

TUGAS AKHIR
PENGARUH JENIS KOAGULAN TERHADAP PENURUNAN KADAR
KROM TOTAL DAN TDS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
PENYAMAKAN KULIT DI PT. ADI SATRIA ABADI, YOGYAKARTA



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA
2022

TUGAS AKHIR
PENGARUH JENIS KOAGULAN TERHADAP PENURUNAN KADAR
KROM TOTAL DAN TDS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
PENYAMAKAN KULIT DI PT. ADI SATRIA ABADI, YOGYAKARTA



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH JENIS KOAGULAN TERHADAP PENURUNAN KADAR KROM TOTAL DAN TDS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DI PT. ADI SATRIA ABADI, YOGYAKARTA

Disusun oleh :

NANDA BRILIAN TANTRI
1901017

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN KULIT

Pembimbing I,


Swatika Juhana, M.Sc.

NIP. 19841219 201402 2 001

Pembimbing II,


Ragil Yuhatmo, M.Sc.

NIP. 19900726 201801 1 001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli Madya Diploma III (D3) Politeknik ATK Yogyakarta

Tanggal : 12 Agustus 2022

TIM PENGUJI

Ketua


Dr. Prasetyo Hermawan, S.T., M.Si.

NIP. 19751110 200112 1 005

Anggota

Penguji I,


Swatika Juhana, M.Sc.

NIP. 19841219 201402 2 001

Penguji II,


Wahyu Fajar Widiata, M.Eng.

NIP. 19880712 201901 002

Yogyakarta, 23 Agustus 2022
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta


Drs. Sugivanto, S.Sn., M.Sn.
NIP. 19660101 1994031008

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ucapan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia serta hidayah kepada hamba-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar. Saya persembahkan Tugas akhir ini kepada :

1. Kedua orang tuaku Ayah (Heri Prasetyo) dan Ibuku (Sumiati) yang selalu memberikan dukungan, mendidik dan memberi motivasi kepada saya dengan penuh kesabaran dan kebijaksanaan, sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Terimakasih atas kasih sayang yang kalian berikan selama ini jasa kalian tidak akan pernah bisa terlupakan.
2. Adikku (Syifa Ranaya dan Reyhandika Bairuny) yang paling imut, lucu dan menggemaskan yang selalu menjadi penghiburku dikala suntuk dan pusing saat mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Dosen pembimbing Bu (Swatika Juhana, M.Sc) dan Pak (Ragil Yuliatmo, M.Sc) yang telah mengarahkan dan membimbing sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
4. Pembimbing lapangan Bapak (Ir. Sigit Hernowo, M. Kes) yang telah memberikan materi dan dukungan untuk segera menyelesaikan Tugas Akhi ini dengan lancar tanpa ada suatu halangan apapun.
5. Teman seperjuanganku (Alif Mas Daffa) yang selalu ada untukku selama disini, selalu menjadi tempat berkeluh kesah semoga kita bisa sukses di kemudian hari.
6. *Last but not least, I wanna thank me, for believing me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I receive, and I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me for just being me all time.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur diucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: **“PENGARUH JENIS KOAGULAN TERHADAP PENURUNAN KADAR KROM TOTAL DAN TDS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DI PT. ADI SATRIA ABADI, YOGYAKARTA.”**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh predikat Ahli Madya di Politeknik ATK Yogyakarta. Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari dorongan dan dukungan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Sugiyanto, S.Sn., M.Sn., Selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta
2. Sofwan Siddiq Abdullah A.Md.,S.T.,M.Sc.,Selaku Kepala Prodi Teknologi Pengolahan Kulit
3. Swatika Juhana, M. Sc selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir
4. Ragil Yuliatmo, M. Sc selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir
5. Dr. Prasetyo Hermawan, S.T., M.Si selaku Ketua Penguji Tugas Akhir
6. Wahyu Fajar Winata, M. Eng selaku Penguji Tugas Akhir
7. Seluruh Teknisi dan pembimbing lapangan di PT. Adi Satria Abadi
8. Segenap staff dan karyawan PT. Adi Satria Abadi

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih memiliki beberapa kekurangan sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan lebih lanjut, sehingga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi khalayak ramai.

Yogyakarta, 19 April 2022

Penulis.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Permasalahan.....	4
C. Tujuan Tugas Akhir.....	5
D. Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Industri Penyamakan Kulit.....	6
B. Air Limbah.....	8
C. Krom.....	12
D. <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	15
E. Turbiditas.....	17
F. <i>Jar Tes</i>	18
I. <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>	26
BAB III METODE KARYA AKHIR.....	28
A. Tempat dan waktu.....	28
B. Rancangan Tugas Akhir.....	28
C. Objek Tugas Akhir.....	29
D. Alat dan Bahan.....	29
E. Prosedur Kerja.....	30

F. Metode Pengumpulan Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Hasil	44
B. Pembahasan.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
A. Kesimpulan	67
B. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	72



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Identifikasi Sumber Limbah.....	7
2.	Rancangan Penelitian.....	28
3.	Hasil Uji Limbah Cair Pada Saluran <i>Inlet</i> IPAL PT. Adi Satria Abadi.....	45
4.	Hasil Pengamatan Koagulan PAC Setelah <i>Jar Tes</i> Pengulangan I dan II.....	47
5.	Hasil Pengamatan Koagulan $FeCl_3$ Setelah <i>Jar Tes</i> Pengulangan I dan II.....	48
6.	Efisiensi Penurunan Kadar Krom Total dan TDS.....	52
7.	Hasil Uji Kadar Krom dan TDS dengan Penambahan Koagulan.....	52
8.	Perbandingan Kadar Fe Hasil Pengolahan dengan BMAL.....	63
9.	Perbandingan Hasil Koagulan PAC 2% dan $FeCl_3$ 3%.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Baku Mutu Air Limbah (BMAL) Industri Penyamakan Kulit	8
2.	Pengambilan Limbah Cair.....	30
3.	Koagulan PAC Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	32
4.	Koagulan $FeCl_3$ Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%.....	34
5.	Larutan Baseflok Dosis 1%	35
6.	(a) <i>Jar Tes</i> dengan PAC	37
7.	(b) <i>Jar Tes</i> dengan Koagulan $FeCl_3$	37
8.	Alat Uji <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS)	39
9.	Sampel Limbah Yang Akan Diujikan.....	41
10.	Cara Kerja <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).....	41
11.	Alat TDS Meter.....	42
12.	Pengukuran Sampel Limbah Dengan TDS Meter.....	42
13.	Alur Perjalanan Limbah Cair	45
14.	Hasil Pengujian Kadar Krom Total Limbah Cair	49
15.	Hasil Pengujian Kadar Fe Limbah Cair	49
16.	Hasil Rata-Rata Pengujian TDS Koagulan PAC Pengulangan I dan II.....	50
17.	Hasil Rata-Rata Pengujian TDS Koagulan $FeCl_3$ Pengulangan I dan II.....	50
18.	Diagram Alur Pengolahan Limbah di PT. Adi Satria Abadi	55
19.	Limbah Cair Murni dan Air Limbah Setelah Dilakukan Penambahan Koagulan <i>Poly Aluminium Chlorida</i> (PAC) dengan Dosis 2%	57
20.	Hasil Limbah Cair Setelah Penambahan Koagulan <i>Ferri Chlorida</i> ($FeCl_3$) dengan Variasi Dosis 1-5%.....	58
21.	Proses Pembentukan Endapan dari Koloid, Inti Flok dan Flok.	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Limbah Murni	72
2.	Metode Pembuatan Larutan Koagulan PAC dan FeCl_3	72
3.	Perhitungan Pembuatan Larutan Koagulan PAC dan FeCl_3	73
4.	Larutan PAC dengan Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	74
5.	Larutan FeCl_3 dengan Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	74
6.	<i>Jar Tes</i> (Flokulasi) PAC Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	75
7.	<i>Jar Tes</i> (Flokulasi) FeCl_3 Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	75
8.	Hasil <i>Jar Tes</i> Koagulan PAC Dosis 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%	76
9.	Hasil <i>Jar Tes</i> Kadar FeCl_3 Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%	76
10.	Uji Turbidimeter	76
11.	Uji AAS	77
12.	Uji TDS Meter	77
13.	Rata-rata Penurunan Turbiditas Koagulan PAC dan FeCl_3	78
14.	Perhitungan Penurunan Kadar Krom Total dan TDS	79
15.	Surat Keterangan Selesai Magang	80
16.	Surat Izin Magang	81
17.	Lembar Harian Magang	82
18.	Formulasi Koagulan dalam gram/L Sampel Limbah Cair	84

INTISARI

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair industri penyamakan kulit mengandung polutan seperti krom dan TDS. Permasalahan yang ditemukan dalam kegiatan magang yaitu kadar krom dan TDS yang masih sangat tinggi dan belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah (BMAL), oleh karena itu perlu diupayakan pengolahan agar mampu menurunkan parameter tersebut. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah guna mengetahui pengaruh jenis koagulan terhadap penurunan kadar krom total dan TDS pada pengolahan limbah cair penyamakan kulit di PT. Adi Satria Abadi, Yogyakarta. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengurangi nilai kadar krom total dan TDS pada masing-masing 300 mL sampel limbah, menggunakan 5 mL PAC dan 5 mL FeCl_3 dengan variasi dosis koagulan 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Kebutuhan dosis optimum koagulan PAC untuk mengolah limbah adalah 2% yang berarti dibutuhkan 0,1 gram/300 mL atau sebesar 0,33 gram/1 L sampel limbah cair yang artinya dengan menimbang koagulan PAC sebanyak 2 gram kemudian dilarutkan dengan menggunakan akuades 100 mL dan 5 mL untuk dosis yang digunakan untuk mengolah 300 mL air limbah, atau jika dikonversi kedalam 1 liter air limbah maka 0,1 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,33 gram/1 L air limbah. Sedangkan untuk kebutuhan dosis optimum koagulan FeCl_3 untuk mengolah limbah adalah 3% yang berarti dibutuhkan 0,15 gram/300 mL atau sebesar 0,5 gram/1 L sampel limbah cair yang artinya dengan menimbang koagulan FeCl_3 sebanyak 3 gram kemudian dilarutkan dengan menggunakan akuades 100 mL dan 5 mL untuk dosis yang digunakan untuk mengolah 300 mL air limbah, atau jika dikonversi kedalam 1 liter air limbah maka 0,5 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,5 gram/1 L air limbah. Hasil pengujian kadar krom total dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dan didapatkan hasil koagulan PAC dan FeCl_3 yang paling optimum untuk menurunkan kadar krom total adalah koagulan FeCl_3 3% dengan hasil penurunan sebesar 84% sedangkan untuk koagulan PAC 2% dengan hasil penurunan sebesar 55%. Pada jenis koagulan yang paling optimum untuk menurunkan kadar TDS adalah koagulan FeCl_3 konsentrasi 3% dengan hasil penurunan sebesar 22%, sedangkan untuk koagulan PAC konsentrasi 2% hasil penurunan TDS sebesar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh koagulan terhadap penurunan kadar krom total dan TDS memberikan hasil yang cukup baik jika dibandingkan dengan limbah awal sebelum dilakukan penambahan koagulan.

Kata Kunci : Kadar krom total, Koagulan, PAC, FeCl_3 , *Total Dissolved Solids* (TDS)

ABSTRACT

The leather tanning industry is one of the industries that produces liquid waste. The liquid waste of the leather tanning industry contains pollutants such as chromium and TDS. The problems found in the internship activities are the levels of chromium and TDS which are still very high and do not meet the Wastewater Quality Standards (BMAL), therefore it is necessary to strive for processing in order to be able to reduce these parameters. The purpose of writing this final project is to determine the effect of the type of coagulant on the reduction of total chromium and TDS levels in the treatment of leather tannery wastewater at PT. Adi Satria Abadi, Yogyakarta. Therefore, a study was conducted to reduce the value of total chromium and TDS levels in each of the 300 mL waste samples, using 5 mL of PAC and 5 mL of FeCl_3 with various coagulant doses of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. The optimum dose requirement for PAC coagulant to treat waste is 2%, which means it takes 0.1 grams/300 mL or 0.33 grams/1 L of liquid waste samples, which means that by weighing 2 grams of PAC coagulant then dissolve using 100 mL distilled water and 5 mL for the dose used to treat 300 mL of wastewater, or if it is converted into 1 liter of wastewater, 0.1 mL multiplied by 1000 mL divided by 300 mL of wastewater will get 0.33 grams/1 L of wastewater. Meanwhile, the optimum dose requirement for FeCl_3 coagulant to treat waste is 3%, which means 0.15 grams/300 mL or 0.5 grams/1 L of liquid waste samples, which means by weighing 3 grams of FeCl_3 coagulant then dissolve using 100 distilled water. mL and 5 mL for the dose used to treat 300 mL of wastewater, or if it is converted into 1 liter of wastewater, 0.5 mL multiplied by 1000 mL divided by 300 mL of wastewater will result in 0.5 gram/1 L of wastewater. The results of testing the total chromium content using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method and the results of the most optimum PAC and FeCl_3 coagulants to reduce total chromium levels were 3% FeCl_3 coagulants with a decrease of 84%, while for PAC 2% coagulants with a decrease of 2%. 55%. The most optimum type of coagulant to reduce TDS levels is 3% concentration of FeCl_3 coagulant with a decrease of 22%, while for PAC coagulant with a concentration of 2% the result of a 5% decrease in TDS. This shows that the effect of the coagulant on the reduction of total chromium and TDS levels gives a fairly good result when compared to the initial waste before adding coagulant.

Keywords: Total chrome, Coagulants, PAC, FeCl_3 , *Total Dissolved Solids* (TDS)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri penyamakan kulit mulai berkembang pesat di Indonesia termasuk pada wilayah Yogyakarta. Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi atau *leather finish* yang gunanya untuk memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari seperti tas, jaket, sepatu, sarung tangan dan lain-lain. Kulit hewan yang digunakan untuk penyamakan, yang sebelumnya telah dilakukan berbagai tahapan proses melalui dari membuang bulu, dan sisa daging yang masih menempel pada kulit setelah pengulitan. Penyamakan kulit menggunakan berbagai macam bahan kimia dengan jumlah yang banyak, sehingga selama proses penyamakan kulit menghasilkan limbah cair maupun padat yang di dalamnya mengandung berbagai zat-zat kimia dari bahan baku yang digunakan.

PT. Adi Satria Abadi adalah suatu perusahaan yang bergerak dibidang penyamakan kulit khususnya pada kulit domba dan kambing. Perusahaan yang dibangun pada tahun 1994 ini terletak di Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. PT. Adi Satria Abadi sangat berkomitmen dalam proses bisnis mereka dengan menyediakan kualitas yang sangat baik sehingga konsumen sangat puas dengan hasil produk kulit tersebut. Kulit-kulit tersebut diantaranya untuk memenuhi industri sarung tangan golf dan juga *hardwork glove*. Sarung tangan jenis *hardwork glove* merupakan sarung tangan kerja yang langsung bersentuhan dengan beban yang berat dan panas Industri. Setiap hari industri ini mengolah ribuan kulit, yang mana dalam prosesnya banyak menggunakan air dan

bahan kimia. Sehingga industri ini menghasilkan limbah cair yang banyak mengandung polutan kimia dan bahan organik dari kulit itu sendiri.

Salah satu parameter pencemar yang berbahaya yaitu kadar krom. Kromium merupakan bahan penyamak kulit yang paling banyak digunakan di industri penyamakan kulit. Kromium telah terbukti merupakan salah satu bahan penyamak kulit yang paling efektif, karena kulit samak yang dihasilkan memiliki sifat yang tinggi dalam hal kestabilan dimensi, kekuatan mekanik, daya tahan, resistance, dan dapat cepat digunakan untuk membuat produk akhir. Menurut Nashy, *et al.*, (2012), menyatakan bahwa penyamakan kulit menggunakan kromium akan dihasilkan kulit samak yang memiliki sifat lebih baik apabila dibandingkan dengan penggunaan bahan penyamak lainnya. Sifat tersebut seperti stabilitas termal yang tinggi, ringan, dan memiliki kekuatan tinggi.

Menurut *Bureau Veritas Consumer Product Services* (2014), sekitar 80-85% kulit di dunia disamak menggunakan krom. Sedangkan menurut Krishnamoorthy, *et al.*, (2013) dan Zhang, *et al.*, (2019), dari total zat penyamak krom yang digunakan, hanya kurang lebih 60% yang diserap ke dalam kulit, sisanya berada di air limbah. Dalam beberapa tahun terakhir, limbah cair yang mengandung ion logam berat telah menyebabkan masalah lingkungan yang serius, terutama yang berkaitan dengan pencemaran tanah (Oyekanmi, *et al.*, 2019).

Bahaya krom (III) jika dibuang ke lingkungan berpotensi teroksidasi menjadi kromium heksavalen berbahaya Cr (VI) yang merupakan ancaman bagi kesehatan manusia (Wang, *et al.*, 2019). Keberadaan kromium heksavalen dalam kulit tersamak juga membahayakan kesehatan manusia. Sejak tahun 1994

ditemukan keberadaan Cr (VI) pada kulit samak dalam jumlah kecil (*trace*) sehingga penggunaan kromium sebagai bahan penyamak kulit telah banyak menarik perhatian. Hal tersebut disebabkan karena Cr (VI) dapat menyebabkan kanker, alergi kulit, dan nekrosis hati serta ginjal (Jing, *et al.*, 2017).

Usaha untuk menurunkan kadar krom total, salah satu cara yang digunakan yaitu dengan koagulasi dan flokulasi dengan penambahan koagulan. Keefektifan proses koagulasi dan flokulasi tergantung pada dosis, jenis koagulan, pH, dan suhu. Jenis koagulan yang sering dipakai adalah *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) dan *Ferri Chlorida* (FeCl_3). Koagulasi merupakan penambahan zat kimia atau koagulan ke dalam air dengan tujuan mengurangi gaya tolak-menolak antar partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok, sedangkan flokulasi merupakan suatu proses penggumpalan partikel-partikel menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan dapat dipisahkan oleh sedimentasi (Devega dkk, 2019)

PT. Adi Satria Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kulit yang dimulai dari proses *tanning* sampai dengan *finishing*. Perusahaan ini memproduksi pembuatan sarung tangan (*glove*). PT. Adi Satria Abadi telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) namun ada beberapa parameter (Krom dan TDS) yang masih belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah (BMAL) sehingga hal tersebut akan menjadi permasalahan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“PENGARUH JENIS KOAGULAN TERHADAP PENURUNAN KADAR KROM TOTAL DAN TDS PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DI PT. ADI SATRIA ABADI, YOGYAKARTA”**.

B. Permasalahan

Permasalahan dari Tugas Akhir ini adalah setelah diketahui bahwa tingginya kadar krom dan TDS yang masih belum memenuhi Baku Mutu Air Limbah (BMAL) sehingga hal ini merupakan salah satu pencemar dengan tingkat tinggi. Oleh karena itu, perlu mengupayakan pengolahan air limbah, agar tidak menyebabkan kerugian pada lingkungan, kesehatan, dan dapat meningkatkan *cost* pengolahan limbah di suatu perusahaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diambil rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh koagulan PAC dan FeCl_3 terhadap penurunan kadar krom?
2. Bagaimana pengaruh koagulan PAC dan FeCl_3 terhadap penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS)?
3. Apakah jenis koagulan PAC dan FeCl_3 optimum untuk proses pengolahan air limbah dalam menurunkan kadar krom dan TDS, sehingga mampu mengoptimalkan proses koagulasi flokulasi pada pengolahan limbah cair penyamakan kulit di PT. Adi Satria Abadi.

C. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh jenis koagulan optimum dari koagulan PAC dan FeCl_3 terhadap penurunan kadar krom dan TDS pada proses koagulasi flokulasi pengolahan limbah cair di PT. Adi Satria Abadi.
2. Mengetahui hasil akhir air limbah parameter krom dan TDS sebelum dan sesudah dilakukan penambahan jenis koagulan PAC dan FeCl_3

D. Manfaat Tugas Akhir

Melalui tugas akhir ini diharapkan dapat diperoleh beberapa manfaat sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan bagi industri dan Politeknik ATK Yogyakarta tentang alur proses pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan.
2. Memberikan informasi dan data terkait parameter Baku Mutu Air Limbah (BMAL) penyamakan kulit.
3. Sebagai penunjang pembelajaran pada program studi Teknologi Pengolahan Kulit serta sebagai referensi untuk melakukan penelitian lanjutan terutama pada mata kuliah Pengolahan Limbah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Industri Penyamakan Kulit

Industri pengolahan atau biasa disebut sebagai “penyamakan” kulit merupakan suatu industri yang berfokus pada pengelolaan kulit yang merupakan produk samping dari peternakan. Proses pengolahan kulit sendiri terbagi atas 4 proses besar yaitu: *Beam house operation, tanning, pasca-tanning, dan finishing*. Bahan penyamak yang digunakan pada proses pengolahan kulit sangat beragam, diantaranya bahan penyamak krom yang saat ini masih digunakan. Oleh karenanya jenis limbah yang dihasilkan tentunya mengandung krom. Industri penyamakan kulit merupakan suatu industri yang mengolah kulit hewan menjadi kulit tersamak (*leather*). Dalam pengolahannya terdapat berbagai bahan kimia dalam jumlah dan berbagai jenis, salah satunya bahan kimia kelompok asam, basa, garam, surfaktan, biosida, komponen polimer, pelarut, pewarna, bahan penyamak dll. Industri pengolahan kulit atau biasa disebut sebagai “penyamakan kulit” merupakan suatu industri yang berfokus pada pengelolaan kulit yang merupakan produk samping dari peternakan baik sapi, kambing, kerbau, unta, dll. Kulit sejatinya merupakan produk hasil samping dari hewan ternak yang diperoleh setelah hewan tersebut disembelih dan dikuliti (Sudarminto, 2000). Mengingat bahaya yang akan muncul, maka perlu dilakukan pengolahan (*treatment*) terhadap limbah cair penyamakan kulit sebelum dilepas ke lingkungan.

Identifikasi sumber limbah pada modul teknik pengolahan limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Sumber Limbah Penyamakan Kulit

Tahapan	Proses	Bahan Baku	Limbah	Karakteristik Limbah
BHO	<i>Soaking</i>	Air, surfaktan	Limbah cair Padat: darah, kotoran	Cair : Bau Padat : Bau
	<i>Unhairing, liming</i>	Sodium sulfida, kapur	Gas H ₂ S, bulu, kapur, amonia	Cair: <i>soluble</i> , bau Padat: <i>insoluble</i> Gas : bau
	<i>Lime fleshing</i>		<i>Daging, lemak</i>	Padat: Bau
	<i>Lime splitting</i>		Kulit <i>split</i>	
	<i>Deliming, bating</i>	Amonium sulfat, asam, enzim	Amonia, Limbah cair mengandung asam	Cair : <i>soluble</i>
	<i>Degreasing</i>	Air, surfaktan	Limbah cair, minyak natural kulit	Cair : <i>soluble</i>
	<i>Pickling</i>	Air, garam, anti jamur, asam	Limbah cair mengandung asam, garam dan anti jamur	Cair : <i>soluble</i>
Tanning	<i>Tanning</i>	Air, Cr ₂ (SO ₄) ₃ , alkali, asam sulfat, air garam	Limbah cair mengandung Cr, natrium, Garam	Cair : <i>soluble</i> , B3
	<i>Sammying, shaving</i>		Air dalam kulit, serbuk <i>shaving</i> kulit	Padat : B3
Pasca Tanning	<i>Retanning, dyeing, fatliquoring</i>	<i>Neutralizing agent, retanning agent, pewarna, minyak</i>	Limbah cair yang mengandung zat penyamak ulang, <i>neutralizing agent, dyetuff</i> dan Minyak	Cair: <i>soluble</i> , B3

Sumber : Modul Teknik Pengolahan Limbah, 2021

Baku Mutu Air Limbah (BMAL) industri penyamakan kulit berdasarkan

Peraturan Daerah (Perda) DIY No.7 Tahun 2016 dapat dilihat Gambar 1.

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (kg/ton)
BOD ₅	50	2,0
COD	110	4,4
TSS	50	2,0
TDS	2.000	80
Sulfida (sebagai S)	0,5	0,02
Krom Total (Cr)	0,5	0,02
Nitrogen Total (Sebagai N)	10	0,4
Amonia Total (NH ₃ Sebagai N)	0,5	0,02
Minyak dan Lemak Total	5,0	0,2
Suhu	± 3°C terhadap suhu udara	
pH	6,0 - 9,0	
Debit Limbah Paling Banyak (m ³ / ton bahan baku)	40	

Gambar 1. Baku Mutu Air Limbah (BMAL) Industri Penyamakan Kulit
Sumber : Peraturan Daerah DIY No.7 Tahun 2014

B. Air Limbah

Air limbah atau air buangan merupakan air yang dibuang ke suatu saluran air yang berasal dari rumah tangga, industri ataupun sisa dari suatu usaha dan kegiatan yang berwujud cair. Pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Beberapa sumber lain juga mengatakan bahwa air limbah adalah suatu kombinasi dari cairan atau yang bersumber dari air permukiman, perdagangan, perkantoran dan industri. Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun dan berbahaya dikenal dengan limbah B3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan hidup dan sumber daya. Bila ditinjau secara kimiawi, bahan-bahan ini terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik (Kristanto, 2004).

Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu, pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia (Sunaryo, 2005). Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat mencemari lingkungan. Mutu limbah cair adalah keadaan limbah cair yang dinyatakan dengan debit, kadar dan bahan pencemar. Debit maksimum adalah debit tertinggi yang masih diperbolehkan dibuang ke lingkungan (Suharto, 2011).

Berbagai teknik pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan limbah cair yang telah dikembangkan secara umum terbagii menjadi 3 metode pengolahan. Pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi. Untuk jenis limbah cair tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri atau secara kombinasi.

Komposisi atau kandungan zat yang terdapat dalam limbah cair akan berpengaruh terhadap hasil penurunan kadar krom, sebab di dalam limbah cair yang diolah tidak hanya mengandung senyawa krom, tapi terdapat juga zat pencemar lain, misalnya zat organik dan anorganik.

Air limbah industri adalah jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, dan derajat penggunaan air. Proses netralisasi, jika diperlukan, diletakkan setelah proses ekualisasi, karena sebagian dari aliran

dengan pH yang berbeda akan saling menetralisasi satu sama lainnya di bak ekualisasi. Proses netralisasi bertujuan untuk menyiapkan kondisi yang sesuai untuk proses berikutnya. Pada prinsipnya pengolahan pendahuluan ini merupakan proses pengolahan secara fisik-kimia, akan tetapi karena pengolahan ini bertujuan untuk meringankan beban pengolahan selanjutnya, dan umumnya terdapat pada rangkaian pengolahan limbah cair di setiap industri, maka pengolahan ini dipisahkan pengelompokkannya dari pengolahan fisika-kimia.

Pengolahan fisika-kimia artinya mengolah air limbah secara fisika atau kimia. Dalam proses pengolahan ini, obyek yang akan dibuang dibuat lebih besar ukurannya dengan penambahan bahan kimia sehingga dapat dengan mudah diendapkan (*coagulation and flocculation process*) di bak sedimentasi (bak pengendap), diapungkan (*flotation process*) serta disaring (*filtration process*). Cara yang digunakan untuk memperbesar ukuran partikel yaitu dengan menambahkan koagulan untuk proses koagulasi sehingga terbentuk flok. Agar flok lebih besar lagi ukurannya bisa dengan penambahan flokulan (*polymer*) di proses flokulasi. Dengan lebih besar ukurannya, pemisahan dapat lebih mudah.

Proses sedimentasi merupakan proses dimana flok-flok halus yang sudah menggumpal dan siap mengendap, sebagai hasil dari proses koagulasi flokulasi atau dari lumpur biologi, dilewatkan dalam sebuah tanki/bak pengendap dengan waktu detensi tertentu, sehingga dapat mengendap dan terpisah dari air bersihnya. Ada kalanya setelah proses sedimentasi baik dari proses fisika-kimia maupun biologi, masih terdapat materi-materi halus yang tidak dapat mengendap. Pada kasus ini diperlukan fasilitas tambahan yaitu saringan atau filter.

Beberapa industri, meski telah diterapkan sistem pengolahan awal, primer (fisika-kimia) dan sekunder (biologi), namun kualitas hasil olahan masih belum memenuhi persyaratan. Oleh karena itu pada sistem itu ditambahkan pengolahan lanjutan (pengolahan tersier). Biasanya pengolahan lanjutan diterapkan pada satu atau beberapa parameter saja. Pengolahan tersier juga biasanya diberlakukan terhadap air hasil olahan yang akan dipakai kembali (daur ulang/*recycling*) baik untuk dipakai di proses produksi, cuci lantai atau siram taman dan lain-lain. Unit proses pengolahan lanjutan untuk keperluan *recycling* juga tergantung dari kualitas air yang akan digunakan (Mufidah, 2015).

Netralisasi merupakan reaksi dimana asam dan basa bereaksi dalam larutan berair untuk menghasilkan garam dan air. Natrium klorida cair yang dihasilkan dalam reaksi disebut garam. Sebuah garam merupakan senyawa ionik yang terdiri dari kation dari basa dan anion dari asam. Sebuah garam pada dasarnya adalah setiap senyawa ionik yang bukan merupakan asam atau basa. Netralisasi limbah diperlukan jika kondisi limbah masih belum memenuhi pH dari Baku Mutu Air Limbah (BMAL) yang diperlukan pH (6 – 8), sebab limbah diluar kondisi tersebut dapat bersifat racun atau korosif, termasuk bakteri. Dalam beberapa hal netralisasi dapat dilakukan dengan cara mencampur limbah yang bersifat asam dengan limbah yang bersifat basa. Pencampuran dilakukan di dalam suatu bak equalisasi (bak penstabil) pada level ketinggian tetap. Bak ini juga sering disebut tangki netralisasi. Tangki reaksi netralisasi dilengkapi dengan alat sensor pH untuk mengontrol kondisi hasil reaksi (Mufidah, 2015).

C. Krom

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu jenis industri yang dalam proses produksinya banyak menggunakan air dan beberapa cairan kimia, seperti garam krom (III) dan senyawa sulfur. Terbuangnya krom bersama limbah cair merupakan cemaran bahan berbahaya dan beracun (B3) dikarenakan krom merupakan jenis limbah logam berat yang bersifat sulit terurai dan dapat terakumulasi dalam tubuh dan lingkungan. Krom murni bersifat tidak toksik, tetapi senyawanya dapat menimbulkan berbagai dampak negatif bagi kesehatan manusia maupun lingkungan diantaranya ulkus pada kulit dan selaput lendir, zat karsinogen, bersifat racun akut dan mutagenik melalui pernafasan dan pencernaan. Beberapa penelitian lain juga menunjukkan krom valensi tiga dapat berpotensi menyebabkan kanker dan mutasi genetik (Rohaeti, 2007).

Bahaya yang akan muncul, maka perlu dilakukan pengolahan (*treatment*) terhadap limbah cair penyamakan kulit sebelum dilepas ke lingkungan. Salah satu jenis industri yang menggunakan bahan berbahaya dan beracun (B3) pada proses produksinya adalah industri penyamakan kulit yang menggunakan senyawa kromium (Cr). Kromium termasuk dalam senyawa kulit berat yang dikenal memiliki daya racun yang tinggi. Ciri-ciri kromium diantaranya mempunyai spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4), mempunyai nomor atom 22-34, dan mempunyai respon biokimia spesifik pada organisme hidup. Berbeda dengan kulit biasa, kulit berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada mahluk hidup. Senyawa kromium (Cr) dalam limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari proses produksi penyamakan kulit, dimana dalam penyamakan kulit yang

menggunakan senyawa kromium sulfat antara 60%-70% dalam bentuk larutan kromium sulfat tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Keberadaan kromium dengan kadar yang tinggi dalam limbah cair industri penyamakan kulit tentunya dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Dampak kelebihan kromium pada tubuh akan terjadi pada saluran pernafasan, ginjal dan hati. Pengaruh terhadap saluran pernafasan yaitu iritasi paru-paru akibat menghirup debu kromium dalam jangka panjang dan mempunyai efek juga terhadap iritasi kronis dan pharingitis kronis. Pada pekerja *chrome-plating plants* dan penyamakan kulit sering terjadi kasus pada mucosa hidung. Krom heksavalen (Cr^{6+}) dari buangan industri penyamakan kulit biasanya terdapat dalam bentuk kromat. Keracunan kromat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistemik. Uap kromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernafasan dan kanker paru-paru, serta kerusakan kulit oleh garam krom sebagai borok krom. Mengingat bahaya dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh industri penyamakan kulit khususnya pada unit proses penyamakan kulit yang berupa limbah cair krom, maka pihak industri diharuskan untuk mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Kenyataan ini mendorong pihak industri memilih cara pengolahan yang murah dan efektif, yaitu pengolahan tersebut tidak memerlukan tempat atau lokasi yang luas juga diharapkan akan mendapatkan kualitas limbah krom yang memenuhi syarat (Asmadi E. W., 2009).

Secara teoritis pemisahan logam berat bisa dilakukan dengan cara pengendapan berbentuk hidroksida pada pH yang tepat, dan biasanya dalam kondisi basa. Usaha untuk mendapatkan pH yang tepat digunakan senyawa alkali. Salah satu logam yang termasuk dalam golongan transisi adalah kromium. Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam. Logam ini ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lainnya. Sebagai bahan mineral, Cr paling banyak ditemukan dalam bentuk chromite ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). Kadang-kadang pada batuan mineral chromite juga ditemukan logam-logam Mg, Al, dan senyawa SiO_2 . Logam-logam dan senyawa silikat tersebut dalam mineral chromite bukanlah merupakan penyusun pada chromite melainkan berperan sebagai pengotor (*impurities*). Senyawa kromium umumnya dapat berbentuk padatan (kristal CrO_3 , Cr_2O_3) larutan dan gas (uap dikromat). Dalam larutan yang bersifat basa dengan pH 8 sampai 10 terjadi pengendapan Cr dalam bentuk $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Sebenarnya kromium dalam bentuk ion trivalen tidak begitu berbahaya dibandingkan dengan bentuk heksavalen, akan tetapi apabila bertemu dengan oksidator dan kondisinya memungkinkan untuk Cr^{3+} tersebut akan berubah menjadi sama bahayanya dengan Cr^{6+} (Asmadi E. W., 2009). Komposisi atau kandungan zat yang terdapat dalam limbah cair yang akan diolah sangat berpengaruh terhadap hasil penurunan kadar kromium dalam limbah cair, sebab di dalam limbah cair yang diolah tidak hanya mengandung senyawa krom, tapi terdapat juga zat pencemar lain, misalnya zat organik dan anorganik.

D. Total Dissolved Solids (TDS)

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat dan kurun waktu tertentu. Cara untuk mengukur kualitas air diantaranya dapat diketahui dari parameter nilai TDS dan TSS (Mentari, 2014). *Total Dissolved Solids* (TDS) atau “benda padat yang terlarut” yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H_2O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan *parts per million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air.

Total Padatan Terlarut atau TDS adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air (Nicola, 2015). TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasa ditemukan di perairan (Effendi, 2003). Menurut Slamet (1994), bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan pada perairan akan naik pula.

TDS merupakan bahan-bahan terlarut dalam air yang tidak tersaring dengan kertas saring *millipore* dengan ukuran pori 0,45 μm . Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang terlarut dalam air, mineral dan

garam-garamnya. Penyebab utama terjadinya TDS adalah bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan. Sebagai contoh air buangan sering mengandung molekul sabun, deterjen dan surfaktan yang larut air, misalnya pada air buangan rumah tangga dan industri pencucian. Banyak zat terlarut yang tidak diinginkan dalam air. Mineral, gas, zat organik yang terlarut mungkin menghasilkan warna, rasa dan bau yang secara estetis tidak menyenangkan. Beberapa zat kimia mungkin bersifat racun, dan beberapa zat organik terlarut bersifat karsinogen. Cukup sering, dua atau lebih zat terlarut khususnya zat terlarut dan anggota golongan halogen akan bergabung membentuk senyawa yang bersifat lebih dapat diterima daripada bentuk tunggalnya (Misnani, 2010).

Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber, organik seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dari limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya (Hernowo, 2021). Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion, yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum. Sesuai regulasi dari *Environmental Protection Agency* (EPA) USA, menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500 mg/L (500 ppm). Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindak lanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS

disebabkan oleh kandungan potassium, khlorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (*short-term effect*), tapi ion-ion yang bersifat toksik (seperti timah arsenic, kadmium, nitrat dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air.

Pada pengukuran TDS menggunakan alat berupa TDS meter, TDS meter merupakan salah satu alat ukur penentu mutu air, yang berguna untuk mengukur banyaknya padatan-padatan yang terlarut dalam air. Karena nilai TDS sangat bergantung dari perubahan temperatur, maka diperlukan sebuah kompensasi temperatur agar pembacaan nilai TDS tetap sesuai dengan temperatur ruang. TDS meter berfungsi untuk menghitung padatan terlarut di air minum yang tidak terlihat oleh mata manusia. Salah satu cara untuk mengukur yakni dengan menggunakan alat yang dinamakan TDS meter. Cara ini dapat mengukur berapa jumlah padatan yang terlarut didalamnya dalam satuan ppm (mg/L) yang ditunjukkan berbentuk angka digital. Unit yang dipakai yaitu *part per million* (ppm) atau bagian per sejuta (Hernowo, 2021).

E. Turbiditas

Kekeruhan dapat diartikan sebagai ukuran relatif kejernihan air. Kekeruhan bukanlah ukuran langsung dari partikel tersuspensi dalam air tetapi sebaliknya, yaitu ukuran efek hamburan partikel-partikel tersebut terhadap cahaya. Kekeruhan mengukur seberapa besar partikel-partikel itu memengaruhi cahaya yang ditransmisikan melalui air, atau bagaimana cahaya itu memantulkan partikel di dalam air (Husaini, 2018). Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik

yang bersifat organik maupun anorganik yang mengapung dan terurai dalam air. Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya dalam air. Sedimen seringkali menempati urutan teratas dalam daftar zat atau polutan yang menyebabkan kekeruhan. Namun, Daerah Aliran Sungai (DAS) apa pun memiliki banyak sumber polutan atau fitur fisik yang bisa mempengaruhi kejernihan air seperti bahan kimia.

F. Jar Tes

Prinsip yang digunakan untuk mengolah limbah cair secara kimia adalah menambahkan bahan kimia (koagulan) yang dapat mengikat bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah, kemudian memisahkannya dengan cara mengendapkan atau mengapungkan.

Kekeruhan dalam air limbah dapat dihilangkan melalui penambahan bahan kimia yang disebut koagulan dan flokulan. Pada umumnya bahan seperti *Aluminium Sulfat* (Tawas), *Ferro Sulfat* (FeSO_4), *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) atau Polielektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan. Untuk menentukan dosis optimal, koagulan yang sesuai, dan pH yang digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Secara sederhana dapat dilakukan dalam laboratorium dengan menggunakan metode *jar tes* yang merupakan model sederhana dari proses koagulasi.

Jar tes adalah rangkaian tes untuk mengevaluasi proses-proses koagulasi dan flokulasi serta menentukan dosis pemakaian bahan kimia. Penambahan bahan

kimia tidak dapat dilakukan sembarang, harus dosis yang tepat dan bahan kimia yang cocok serta harus memperhatikan pHnya. Sehingga *jar tes* bertujuan untuk mengoptimalkan pengurangan polutan dengan (Risdianto, 2007).

1. Mengevaluasi koagulan dan flokulan.
2. Menentukan dosis bahan kimia.
3. Mencari pH yang optimal.

Metode *jar tes* digunakan untuk mengevaluasi proses-proses koagulasi serta untuk menentukan dosis pemakaian bahan kimia. Penentuan dosis optimum bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan yang paling efektif untuk menghilangkan partikel koloid karena penambahan koagulan yang kurang maupun yang berlebih tidak menjamin hasil yang diperoleh baik. Menurut Suryadiputra (1995), penambahan koagulan yang semakin banyak dapat menyebabkan pemecahan kembali padatan yang sudah terbentuk, dikarenakan dosis koagulan mencapai konsentrasi berlebih sehingga terjadi penstabilan kembali muatan koloid yang terbentuk yang menyebabkan koloid menjadi stabil kembali. Prinsip koagulasi dan flokulasi yaitu proses destabilisasi partikel koloid dan memperbesar laju pembentukan flok.

Pada pengujian dengan metode *jar tes* dilakukan pengadukan secara cepat dan lambat. Pengadukan secara cepat berfungsi untuk menyebarkan bahan kimia, sehingga koagulan dan sampel tercampur merata. Sedangkan pengadukan secara lambat berfungsi agar campuran koagulan dengan sampel limbah yang telah merata membentuk gumpalan atau flok dan dapat mengendap dengan cepat.

Jar tes adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimal dari koagulan, digunakan pada proses pengolahan air, untuk mengevaluasi koagulan dan flokulan dan mencari pH optimal (Hanum, 2002). Kekeruhan air dapat dihilangkan melalui pembubuhan koagulan. Umumnya koagulan tersebut berupa $Al_2(SO_4)_3$, namun dapat pula berupa garam $FeCl_3$. Selain pembubuhan koagulan diperlukan pengadukan sampai terbentuk flok, dimana flok ini membantu mengumpulkan partikel-partikel kecil dan koloid yang tumbuh yang akhirnya bersamasama mengendap. Standar nasional untuk metode pengujian koagulasi flokulasi, yaitu *jar tes* yang telah menjadi standar nasional yaitu SNI 19-6449-2000. Dalam hal ini, termasuk cara kerja umum untuk pengolahan air, dalam rangka mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid dan yang tidak mengendap dalam air dengan menggunakan bahan kimia dalam proses koagulasi flokulasi, yang dilanjutkan dengan pengendapan secara gravitasi. Uji koagulasi flokulasi dilaksanakan untuk menentukan dosis bahan-bahan kimia dan persyaratan yang digunakan untuk memperoleh hasil optimum. Variabel-variabel utama yang dikaji sesuai dengan yang disarankan, termasuk: bahan kimia pembantu, pH, temperatur dan persyaratan tambahan dan kondisi campuran (Hanum, 2002).

G. Koagulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan partikel koloid, suspended solid halus dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia secara merata. Dalam suatu suspensi, koloid tidak mengendap (bersifat stabil) dan terpelihara dalam keadaan terdispersi,

karena mempunyai gaya elektrostatis yang diperolehnya dari ionisasi bagian permukaan serta absorpsi ion-ion dari larutan sekitar. Pada dasarnya koloid terbagi dua, yakni koloid hidrofilik yang bersifat mudah larut dalam air (*soluble*) dan koloid hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air (*insoluble*).

Secara umum proses koagulasi adalah pembubuhan bahan kimia ke dalam air limbah yang akan diolah dengan maksud agar partikel-partikel yang susah mengendap dalam air mengalami destabilisasi dan saling berikatan membentuk flok yang lebih besar dan berat, sehingga mudah mengendap di bak sedimentasi dan atau bak filtrasi. Oleh karena itu nilai kecepatan proses koagulasi dianjurkan berkisar antara 100 rpm dalam waktu 1 menit (Juhana, 2021).

Pada proses koagulasi *jar tes* digunakan untuk mencari bahan kimia apa yang cocok untuk air limbah tertentu dan beberapa dosis yang dibutuhkan untuk memperoleh hasil yang optimal. Proses koagulasi ini dengan pengadukan cepat supaya terjadi turbulensi yang baik agar bahan kimia dapat menangkap partikel-partikel koloid. Pengadukan cepat hanya dilakukan sebentar saja 30-60 detik (Risdiyanto, 2007).

Menurut Sudarmo (2004), di dalam proses koagulasi pada pengolahan air limbah, apabila kekuatan ionik dalam air sangat kecil sehingga menyebabkan kondisi koloid stabil. Sehingga koloid susah saling berikatan, karena memiliki muatan yang sama. Oleh karena itu, diperlukan proses koagulasi agar destabilisasi koloid terjadi. Ada beberapa daya yang menyebabkan koloid stabil, antara lain adanya gaya elektrostatis, yaitu gaya tolak-menolak terjadi jika koloid-koloid mempunyai muatan sejenis.

Cara untuk menghilangkan kondisi stabil tersebut, maka harus mengubah gaya interaksi di antara koloid dengan pembubuhan bahan kimia yang berfungsi sebagai donor muatan, supaya gaya tarik-menarik menjadi lebih besar. Ada 3 (tiga) faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu:

1. Jenis bahan kimia koagulan yang dipakai
2. Dosis pembubuhan bahan kimia
3. Pengadukan dari bahan kimia

Ketiga faktor ini saling berkaitan antara satu dengan lainnya. Penentuan ketiga faktor tersebut harus dilakukan pertimbangan yang baik. Jenis bahan koagulan yang umum dipakai, antara lain:

- 1) Koagulan garam logam

Contoh: *Aluminium Sulfat* ($Al_2(SO_4)_3$), *Ferri Chlorida* ($FeCl_3$), *Ferro Chlorida* ($FeCl_2$), *Ferri Sulfat* ($Fe_2(SO_4)_3$)

- 2) Koagulan polimer kationik

Contoh: *Aluminium Formulasi Chlorida* (AFC), *Poly Aluminium Chlorida* (PAC)

Air mengandung partikel-partikel koloid yang terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu singkat. Partikel-partikel koloid tersebut tidak dapat menyatu menjadi partikel yang lebih besar karena pada umumnya partikel tersebut bermuatan listrik yang sama, sehingga dibutuhkan penambahan bahan kimia seperti koagulan yang dapat mendestabilkan partikel-partikel koloid. Koagulasi adalah proses adsorpsi dari koagulan terhadap partikel koloid sehingga menyebabkan destabilisasi partikel (Risdianto, 2007).

Menurut (Hernowo, 2021) Faktor –faktor yang mempengaruhi proses koagulasi :

- 1) Suhu air rendah daerah pH optimum akan berubah dosis berubah.
- 2) Derajat keasaman (pH) hasil koagulasi baik bila pH optimum, Tiap jenis koagulan mempunyai pH optimum berbeda.
- 3) Jenis koagulan pemilihan berdasarkan segi ekonomis dan daya efektivitas. Bentuk larutan lebih efektif dibandingkan bentuk serbuk atau butiran.
- 4) Tingkat kekeruhan rendah proses destabilisasi sukar terjadi, jika tinggi destabilisasi cepat terjadi.
- 5) Dosis koagulan bila sesuai yang dibutuhkan maka proses pembentukan inti flok akan berjalan lancar .
- 6) Kecepatan pengadukan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap pembentukan flok dan daya yaitu penentuan turbulensi.
- 7) Alkalinitas dapat membentuk flok dengan menghasilkan ion Hidroksida gugus (OH).

H. Flokulasi

Proses flokulasi ini dalam pengolahan air limbah, bertujuan untuk mempercepat proses penggabungan flok-flok yang telah dibibitkan pada proses koagulasi. Partikel yang telah stabil saling ukurannya makin lama makin besar dan mudah mengendap. Kecepatan pengadukan merupakan faktor penting dalam proses flokulasi. Jika kecepatan terlalu tinggi, gaya geser yang timbul akan mencegah pembentukan flok, sebaliknya jika terlalu rendah, proses penggabungan antar

partikulat tidak akan terjadi dan flok besar mudah mengendap akan sulit dihasilkan. Untuk itu nilai kecepatan proses flokulasi dianjurkan berkisar antara 25 rpm dalam waktu 15 menit (Juhana, 2021).

Setelah selesai proses koagulasi, proses yang terjadi dilanjutkan pada tahap ke dua yaitu proses flokulasi dimana terjadi penggabungan partikel-partikel yang tidak stabil sehingga membentuk flok yang lebih besar dan lebih cepat dapat dipisahkan. Sering kali flok yang terbentuk tidak begitu bagus sehingga dibutuhkan bahan kimia tambahan yang dapat membantu penggabungan flok-flok tersebut sehingga menjadi flok yang lebih besar. Proses koagulasi, flokulasi dapat dijelaskan dengan teori jembatan kimia (Risdianto, 2007).

Bahan kimia yang digunakan untuk koagulasi dan flokulasi diantaranya : PAC merupakan polimer aluminium sejenis tawas yang mempunyai kandungan klorida misalnya $Al_2(SO_4)_3$. Polimer Aluminium adalah merupakan jenis koagulan baru sebagai hasil riset dan pengembangan teknologi pengolahan air limbah. PAC dapat digunakan karena koagulan ini mempunyai kemampuan koagulasi yang kuat, cocok digunakan untuk pengolahan air limbah (Hernowo, 2021). Koagulan PAC merupakan salah satu koagulan yang efektif karena menghasilkan air dengan kekeruhan yang berbeda dengan cepat, menggenerasi lumpur lebih sedikit, dan juga meninggalkan lebih sedikit residu aluminium pada air yang diolah.

Penambahan koagulan ke dalam limbah menyebabkan koloid dan partikel tersuspensi lainnya bergabung membentuk partikel berat (flok). Proses kontaminan seperti bahan pengotor padatan yang tidak dapat dihilangkan dengan penyaringan biasa. Penambahan koagulan PAC ke limbah akan menetralsi partikel bermuatan

negatif. Hal tersebut dikarenakan PAC memiliki muatan positif yang tinggi dan dapat mengikat koloid secara kuat untuk membentuk agregat (Andriani, 2017). PAC memiliki keunggulan yaitu terbukti lebih efisien dalam dosis yang lebih rendah, *range* pH yang lebih luas, tidak terpengaruh suhu dan koloid daripada koagulan konvensional sederhana, yang akan mempengaruhi biaya dan operasi pengolahan air yang lebih efektif (Fachrul, 2020).

Bahan koagulan kedua yang digunakan untuk pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit adalah koagulan FeCl_3 . Koagulan FeCl_3 berfungsi efektif untuk pH yang lebih tinggi dari 4,5. Bahan ini sesuai dengan intensitas warnanya tinggi dan air yang kesadiahannya rendah. Koagulan FeCl_3 memberikan rentang kondisi optimum yang lebih lebar daripada Al_2SO_4 (pH 4-8). FeCl_3 dengan kondisi pH optimum akan mampu mengikat bahan-bahan organik dengan cepat dan membentuk flok-flok yang kuat sehingga dapat mempercepat proses pengendapan.

Penambahan 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. FeCl_3 digunakan sebagai koagulan karena sifatnya yang akan mengion di dalam air menjadi kation 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. Dengan demikian 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 FeCl_3 mempunyai muatan positif pada permukaan larutannya 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 (Umah, 2018).

Flokulan yang digunakan pada proses flokulasi adalah jenis flokulan basiflok. Flokulan adalah bahan yang ditambahkan untuk meningkatkan proses flokulasi, yang bertujuan untuk mengikat gumpalan-gumpalan yang terbentuk akibat penambahan koagulan (inti flok) sehingga gumpalan yang terbentuk lebih besar lagi dan dapat disaring (Partuti, 2017).

I. Atomic Absorption Spectrophotometry

Menurut Wulandari (2015), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas. Sedangkan metodenya disebut dengan spektrofotometri. Pada pengolahan air limbah yang dilakukan setelah proses *jar tes* dan didapatkan konsentrasi optimum, dilakukan metode pengujian kadar krom dan Fe dengan menggunakan AAS.

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak bergantung pada temperatur. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang bertukar radiasi. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas. Adanya absorpsi atau emisi radiasi disebabkan adanya transisi elektronik yaitu perpindahan elektron dalam atom, dari tingkat energi yang satu ke tingkat energi lain.

BAB III

METODE KARYA AKHIR

A. Tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan pada industri penyamakan kulit PT. Adi Satria Abadi yang berlokasi di daerah Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian skala Laboratorium dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Limbah Politeknik ATK Yogyakarta. Penelitian pengolahan air limbah dilakukan pada 14 – 17 Maret 2022.

B. Rancangan Tugas Akhir

Metode yang digunakan adalah eksperimen yaitu berupa percobaan dengan skala laboratorium. Variabel yang digunakan pada eksperimen tugas akhir ini yaitu pengaruh jenis koagulan dengan variasi dosis yang sama dan pH awal koagulasi yaitu pH 7 pada masing- masing sampel. Penelitian diawali dengan membuat rancangan penelitian atau pre-eksperimen dengan rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Jenis Koagulan	pH awal limbah	Variasi dosis koagulan (%)	Parameter yang diujikan
PAC	7	1, 2,3,4, dan 5	Kadar krom, <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) dan Turbiditas
FeCl ₃	7	1, 2,3,4, dan 5	Kadar krom dan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) dan Turbiditas

C. Objek Tugas Akhir

Obyek tugas akhir kali ini adalah pengambilan limbah cair industri penyamakan kulit pada bak netralisasi dan ekualisasi PT. Adi Satria Abadi di daerah Banyakan Sitimulyo, Piyungan Kabupaten Bantul DIY. Sampel limbah cair penyamakan kulit yang digunakan untuk mengukur kadar krom total dan *Total Dissolved Solids* (TDS) dengan menggunakan dua jenis koagulan yang berbeda yaitu PAC dan FeCl_3 dengan variasi dosis yang sama. Pada saat pengambilan sampel, limbah diukur pH-nya terlebih dahulu tujuannya untuk memastikan pH 7 sebelum dilakukan *treatment* selanjutnya. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan jerigen berukuran 20 L dengan mengambil sampel limbah sebanyak ± 15 L.

Pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit untuk mengurangi kadar krom total pada limbah dilakukan dengan koagulasi flokulasi dengan percobaan skala laboratorium atau *jar tes*. Tujuan dilakukan koagulasi dengan jenis koagulan yang berbeda adalah untuk mengetahui dosis optimum koagulan yang paling efektif menurunkan kadar krom dan TDS. Pengujian krom total menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) atau Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pengujian TDS menggunakan TDS meter.

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu flokulator, turbidimeter, gelas beaker 500 ml sebanyak 5 buah dan gelas beaker berukuran 100 ml sebanyak 10 buah, kertas pH, gelas ukur 100 ml, pengaduk, kaca arloji, neraca analitik, pipet

tetes, pipet volume 5 ml, labu ukur berukuran 100 ml sebanyak 6 buah, corong kaca, kertas label, dan *cutter*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel limbah cair diperoleh dari bak netralisasi dan ekualisasi PT. Adi Satria Abadi, Banyakan, Sitimulyo DIY. Koagulan PAC dan FeCl_3 dengan dosis masing-masing 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Flokulan yang digunakan yaitu polielektrolit baseflok 1% sebanyak 1 gram dan akuades sebagai pelarut.

E. Prosedur Kerja

E.1 Tahapan Pengambilan Sampel Limbah

Sampel limbah cair diambil dari PT. Adi Satria Abadi pada bak ekualisasi dan netralisasi. Sampel limbah diambil sebanyak ± 15 L dengan menggunakan timba dan dimasukkan kedalam jerigen.



Gambar 2. Pengambilan Limbah Cair

E.2 Tahapan Pembuatan Koagulan dan Flokulan

Pembuatan koagulan dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Limbah Politeknik ATK Yogyakarta. Bahan-bahan yang digunakan untuk proses koagulasi diantaranya : *Ferri Chlorida* (FeCl_3) dan *Poly Aluminium Chlorida* (PAC).

a) Pembuatan Koagulan *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) Dosis 1%,2%,3%,4%, dan 5%

- 1) Koagulan PAC dengan dosis 1%,2%,3%,4%, dan 5% dibuat masing-masing dengan menimbang 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, dan 5 gram kemudian dilarutkan ke dalam labu takar 100 mL dengan akuades sampai tanda batas, dikocok hingga larutan homogen. Pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis atau dapat juga dilakukan dengan menimbang 1 gram koagulan PAC kemudian dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 5 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,05 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,05 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,16 gram/1 L. Pembuatan koagulan PAC 2 gram kemudian dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 10 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,1 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,1 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,33 gram/1 L. Pembuatan koagulan PAC 3 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk

masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 15 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,15 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,15 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,5 gram/1 L. Pembuatan koagulan PAC 4 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 20 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,2 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,2 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,66 gram/1 L. Pembuatan koagulan PAC 5 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 25 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,25 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,25 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,83 gram/1 L. Pembuatan larutan koagulan dapat dilihat pada Lampiran 3.

- 2) Larutan koagulan dengan dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% disimpan dalam labu takar 100 mL dan diberi label



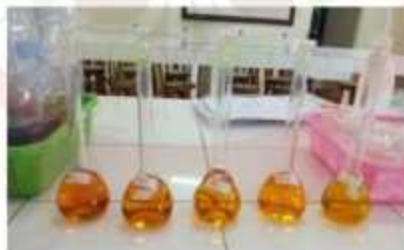
Gambar 3. Koagulan PAC Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%

a) Pembuatan Koagulan *Ferri Chlorida* (FeCl_3) Dosis 1%,2%,3%,4%, Dan 5%

- 1) Koagulan FeCl_3 dengan dosis 1%,2%,3%,4%, dan 5% dibuat masing-masing dengan menimbang 1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram, dan 5 gram kemudian dilarutkan ke dalam labu takar 100 mL dengan akuades sampai tanda batas, dikocok hingga larutan homogen. Pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis atau dapat juga dilakukan dengan menimbang 1 gram koagulan FeCl_3 kemudian dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 5 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,05 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,05 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,16 gram/1 L. Pembuatan koagulan FeCl_3 2 gram kemudian dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 10 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,1 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,1 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,33 gram/1 L. Pembuatan koagulan FeCl_3 3 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 15 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,15 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,15 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,5 gram/1 L. Pembuatan koagulan FeCl_3 4 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades,

pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 20 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,2 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,2 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,66 gram/1 L. Pembuatan koagulan FeCl_3 5 gram dilarutkan kedalam 100 mL akuades, pengambilan koagulan 5 mL untuk masing-masing dosis untuk mengolah 300 mL air limbah kemudian 25 mL dikalikan 100 maka didapatkan 0,25 gram/300 mL air limbah atau jika dikonversi ke dalam 1 liter air limbah maka 0,25 gram dikalikan 1000 mL dibagi 300 mL air limbah maka didapatkan 0,83 gram/1 L. Pembuatan larutan koagulan dapat dilihat pada Lampiran 3.

- 2) Larutan koagulan dengan dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% disimpan dalam labu takar 100 mL dan diberi label



Gambar 4. Koagulan FeCl_3 Dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%

1) Pembuatan Baseflok Dosis 1%

- 1) Sebanyak 1 gram baseflok polielektrolit ditimbang kemudian dilarutkan dengan akuades dan dikocok hingga larut
- 2) Kemudian dimasukkan ke labu ukur 100 mL dan ditambah akuades sampai tanda batas.



Gambar 5. Larutan Baseflok Dosis 1%

2) Jar Tes

Menurut Husaini (2018), *jar tes* adalah suatu metode pengujian untuk mengetahui kemampuan suatu koagulan dan menentukan kondisi operasi (dosis) optimum pada proses penjernihan air dan air limbah. Besaran yang diukur dan dicatat dalam *jar tes* ini meliputi pH air limbah dan kekeruhannya serta dosis penambahan koagulan untuk volume air limbah tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan koagulan dalam pengolahan air limbah yang sebenarnya. Metode *jar tes* mensimulasikan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi (*suspended solid*) dan zat-zat organik yang dapat masalah kekeruhan, bau dan rasa. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang

berguna akan diperoleh untuk membantu operator IPAL dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan. *Jar tes* memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses seperti: dosis koagulan dan koagulan pembantu, pH, metode pembubuhan bahan kimia, kecepatan aliran larutan kimia, waktu dan intensitas pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) serta waktu penjernihan (Juhana, 2021). Tahapan proses pada *jar tes* yaitu:

- 1) *Jar tes* diawali dengan pengukuran pH sampel limbah awal dan didapatkan pH 7 pada sampel limbah
- 2) Sampel limbah murni dilakukan pengukuran dengan turbidimeter untuk mengetahui kekeruhan sampel limbah awal
- 3) Diambil masing-masing 300 mL sampel limbah awal dimasukkan ke dalam masing-masing gelas beaker berukuran 500 mL (10 gelas beaker)
- 4) Masing-masing sampel limbah diberi label berdasarkan dosis dan jenis koagulan yang digunakan
- 5) Setelah itu ke dalam masing-masing gelas beaker di tambahkan 5 mL koagulan dengan konsentrasi berbeda PAC (1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%) dan FeCl_3 (1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%)
- 6) Flokulator disiapkan dan sampel limbah disusun sesuai dengan kategori jenis koagulan dan dosis yang telah ditetapkan
- 7) Kecepatan flokulator diatur 100 rpm dengan waktu 1 menit untuk proses koagulasi

- 8) Flokulator dinyalakan hingga alat berhenti sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan
- 9) Flokulan baseflok ditambahkan ke dalam masing-masing sampel limbah sebanyak 1 sendok atau ± 3 mL
- 10) Pengaturan kecepatan flokulator pada proses flokulasi yaitu 25 rpm dengan waktu 15 menit
- 11) Sampel limbah yang sudah diolah secara koagulasi dan flokulasi dengan *jar tes* didiamkan selama 15 menit sampai flok-flok mengendap dengan sempurna
- 12) Disiapkan alat turbidimeter yang sebelumnya telah dikalibrasi
- 13) Pengukuran turbiditas dilakukan dengan dimasukkan masing-masing sampel ke dalam kuvet dan tutup alat turbidimeter, di tekan tombol read hasilnya pun akan keluar
- 14) *Jar tes* dilakukan pengulangan sebanyak 2x



Gambar 6. (a) *Jar Tes* dengan PAC



Gambar 7. (b) *Jar Tes* dengan Koagulan FeCl_3

- 3) **Pengukuran Kadar Krom Total dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)***

Alat spektrofotometri serapan atom untuk penentuan ion-ion logam yang terlarut. Dengan membakar larutan yang mengandung ion logam tersebut (api dari udara bertekanan dan asetilen), ion tersebut memberi warna tertentu pada api pembakaran. Absorbansi oleh api terhadap sinar yang bersifat warna yang komplementer, seimbang dengan kadar ion. Sinar tersebut berasal dari lampu khusus pada alat (Alaerts, 1987).

- 1) Setelah diketahui dosis optimum dari kedua jenis koagulan dari hasil nilai Turbiditas dan jenis flok, maka dilakukan pengukuran kadar krom total dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
- 2) Sebelum dilakukan pengujian, alat yang akan digunakan dikalibrasi terlebih dahulu
- 3) Selanjutnya sampel limbah dengan hasil terbaik, dilakukan pengujian dengan mengambil ± 10 ml sampel limbah dari jenis koagulan PAC dan FeCl_3
- 4) Dimasukkan ke dalam botol uji dan dilakukan pengujian dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
- 5) Kemudian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali
- 6) Hasil dari pengujian metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) akan keluar dari layar komputer yang telah terhubung dengan alat



Gambar 8. Alat Uji *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)

4) **Pengujian kadar Fe dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)**

Menurut Simangunsong (2016), kebanyakan limbah industri dan limbah penduduk dibuang ke sungai, sumur, atau danau. Tanpa kita sadari limbah tersebut banyak mengandung zat-zat beracun dan bahan-bahan metal terlarut sehingga dapat menimbulkan pencemaran. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah yang mengandung persenyawaan logam dengan kadar tinggi misalnya besi (Fe) dan seng (Zn) dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia dan kehidupan lainnya, sehingga perlu ditetapkan kadarnya dalam limbah cair industri. Untuk mencegah terjadinya pencemaran air maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran air dengan menetapkan baku mutu lingkungan termasuk baku mutu limbah cair. Baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber

pencemar ke dalam air pada sumber air sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air (Kristanto, 2004).

Peristiwa serapan atom pertama kali diamati oleh Fraunhofer, ketika mengamati garis-garis hitam pada spektrum matahari. Spektroskopi serapan atom pertama kali digunakan pada tahun 1955 oleh Walsh. Sesudah itu tidak kurang dari 65 unsur diteliti dan dapat dianalisis dengan cara tersebut. Spektroskopi serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sekelumit dan sangat kelumit. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut.

- 1) Sama seperti pada pengujian kadar krom total, pada pengukuran kadar Fe dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
- 2) Diambil masing-masing ± 10 ml sampel limbah murni dan sampel limbah yang sudah dilakukan proses koagulasi dengan menggunakan koagulan FeCl_3
- 3) Setelah itu dimasukkan ke dalam botol uji dan dilakukan pengujian dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
- 4) Kemudian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali
- 5) Hasil dari pengujian metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) akan keluar dari layar komputer yang telah terhubung dengan alat



Gambar 9. Sampel Limbah Yang Akan Diujikan



Gambar 10. Cara Kerja *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)

- 5) **Pengujian TDS dengan menggunakan alat TDS meter**
 - 1) Sebelum dilakukan treatment *jar tes* terlebih dahulu sampel limbah diukur pH-nya dan didapatkan pH 7 pada sampel limbah
 - 2) Setelah itu, sampel limbah murni dilakukan pengukuran dengan menggunakan TDS meter sebelum dilakukan proses koagulasi
 - 3) Setelah selesai dilakukan proses koagulasi, masing-masing sampel dilakukan pengujian dengan menggunakan TDS meter
 - 4) Masing-masing sampel diambil \pm 300 ml dari 2 jenis koagulan PAC dan FeCl_3

- 5) Setelah itu, dilakukan pengujian dengan mencelupkan indikator TDS meter ke dalam sampel
- 6) Hasilnya dapat dibaca pada layar TDS meter



Gambar 11. Alat TDS Meter



Gambar 12. Pengukuran Sampel Limbah Dengan TDS Meter

F. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ini berisi tentang sejumlah informasi dan data-data yang dibutuhkan untuk mengetahui proses pengolahan limbah yang terdapat di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. Adi Satria Abadi. Metode penyelesaian masalah pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan kajian literatur yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah secara efektif. Berikut merupakan langkah-langkah dari metode pengumpulan data penyelesaian tugas akhir dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Data Primer

Data ini diperoleh dari proses mengobservasi dan mengikuti semua kegiatan proses pengolahan limbah cair industri di bagian instalasi pengolahan air limbah (IPAL) PT. Adi Satria Abadi, Yogyakarta.

2. Data sekunder

Data ini dapat diperoleh dari :

a. Data Internal

Data yang diperoleh dari staff dan konsultan yang ada di PT. Adi Satria Abadi, Yogyakarta.

b. Data Eksternal

Data yang diperoleh dari literatur dan perpustakaan diluar PT. Adi Satria Abadi, Yogyakarta.

