

***DISPERSING AGENTS WASTEWATER QUALITY FROM
LATEX GLOVES MANUFACTURING BY TREATMENT USING $Al_2(SO_4)_3$
AND PAC COAGULANT***

**MUTU LIMBAH CAIR BAHAN PENDISPERSI PEMBUATAN SARUNG
TANGAN LATEKS DENGAN PENGOLAHAN MENGGUNAKAN
KOAGULAN $Al_2(SO_4)_3$ DAN PAC**

Wahyu Ratnaningsih^{1,*}, Cahya Widiyati¹

¹Department of Plastic and Rubber Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, 55188,
Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding author: *ratna@atk.ac.id

Abstract:

Waste is a residual result of a process that cannot be reused. The rubber industry is one of the waste-producing industries that if not managed properly, will cause environmental pollution. One of the rubber industries is the latex glove industry, which uses raw materials in the form of latex and chemicals as dispersing agents. Dispersing agents that already expired cannot be reused, so they need to be processed before being discharged into the environment. One of the methods used for treating this wastewater is the coagulation-flocculation method. This research is aimed to conduct the treatment of dispersing agents wastewater from latex glove manufacturing by the coagulation-flocculation method using coagulants to reduce the level of turbidity and COD concentration. The concentrations of $Al_2(SO_4)_3$ and PAC coagulants used were 1.33 g/L, 1.67 g/L, and 2 g/L, respectively, with rapid stirring at 120 rpm for 2 minutes. The flocculant concentration used was 0.33 g/L, with rapid stirring at 25 rpm for 15 minutes. The results showed that $Al_2(SO_4)_3$ coagulant was better at reducing turbidity levels up to 97.86% and COD concentrations up to 90.24% in the dispersing agents wastewater. Based on this study, the recommended dose of $Al_2(SO_4)_3$ coagulant is 1.67 g/L. At this dose, there was a decrease in turbidity levels from 816 NTU to 17.43 NTU and a decrease in COD levels from 328 mg/L to 32 mg/L.

Keywords: latex wastewater, coagulation-flocculation, $Al_2(SO_4)_3$, PAC

Intisari:

Limbah merupakan hasil sisa dari sebuah proses yang tidak dapat digunakan kembali. Industri karet merupakan salah satu industri penghasil limbah yang apabila tidak dikelola dengan baik, akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu industri karet yaitu industri pembuatan sarung tangan lateks yang menggunakan bahan baku berupa lateks dan bahan-bahan kimia sebagai bahan pendispersi. Bahan pendispersi yang telah kadaluwarsa tidak dapat digunakan kembali sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu metode yang digunakan untuk mengolah limbah tersebut adalah dengan metode koagulasi-flokulasi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengolahan limbah cair bahan pendispersi pembuatan

sarung tangan lateks dengan metode koagulasi–flokulasi menggunakan koagulan untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan konsentrasi COD. Konsentrasi koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC yang digunakan masing-masing sebesar 1,33 g/L, 1,67 g/L, dan 2 g/L, dengan pengadukan cepat 120 rpm selama 2 menit. Konsentrasi flokulan yang digunakan sebesar 0,33 g/L, dengan pengadukan cepat 25 rpm selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan $Al_2(SO_4)_3$ lebih baik dalam menurunkan kadar kekeruhan hingga 97,86% dan konsentrasi COD hingga 90,24% pada limbah cair bahan pendispersi. Berdasarkan penelitian ini, dosis koagulan $Al_2(SO_4)_3$ yang disarankan yaitu sebesar 1,67 g/L. Pada dosis tersebut terjadi penurunan kadar kekeruhan dari 816 NTU menjadi 17,43 NTU, dan penurunan kadar COD dari 328 mg/L menjadi 32 mg/L.

Kata kunci: limbah lateks, koagulasi-flokulasi, $Al_2(SO_4)_3$, PAC

Pendahuluan

Limbah merupakan hasil sisa dari sebuah proses yang tidak dapat digunakan kembali, apabila limbah ini terlalu banyak di lingkungan maka akan berdampak pada pencemaran lingkungan dan kesehatan bagi masyarakat sekitar. Industri yang menghasilkan limbah salah satunya adalah industri karet. Limbah industri karet dapat berasal dari sisa bahan-bahan kimia pendispersi yang tidak dapat digunakan kembali akibat mengalami kontaminasi, telah kadaluwarsa, atau telah habis masa simpannya. Limbah cair sisa bahan pendispersi tersebut mengandung senyawa organik yang relatif tinggi. Adanya bahan-bahan organik tersebut menyebabkan parameter-parameter kimia air seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan parameter fisika seperti TSS (*Total Suspended Solid*) dan kekeruhan menjadi tinggi [1].

Salah satu industri bidang karet di Indonesia adalah industri pembuatan sarung tangan lateks [2]. Proses pembuatan sarung tangan lateks pada umumnya menggunakan bahan-bahan kimia sebagai bahan pendispersi dan bahan baku berupa lateks alam yang dicampurkan sesuai formula di dalam *compounding tank*. Bahan pendispersi tersebut terdiri dari Dipropilen glikol (DPG), Zinc-2-mercaptobenzotiazol (ZMBT), sodium lignosulfonat, kalsium karbonat ($CaCO_3$), butil hidroksi toluena (BHT), Zn-dietilditiokarbamat (ZDEC), Ionol, bentonit, dan darvan [3]. Adanya sisa bahan pendispersi yang lama tersimpan menyebabkan bahan tersebut telah kadaluwarsa atau telah habis jangka waktunya dan menjadi limbah yang perlu diolah sebelum dibuang langsung ke lingkungan.

Pengolahan limbah cair industri karet memiliki beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk mengukur kadar bahan pencemar. Seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ditetapkan baku mutu nilai COD air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri karet dengan kadar maksimum sebesar 200 mg/L [4].

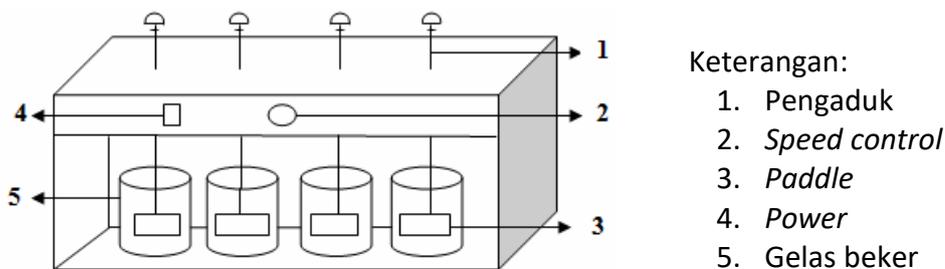
Koagulasi-flokulasi adalah salah satu proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan pencemar yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid, dimana partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik [5]. Koagulasi itu sendiri merupakan proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi dengan suatu koagulan yang akan membentuk flok-flok halus hingga dapat diendapkan. Sedangkan proses flokulasi merupakan proses pembentukan flok-flok yang berukuran lebih besar melalui pengadukan lambat dan dapat mengendap dengan cepat [6].

Pada metode koagulasi dan flokulasi terdapat jar-test yang bertujuan untuk mengoptimalkan pengurangan polutan dengan cara menentukan jenis koagulan dan dosis bahan kimia yang optimal. Jenis koagulan yang sering digunakan di antaranya $Al_2(SO_4)_3$ (tawas), sodium aluminat, *poly aluminium chloride* (PAC), ferri sulfat, ferri klorida dan ferro sulfat [1]. Pada penelitian Riskawanti, dkk (2016), PAC dapat menjadi koagulan yang baik dalam mereduksi warna dalam limbah karet. Koagulan Al_2SO_4 dalam penelitian Mayasari, dkk. (2019) dapat menurunkan nilai kekeruhan pada air baku dengan nilai korelasi -0,951, dimana semakin mendekati nilai -1 maka menunjukkan korelasi yang sangat kuat antara penambahan dosis koagulan dengan penurunan nilai kekeruhan. Pada penelitian ini digunakan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC untuk mengolah limbah cair bahan pendispersi pembuatan sarung tangan lateks dengan metode koagulasi-flokulasi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis dan perbedaan koagulan terhadap nilai COD dan kekeruhan pada limbah cair bahan pendispersi pembuatan sarung tangan lateks.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain alat *jar-test* seperti yang ditampilkan pada Gambar 1, tabung *digestion*, rak tabung *digestion*, turbidimeter, *block* pemanas temperatur $150^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$, neraca analitik (Mettler AE 160), indikator pH universal, dan seperangkat alat gelas laboratorium.



Gambar 1. Jar-test

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain air limbah bahan pendispersi pembuatan sarung tangan lateks, akuades, NaOH, aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), poli aluminium klorida (PAC), superfloc, larutan pereaksi COD di antaranya larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N, reagen asam sulfat $Ag_2SO_4 \cdot H_2SO_4$, indikator ferroin, dan larutan $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,1 N.

Metode

Jar Test

Limbah cair sarung tangan lateks diambil sebanyak 600 mL dimasukkan ke dalam gelas beker, diukur pH dan ditambahkan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC pada masing-masing gelas beker dengan dosis 1,33 g/L, 1,67 g/L, dan 2 g/L. Proses pengolahan dilakukan dengan pengadukan berkecepatan 120 rpm selama 2 menit. Kemudian larutan ditambahkan superfloc dengan dosis 0,33 g/L dan kecepatan pengadukan dikurangi menjadi 25 rpm selama 15 menit dan ditambahkan NaOH untuk mengatur pH larutan. Setelah pengadukan selesai, larutan dibiarkan selama 30 menit. Kemudian air limbah yang sudah diendapkan diambil dengan dipisahkan dari

endapan atau flok menggunakan kertas saring dan dianalisis kekeruhan menggunakan turbidimeter.

Pengujian Kekeruhan

Prosedur pengujian kekeruhan menggunakan turbidimeter adalah sebagai berikut. Alat turbidimeter dikalibrasi menggunakan larutan standar yang telah tersedia bersama alat tersebut. Sampel vial atau tabung contoh air dicuci hingga bersih. Contoh air yang telah diencerkan 10 kali dikocok dengan sempurna, kemudian dibiarkan sampai gelembung udara menghilang. Kemudian contoh air dimasukkan ke dalam sampel vial yang bersih dan kering hingga batas garis. Kemudian sampel vial berisi contoh air dimasukkan pada tempat di turbidimeter dan tombol read/enter ditekan untuk melakukan pembacaan. Nilai kekeruhan (NTU) yang ditampilkan oleh display alat tersebut dibaca.

Pengujian COD

Contoh air sebanyak 2,5 mL dimasukkan ke dalam tabung digest kemudian ditambahkan 1,5 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N dan 3,5 mL reagen asam sulfat. Tabung digest ditutup dengan rapat, dikocok hati-hati hingga homogen. Tabung digest dipanaskan dalam block pemanas pada suhu $150^\circ C$ selama 2 jam, kemudian didinginkan sampai temperatur kamar. Kemudian dipindahkan ke dalam labu erlenmeyer kecil secara kuantitatif, dengan menggunakan aquadest sebagai pembilas ± 50 mL kemudian ditambahkan 3 tetes larutan indikator ferroin. Titrasi dilakukan dengan larutan FAS 0,10 M. Titik akhir titrasi diperlihatkan dengan perubahan warna dari kuning-hijau kemudian merah, titrasi dihentikan pada saat terjadi perubahan warna merah. Dilakukan percobaan blanko dengan menggunakan aquadest dan dikerjakan sama seperti di atas. Apabila waktu destruksi tidak ada warna sisa $K_2Cr_2O_7$, maka contoh air harus diencerkan. Perhitungan konsentrasi COD dilakukan menggunakan Persamaan 1.

$$\text{mg/L COD} = \frac{(A-B) \text{ mL} \times N \times 8000}{V \text{ (mL)}} \quad (1)$$

Keterangan:

- A = mL FAS untuk blanko
- B = mL FAS untuk contoh air
- N = Normalitas FAS
- 8000 = Berat ekuivalen O_2 (8) X 1000
- V = Volume contoh

Analisis Data Efisiensi Penurunan

Efisiensi penurunan konsentrasi COD dapat diketahui dengan menghitung selisih dari hasil pengujian sampel limbah setelah mengalami pengolahan dan sebelum pengolahan. Efisiensi penurunan tersebut ditentukan menggunakan Persamaan 2 berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- A = konsentrasi COD awal (mg/L)
- B = konsentrasi COD akhir (mg/L)

Efisiensi penurunan nilai kekeruhan juga dihitung dari selisih dari hasil pengujian sampel limbah setelah mengalami pengolahan dan sebelum pengolahan. Efisiensi penurunan tersebut ditentukan menggunakan Persamaan 3 berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- A = nilai kekeruhan awal (NTU)
- B = nilai kekeruhan akhir (NTU)

Hasil dan Pembahasan

Analisis Awal Limbah Cair Sarung Tangan Lateks

Limbah cair sarung tangan lateks diperoleh dari sisa bahan pendispersi di Workshop Karet Politeknik ATK Yogyakarta. Sisa bahan pendispersi tersebut terdiri dari campuran dispersi sulfur, (sulfur, bentonit, darvan, air), dispersi Zn-dietilditiokarbamat (ZDEC), dispersi seng oksida (ZnO), Dipropilen glikol (DPG), dispersi Zinc-2-mercaptobenzotiazol (ZMBT), sodium lignosulfonat, kalsium karbonat (CaCO₃), dan butil hidroksi toluena (BHT). Sebelum dilakukan pengolahan, limbah cair sarung tangan lateks dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui kadar kekeruhan, COD, dan pH yang terkandung di dalam limbah tersebut. Hasil analisis awal limbah cair sarung tangan lateks tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Analisis Awal Limbah Sarung Tangan Lateks

Parameter	Baku Mutu	Analisis Awal Limbah
COD (mg/L)	200	328
Kekeruhan (NTU)	<25	816
pH	6,0-9,0	6

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa hasil analisis awal limbah cair sarung tangan lateks untuk parameter COD sebesar 328 mg/L dan kekeruhan sebesar 826 NTU. Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan hasil analisis tersebut cukup tinggi melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 untuk nilai COD sebagai parameter kimia, dan melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 untuk nilai kekeruhan sebagai parameter fisika. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan limbah cair sarung tangan lateks terlebih dahulu agar dapat memenuhi baku mutu nilai COD dan kekeruhan. Pengaturan pH larutan juga perlu dilakukan dalam pengolahan limbah dengan metode koagulasi – flokulasi. Jika proses koagulasi dilakukan tidak pada rentang pH yang sesuai, maka dapat mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan [7].

Pengaruh Dosis Koagulan Al₂(SO₄)₃ dan PAC terhadap Penurunan COD

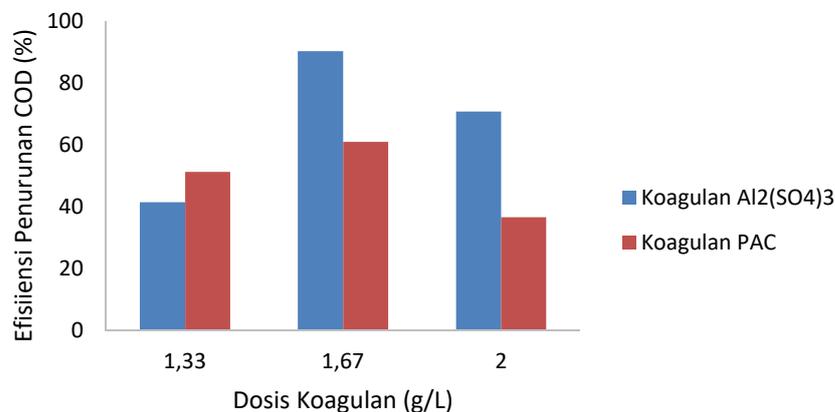
Pengaruh dosis koagulan Al₂(SO₄)₃ dan PAC terhadap penurunan nilai COD dipelajari dengan melakukan pengolahan dengan proses koagulasi menggunakan koagulan Al₂(SO₄)₃ dan PAC. Pada penelitian Riskawanti, dkk (2016) digunakan dosis koagulan sebesar 2 g/L, 4 g/L, dan 8 g/L. Sedangkan pada penelitian ini konsentrasi masing-masing koagulan yang digunakan adalah

sebesar 1,33 g/L, 1,67 g/L, dan 2 g/L dengan pengadukan berkecepatan 120 rpm selama 2 menit. Kemudian larutan ditambahkan superfloc dengan dosis 0,33 g/L dengan kecepatan pengadukan 25 rpm selama 15 menit, setelah itu didiamkan selama 30 menit. Air limbah yang telah dilakukan proses koagulasi-flokulasi dianalisis kembali untuk mengetahui nilai kekeruhan dan COD. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui kualitas limbah cair sarung tangan lateks setelah dilakukan proses koagulasi-flokulasi dan untuk mengetahui pengaruh dosis koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC pada proses koagulasi. Hasil analisis tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Limbah Cair Sarung Tangan Lateks Sebelum dan Sesudah Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC

Parameter	Baku Mutu	Limbah Awal	Koagulan $Al_2(SO_4)_3$ (g/L)			Koagulan PAC (g/L)		
			1,33	1,67	2	1,33	1,67	2
COD (mg/L)	200	328	192 ±3,6	32 ±2,2	96 ±2,7	160 ±4,1	128 ±4,3	208 ±4,0
Kekeruhan (NTU)	<25	816	22,45 ±1,8	17,43 ±2,9	42,45 ±3,1	541 ±4,7	246 ±2,5	597 ±3,7
pH	6,0-9,0	6	6	6	6	6	6	6

Hasil analisis pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa konsentrasi COD dalam limbah cair sarung tangan lateks mengalami penurunan setelah limbah tersebut diolah dengan proses koagulasi-flokulasi dengan konsentrasi awal sebesar 328 mg/L. Konsentrasi COD yang didapatkan setelah koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ 1,33 mg/L, 1,67 mg/L, dan 2 mg/L masing-masing sebesar 192 mg/L, 32 mg/L, dan 96 mg/L. Sedangkan konsentrasi COD yang didapatkan setelah koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan PAC 1,33 mg/L, 1,67 mg/L, dan 2 mg/L masing-masing sebesar 160 mg/L, 128 mg/L, dan 208 mg/L. Konsentrasi COD yang didapatkan telah memenuhi baku mutu limbah cair karet yaitu maksimal 200 mg/L, selain pada koagulan PAC dengan dosis 2 mg/L.



Gambar 2. Pengaruh Dosis Koagulan (g/L) terhadap Efisiensi Penurunan COD (%)

Efisiensi penurunan konsentrasi COD dapat diketahui dengan menghitung selisih dari hasil pengujian sampel limbah setelah mengalami pengolahan dan sebelum pengolahan. Nilai efisiensi penurunan konsentrasi COD oleh dua jenis koagulan, yaitu koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC dalam limbah cair diperlihatkan seperti pada Gambar 2.

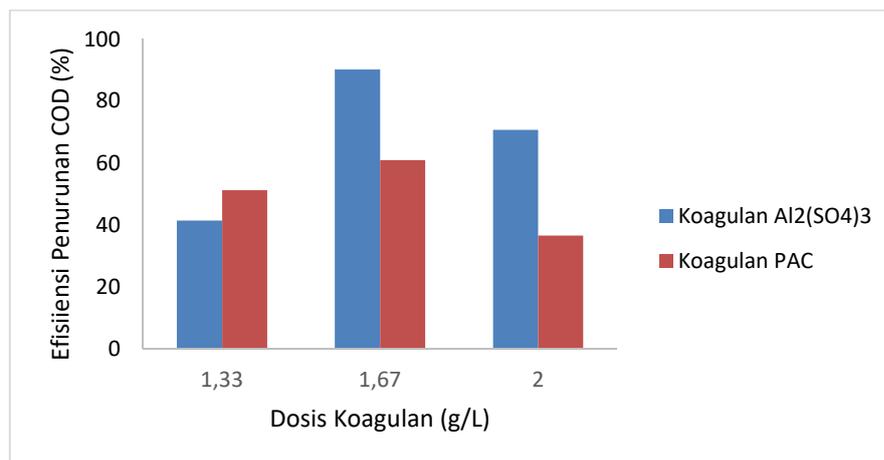
Berdasarkan grafik penurunan konsentrasi COD pada Gambar 2, dapat dinyatakan bahwa kedua jenis koagulan yaitu $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC dapat menurunkan konsentrasi COD dalam limbah cair sarung tangan lateks. Penurunan konsentrasi COD tersebut disebabkan karena berkurangnya senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair karena partikel-partikel organik mengalami destabilisasi menjadi partikel yang bermuatan, sehingga dapat berikatan dengan partikel-partikel koagulan membentuk endapan. Penurunan COD paling efektif dengan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ terjadi pada proses koagulasi – flokulasi dengan dosis koagulan sebesar 1,67 mg/L, diikuti dengan dosis koagulan sebesar 2 mg/L dan 1,33 mg/L. Pada dosis koagulan 1,67 mg/L tersebut, $Al_2(SO_4)_3$ mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 296 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 90,24%. Penurunan kadar COD dengan penambahan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ memiliki muatan partikel koloid yang dinetralkan sehingga memungkinkan partikel tersebut saling berbenturan dan menjadi kasar dan mengendap [8]. Sedangkan penurunan COD dengan koagulan PAC paling terjadi pada proses koagulasi – flokulasi dengan dosis koagulan sebesar 1,67 mg/L, diikuti dengan dosis koagulan sebesar 1,33 mg/L dan 2 mg/L. Pada dosis koagulan PAC 1,67 mg/L, PAC mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 200 mg/L atau dengan efisiensi penurunan sebesar 60, 97%.

Semakin tinggi dosis koagulan, maka semakin banyak zat yang aktif mendestabilisasikan muatan partikel-partikel koloid yang terlarut. Tidak stabilnya partikel-partikel koloid tersebut menyebabkan partikel yang satu akan berikatan dengan partikel lainnya membentuk flok [9]. Pada penelitian ini, dosis yang disarankan untuk menurunkan COD limbah sarung tangan lateks adalah sebesar 1,67 g/L menggunakan koagulan $Al_2(SO_4)_3$. Hasil penelitian tersebut berbeda dengan penelitian Riskawanti et al., (2016), di mana koagulan yang lebih efektif untuk menurunkan limbah cair industri karet adalah koagulan PAC, diikuti dengan koagulan $FeCl_3$, dan $Al_2(SO_4)_3$ dengan dosis koagulan sebesar 8 g/L. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena perbedaan jenis limbah yang diolah. Penelitian Riskawanti et al., (2016) menggunakan limbah perendaman karet rakyat, sedangkan pada penelitian ini limbah yang diolah yaitu limbah bahan pendispersi pembuatan sarung tangan lateks.

Pengaruh Dosis Koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC terhadap Penurunan Kekeruhan

Pengaruh dosis koagulan $Al_2(SO_4)_3$ dan PAC terhadap efisiensi penurunan kekeruhan juga dipelajari dengan menghitung selisih dari hasil penentuan kekeruhan setelah mengalami pengolahan dan sebelum pengolahan. Pada analisis kekeruhan, terjadi penurunan tingkat kekeruhan hasil pengolahan limbah cair sarung tangan karet dengan kedua jenis koagulan baik $Al_2(SO_4)_3$ maupun PAC dari nilai kekeruhan sebesar 816 NTU. Efisiensi penurunan nilai kekeruhan yang diperoleh dari selisih dari hasil pengujian sampel limbah setelah mengalami pengolahan dan sebelum pengolahan seperti pada Persamaan 3 dapat dilihat seperti pada Gambar 3.

Pada koagulan $Al_2(SO_4)_3$, adanya variasi dosis koagulan tidak menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan terhadap penurunan kekeruhan pada limbah cair sarung tangan lateks. Ketiga dosis tersebut mampu menurunkan nilai kekeruhan dengan efisiensi di atas 97,25%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kesesuaian dalam penggunaan koagulan $Al_2(SO_4)_3$ untuk menurunkan tingkat kekeruhan pada limbah cair sarung tangan lateks. Koagulan $Al_2(SO_4)_3$ memiliki keunggulan dimana flok yang dihasilkan stabil dan efektif untuk air baku dengan kekeruhan yang tinggi [11].



Gambar 3. Pengaruh Dosis Koagulan (g/L) terhadap Efisiensi Penurunan Kekeruhan (%)

Pada jenis koagulan PAC, penurunan kekeruhan paling besar terjadi pada penggunaan dosis koagulan sebesar 1,67 g/L dengan efisiensi penurunan sebesar 70%. Penambahan dosis koagulan PAC tidak meningkatkan efisiensi penurunan namun sebaliknya. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian Widiyanti (2018) tentang optimasi koagulan salah satunya PAC pada pengolahan air sungai. Semakin banyak koagulan yang ditambahkan, maka semakin besar pula persen penurunan kekeruhan sampai mencapai titik optimumnya. Setelah mencapai kondisi optimum semakin besar dosis koagulan PAC akan menyebabkan efisiensi penurunan kekeruhan menjadi menurun. Hal ini disebabkan partikel di dalam air yang telah berhasil didestabilisasi muatannya kembali menjadi stabil, sehingga partikel tersebut kembali ke keadaan tersuspensi [12]. Konsentrasi koagulan yang tinggi akan memberikan muatan positif ke permukaan partikel limbah sehingga terjadi dispersi kembali partikel limbah [9].

Kesimpulan

Limbah cair bahan pendispersi pembuatan sarung tangan lateks dapat diolah dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan Al₂(SO₄)₃ dan koagulan PAC dengan efektivitas penurunan COD dan kekeruhan yang berbeda-beda. Koagulan Al₂(SO₄)₃ pada penelitian ini lebih baik dalam menurunkan kadar kekeruhan hingga 97,86% dan konsentrasi COD hingga 90,24% pada limbah cair bahan pendispersi. Dosis koagulan Al₂(SO₄)₃ yang disarankan yaitu sebesar 1,67 g/L di mana terjadi penurunan kadar kekeruhan dari 816 NTU menjadi 17,43 NTU, dan penurunan kadar COD dari 328 mg/L menjadi 32 mg/L.

Daftar Pustaka

- [1]. Metcalf, Eddy. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill, Inc; 2003.
- [2]. Menteri Ketenagakerjaan. Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 398 Tahun 2014 tentang *Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Industri Pengolahan Pokok Industri Karet Bidang Industri Sarung Tangan Karet*. 2014;
- [3]. Marsongko M. "Perbandingan Pembuatan Sarung Tangan Dari Lateks Alam Yang Divulkanisasi Radiasi Dan Belerang". *J Kim dan Kemasan* [Internet]. 2013;35:131. Available from: <http://ejournal.kemenperin.go.id/jkk/article/view/1885>
- [4]. Menteri Lingkungan Hidup. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor

- 5 Tahun 2014. 2014.
- [5]. Teng TT, San Wong S, Wei Low L. "Coagulation–Flocculation Method for the Treatment of Pulp and Paper Mill Wastewater". *Role Colloid Syst Environ Prot [Internet]*. Elsevier;pp.239–59,2014.
- [6]. Masduqi A, Assomadi AF. *Operasi dan Proses Pengolahan Air*. Edisi Kedua. Surabaya: ITS Press, 2019.
- [7]. Risdianto. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri*. Magister Tek. Kim. Universitas Diponegoro,2007.
- [8]. Salsabila U, Joko T, Dangiran HL. "Perbedaan Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Melalui Pemberian Tawas dan Poly Aluminium Chloride (PAC) pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Penggaron Semarang". *J Kesehat Masy.*,6:525–31,2018.
- [9]. Hakim WN, Pinem JA, Saputra E. "Pengolahan Limbah Cair Industri Karet dengan Kombinasi Proses Pretreatment dan Membran Ultrafiltrasi" *JOM Fak Tek.*3, 2016..
- [10]. Riskawanti, Honesty LB, Irawan C, Taruna A. "Pengolahan Limbah Perendaman Karet Rakyat dengan Metode Koagulasi dan Flokulasi Menggunakan $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, dan PAC," *Biopropal Ind.*,7, 2016.
- [11]. Mayasari R, Hastarina M, Apriyani E., "Analisis Turbidity Terhadap Dosis Koagulan dengan Metode Regresi Linear (Studi Kasus di PDAM Tirta Musi Palembang)," *J Integr Sist Ind.*,6, 2019
- [12]. Widiyanti SE., "Optimization of The Aluminium Sulfate and PAC (Poly Aluminium Chloride) Coagulant on Tello River Water Treatment," *Konversi.*,7:1–5, 2018.