

PENGARUH KOAGULAN ALAMI BIJI ASAM JAWA TERHADAP PENURUNAN KADAR COD LIMBAH TEKSTIL ZAT WARNA DISPERSI

Laporan Penelitian

Disusun untuk Memenuhi Tugas Akhir Guna Mencapai Gelar
Sarjana di Bidang Ilmu Teknik Kimia

Oleh:

Aliya Nur Rahmah
(2016620053)

Pembimbing:

Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

BANDUNG

2021

LEMBAR PENGESAHAN

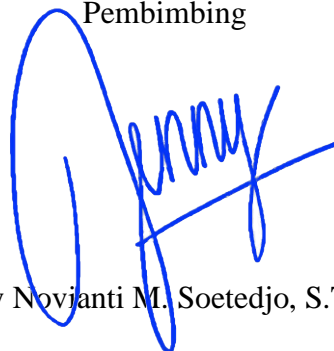
**JUDUL : PENGARUH KOAGULAN ALAMI BIJI ASAM JAWA TERHADAP
KADAR COD LIMBAH TEKSTIL ZAT WARNA DISPERSI**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 1 Maret 2021

Pembimbing



Dr. Jenny Novjanti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aliya Nur Rahmah

NPM : 2016620053

dengan ini menyatakan bahwa laporan proposal dengan judul:

**Pengaruh Koagulan Alami Biji Asam Jawa terhadap Penurunan Kadar COD
Limbah Tekstil Zat Warna Dispersi**

adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 1 Maret 2021



Aliya Nur Rahmah
(2016620053)

INTISARI

Air memiliki peran penting di kehidupan seluruh makhluk hidup, namun kesediaannya terbatas karena banyak sumber air yang tercemar akibat limbah cair industri yang dibuang tanpa diolah terlebih dahulu. Salah satu industri yang memiliki limbah dengan pengotor terbanyak adalah industri tekstil. Untuk mengolah limbah cair dapat digunakan metode koagulasi dengan menggunakan bantuan zat kimia yang disebut sebagai koagulan. Metode ini banyak digunakan karena memiliki keuntungan seperti biaya yang murah, memiliki efektivitas yang tinggi, dan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis zat warna. Koagulan yang berasal dari bahan kimia memiliki kekurangan seperti tidak bersifat *eco-friendly* dan dapat membahayakan kesehatan jika dikonsumsi sehingga dibutuhkan alternatif berupa koagulan alami yang lebih bersifat *eco-friendly*, tidak berbahaya bagi kesehatan, dan memiliki harga yang lebih terjangkau.

Dalam penelitian ini dilakukan kajian pengolahan limbah tekstil sintetik dengan menggunakan biji asam jawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan kondisi terbaik dari biji asam jawa tanpa kulit sebagai koagulan untuk menurunkan konsentrasi zat warna dan COD pada limbah tekstil sintetik. Limbah tekstil sintetik yang digunakan adalah larutan zat warna C.I. *Disperse Red 60* dan C.I. *Disperse Yellow 54*. Metode yang digunakan adalah metode pengadukan sederhana. Rancangan penelitian dibuat dengan menggunakan design expert versi 7.0.0 dengan metode *Central Composite Design* (CCD). Variabel yang divariasikan adalah pH pada rentang 3-11 dan dosis koagulan pada rentang 3-5 g/L. Respon yang diamati adalah %-penurunan COD yang dianalisis dengan menggunakan *spectroquant*.

Penelitian dengan menggunakan limbah tekstil sintetik warna C.I. *Disperse Red 60* dan C.I. *Disperse Yellow 54* dan koagulan alami biji asam jawa tanpa kulit menunjukkan bahwa variasi pH dan dosis koagulan sangat berpengaruh terhadap %-penurunan kadar COD. Diperoleh kondisi terbaik untuk zat warna C.I. *Disperse Red 60* adalah pada pH 7, dosis 5 g/L dengan penurunan kadar COD sebesar 12 %. Kondisi terbaik untuk zat warna C.I. *Disperse Yellow 54* adalah pada pH 9, dosis 5 g/L dengan penurunan kadar COD sebesar 16 %. Berdasarkan penelitian ini diperoleh kecenderungan bahwa zat warna dispersi dapat dilakukan pada suasana cenderung basa dan kondisi terbaik pH dan dosis koagulan dipengaruhi oleh warna yang terkandung pada limbah cair tekstil.

Kata kunci: Limbah Tekstil Sintetik, Koagulasi, Koagulan Alami, Biji Asam Jawa, Zat Warna Dispersi, COD

ABSTRACT

Water has an important role in the lives of all living things, but its availability is limited because a lot of water sources are polluted due to industrial wastewater which is disposed without being treated first. One of the industries that has the most pollutant waste is the textile industry. To treat wastewater, a coagulation method can be used by using the help of chemicals known as coagulants. This method is widely used because it has advantages such as low cost, high effectiveness, and can be applied to various types of dyes. Coagulants derived from chemicals have disadvantages such as not being eco-friendly and can endanger health if consumed and an alternative is needed in the form of natural coagulants that are more eco-friendly, harmless to human and environment, and affordable.

In this research, a study of treatment of synthetic textile wastewater was carried out using tamarind seeds. This study aims to determine the ability and terbaik conditions of tamarind seeds without the skin as a coagulant to reduce the concentration of dye and COD in synthetic textile wastewater. C.I. Disperse Red 60 and C.I. Disperse Yellow 54 are being used as synthetic textile wastewater. The method used was a simple stirring method. The research design was made using Design Expert version 7.0.0 with Central Composite Design (CCD) method. The variables varied were pH in the range 3-11 and the coagulant dose in the range 3-5 g/L. The observed response was %-decrease in COD levels and being analyzed using a spectroquant.

Researched is done by using synthetic textile wastewater with the colors are C.I. Disperse Red 60 and C.I. Disperse Yellow 54 and the natural coagulant of tamarind seeds without the skin showed that variations in pH and coagulant dose greatly affected the %-decrease in COD levels. The terbaik conditions for the disperse dyes are obtained. Disperse Red 60 is at pH 7, dose 5 g/L with a decrease in COD levels by 12% and the terbaik conditions for C.I. Disperse Yellow 54 is at pH 9, dose 5 g/L with a decrease in COD levels by 16%. Based on this research, it is found that the dispersion dye can be carried out in an alkaline environment and the terbaik conditions for pH and coagulant dose are influenced by the color contained in textile wastewater.

Key words: Synthetic Textile Waste, Coagulation, Natural Coagulant, Tamarind Seed, Disperse Dyes, COD

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, proposal penelitian dengan judul “Pengaruh Koagulan Alami Biji Asam Jawa terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Tekstil Zat Warna Dispersi” dapat selesai dengan baik. Proposal ini disusun untuk memenuhi tugas akhir pendidikan sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyusun laporan penelitian, terutama kepada:

1. Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama menyusun proposal penelitian ini;
2. PT. Putera Mulya Terang Indah yang telah memberikan akses bagi kami untuk memperoleh bahan baku penelitian ini;
3. Orang tua, sahabat, teman-teman, dan kakak kelas yang selalu memberikan bantuan dan dorongan, semangat, dan motivasi;
4. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini sehingga selesai tepat waktu.

Penulis menyadari dengan adanya kekurangan dalam penyusunan proposal penelitian karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Dengan demikian, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Penulis berharap laporan proposal ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 1 Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	III
SURAT PERNYATAAN	IV
LEMBAR REVISI	V
KATA PENGANTAR.....	VI
INTISARI.....	XIII
BAB I.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TEMA SENTRAL MASALAH.....	4
1.3 RUMUSAN MASALAH.....	4
1.4 PREMIS.....	5
1.5 HIPOTESIS	12
1.6 TUJUAN PENELITIAN	12
1.7 MANFAAT PENELITIAN.....	12
BAB II	13
2.1. AIR.....	13
2.1.1. Air Bersih	14
2.1.2. Sumber Pencemaran Air.....	14
2.1.3. Indikator Pencemaran Air.....	15
2.2. LIMBAH.....	16
2.2.1. Limbah Tekstil	18
2.3. ZAT WARNA PADA INDUSTRI TEKSTIL	19
2.3.1. Zat Warna Asam	19
2.3.2. Zat Warna Basa	20
2.3.3. Zat Warna Direk.....	20
2.3.4. Zat Warna Mordan.....	21
2.3.5. Zat Warna Azoat atau Naftol	21
2.3.6. Zat Warna Bejana.....	22
2.3.7. Zat Warna Belerang (Sulfur).....	22

2.3.8. Zat Warna Reaktif	22
2.3.9. Zat Warna Dispersi	23
2.3.10 Zat Warna pada Industri	24
2.4. METODE PENGOLAHAN LIMBAH CAIR	25
2.4.1. Metode Fisika	26
2.4.2. Metode Kimia	26
2.4.3. Metode Biologi	27
2.4.4. Perbandingan Metode	27
2.5. KOAGULASI	29
2.5.1. Mekanisme Koagulasi	31
2.5.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Koagulasi	32
2.6. KOAGULAN	34
2.6.1. Koagulan Kimia	34
2.6.2. Koagulan Alami	35
2.7. ASAM JAWA	36
2.8. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)	40
BAB III	42
3.1. BAHAN BAKU DAN ALAT PENELITIAN	42
3.2. PROSEDUR PERCOBAAN	43
3.2.1. Persiapan Awal	43
3.2.2 Tahap Percobaan Utama	46
3.2.3. Analisis	47
3.3. RANCANGAN PERCOBAAN	47
3.4. LOKASI DAN RENCANA PENELITIAN	48
BAB IV	51
4.1 TAHAP PERCOBAAN UTAMA	51
4.1.1 Zat Warna C.I. Disperse Red 60	52
4.1.2 Zat Warna C.I. Disperse Yellow 54	54
4.1 PENGARUH DOSIS KOAGULAN DAN PH TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN ENDAPAN	56
BAB V	61

5.1 KESIMPULAN.....	61
5.2 SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN A	70
LAMPIRAN B.....	74
B.1. ANALISIS COD	74
LAMPIRAN C	76
C.1. HgSO₄.....	76
C.2. Ag₂SO₄.....	77
C.3. H₂SO₄.....	78
C.4. HCL.....	80
C.5. NAOH	82
C.6. K₂CR₂O₇.....	83
LAMPIRAN D	86
LAMPIRAN E.....	88
E.4 PERHITUNGAN %-PENURUNAN COD	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Masyarakat Indonesia yang Tidak Memiliki Akses untuk Air Bersih dari Tahun 1990-2015 (Ritchie & Roser, 2019).....	1
Gambar 2.1 Struktur <i>Azo Geranine 2G</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	20
Gambar 2.2 Struktur <i>Malachite Green</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	20
Gambar 2.3 Struktur <i>Congo Red</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	21
Gambar 2.4 Struktur <i>Eriochrome Black T</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	21
Gambar 2.5 Struktur <i>Fast Blue BB Base</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	21
Gambar 2.6 Struktur <i>Cibanone Yellow FGK</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	22
Gambar 2.7 Struktur <i>Hydron Blue</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	22
Gambar 2.8 Struktur <i>Procion Brilliant Blue HGR</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	23
Gambar 2.9 Struktur <i>Yellow Diphenyl-amine</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	23
Gambar 2.10 Struktur <i>Celliton Fast Blue Green B</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	24
Gambar 2.11 Struktur <i>Dispersol Yellow T</i> (Isminingsih & Djufri, 1979).....	24
Gambar 2.12 Struktur C.I. <i>Disperse Red 60</i> (Mahmoudabadi, et al., 2019).....	25
Gambar 2.13 Struktur C.I. <i>Disperse Yellow 54</i> (Kim, et al., 2004).....	25
Gambar 2.14 Partikel Koloid (Ravina, 1993).....	30
Gambar 2.15 Ilustrasi Proses Koagulasi (Floerger, 2003).....	30
Gambar 2.16 Buah Asam Jawa (Larkjitr, 2016).....	36
Gambar 2.17 Struktur Tanin (Yin, 2010).....	37
Gambar 2.18 Struktur Polisakarida pada Biji Asam Jawa (FAO/WHO, 2017).....	38
Gambar 2.19 Mekanisme <i>Particle Bridging</i> (Verma, et al., 2012).....	38
Gambar 2.20 Struktur Ion Zwitter pada Protein (Fessenden & Fessenden, 1982).....	39
Gambar 2.21 Struktur Asam Amino pada (a) Suasana Asam dan (b) Suasana Basa (Oullette & Rawn, 2015).....	39
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Koagulasi.....	43
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Koagulan Biji Asam Jawa.....	45
Gambar 3.3 Diagram Alir Pelarutan Zat Warna Dispersi.....	45
Gambar 3.4 Diagram Alir Percobaan Utama.....	46
Gambar 4.1 Titik Terbaik dari Variabel dan Respon pada Percobaan Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	52
Gambar 4.2 Grafik %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	53

Gambar 4.3 Grafik %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i> vs pH Pada Setiap Dosis Koagulan	53
Gambar 4.4 Titik Terbaik dari Variabel dan Respon pada Percobaan Zat Warna C.I. <i>Disperse Yellow 60</i>	54
Gambar 4.5 Grafik %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	55
Gambar 4. 6 Grafik %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Yellow 54</i> vs pH Pada Setiap Dosis Koagulan.....	55
Gambar 4.8 Struktur Kimia Prolamin.....	58
Gambar 4.9 Struktur C.I. <i>Disperse Red 60</i> (Mahmoudabadi, et al., 2019).....	58
Gambar 4.10 Struktur C.I. <i>Disperse Yellow 54</i> (Kim, et al., 2004).....	58
Gambar 4.7 Hasil Percobaan Utama (a) zat warna C.I. <i>Disperse Red 60</i> (b) zat warna C.I. <i>Disperse Yellow 54</i>	59
Gambar B.1 Diagram Alir Tahap Persiapan Analisis COD; Pembuatan Reagen Asam Sulfat	75
Gambar B.2 Diagram Alir Tahap Persiapan Analisis COD; Pembuatan <i>Digestion Solution</i>	75
Gambar B.3 Diagram Alir Proses Analisis COD	75

DAFTAR TABEL

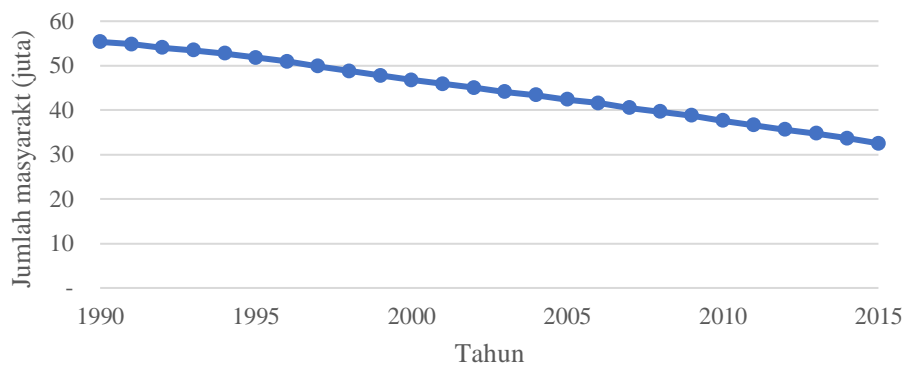
Tabel 1.1 Produksi Asam Jawa di Indonesia (Kementan, 2014).....	3
Tabel 1.2 Tabel Premis	6
Tabel 2.1 Kategori Pencemar dan Sumber Pencemar Utama (Davis & Cornwell, 2008) ...	15
Tabel 2.2 Karakteristik Limbah Keluaran dari Pabrik Industri Tekstil	18
Tabel 2.3 Parameter Limbah Tekstil Mentah (Muralimohan & Palanisamy, 2014)	19
Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil (Kambuaya, 2014)	26
Tabel 2.5 Keuntungan dan Kekurangan Metode Pengolahan Limbah Industri Tekstil (Verma, et al., 2012)	28
Tabel 2.6 Kogulan Kimia yang Digunakan dalam Proses Kogulasi (Crittenden, et al., 2012)	35
Tabel 2.7 Kandungan Zat dalam Biji Asam Jawa (Gunasena & Hughes, 2000)	37
Tabel 2.8 Titik Isoelektrik pada Asam Amino yang Terkandung dalam Koagulan Biji Asam Jawa (Kumar & Bhattacharya, 2008).....	40
Tabel 3.1 Rancangan Percobaan untuk Penggunaan Koagulan Biji Asam Jawa Tanpa Kulit Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	47
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan untuk Penggunaan Koagulan Biji Asam Jawa Tanpa Kulit Zat Warna C.I. <i>Disperse Yellow 54</i>	48
Tabel 3.3 Periode Penelitian.....	48
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Utama Pada Kondisi Terbaik	57
Tabel 4.2 Hasil Endapan Pada Setiap Variasi	60
Tabel A.1 Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih (Adhyatma, 1990)	70
Tabel A.2 Bahan Pencemar yang Dihasilkan Industri/ Pabrik-Pabrik (Supraptini, 2002) ..	72
Tabel D.1 Hasil Percobaan Utama Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	86
Tabel D.2 Hasil Percobaan Utama Zat Warna C.I. <i>Disperse Yellow 54</i>	86
Tabel D.3 Analisis ANOVA terhadap %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Red 60</i>	87
Tabel D.4 Analisis ANOVA terhadap %-Penurunan Kadar COD Zat Warna C.I. <i>Disperse Yellow 54</i>	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan bagian terpenting dari kehidupan manusia; mulai dari kebutuhan dasar seperti MCK, sanitasi, air bersih untuk dikonsumsi, dan sebagai sumber penghasilan. Namun tidak semua masyarakat di Indonesia telah memiliki akses untuk air bersih. Grafik yang menunjukkan jumlah masyarakat Indonesia dari tahun 1990 hingga 2015 yang tidak memiliki akses untuk air bersih terlampir pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Jumlah Masyarakat Indonesia yang Tidak Memiliki Akses untuk Air Bersih dari Tahun 1990-2015 (Ritchie & Roser, 2019)

Dari **Gambar 1.1** dapat dilihat bahwa jumlah masyarakat Indonesia yang tidak memiliki akses kian menurun setiap tahunnya; pada tahun 1990 terdapat sekitar 55 juta masyarakat yang tidak memiliki akses untuk air bersih dan pada tahun 2015, angka ini menurun hingga sekitar 30 juta masyarakat atau setara dengan 12 kali lipat penduduk Kota Bandung (BPS, 2017). Untuk meningkat akses dan kualitas air bersih, pemerintahan Indonesia menyetujui Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *Sustainable Development Goals* (SDG) yang akan berlangsung hingga 2030. Salah satu fokus dari TPB untuk meningkatkan kualitas air adalah dengan meningkatkan pengolahan limbah industri di dunia karena banyak pabrik-pabrik yang masih membuang limbah cairnya tanpa dilakukan pengolahan lebih dahulu, sehingga mencemari sumber air dan membatasi masyarakat yang akan menggunakan sumber air tersebut untuk kebutuhan sehari-harinya. Sumber air seperti sungai yang telah tercemar adalah sungai Citarum di Jawa Barat yang mengalir melewati wilayah industri di kota-kota besar (UNDP, 2019).

Industri yang berperan besar dalam mencemari sungai Citarum adalah industri tekstil. Industri tekstil umumnya mengkonsumsi air dalam jumlah besar dalam prosesnya, seperti pada proses pewarnaan dan pencelupan. Limbah cair dari industri tekstil adalah salah satu limbah cair industri dengan kandungan pengotor yang banyak, seperti pewarna, logam, garam, sulfida, dan pemutih. Limbah cair pada industri tekstil juga memiliki nilai BOD, COD dan TSS yang tinggi dan bersuasana asam atau basa, sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum limbah ini dapat dibuang ke sungai-sungai (Supraptini, 2002; Patel & Vashi, 2015). Dalam mengolah limbah cair tersebut terdapat berbagai cara untuk mengurangi konsentrasi zat warna dan COD yang terkandung didalamnya. Salah satu metode yang umum diterapkan adalah filtrasi. Ultrafiltrasi, nanofiltrasi, dan *reverse osmosis* termasuk pada metode filtrasi dan memiliki efisiensi yang cukup tinggi untuk mengolah limbah tekstil. Namun, teknologi ini memiliki kekurangan seperti memerlukan biaya yang mahal, sering terjadi *fouling* pada membrane sehingga memerlukan perlakuan untuk membersihkan membrane tersebut, dan juga memerlukan *pre-treatment* yang berbeda jika zat warna yang digunakan juga berbeda (Supraptini, 2002; Verma, et al., 2012).

Proses pengolahan limbah cair tekstil lainnya untuk mengurangi kandungan zat warna adalah proses koagulasi dimana proses ini digunakan karena memiliki keuntungan seperti biaya yang tidak terlalu mahal dan memiliki efisiensi yang tinggi. Namun, untuk melakukan proses koagulasi dibutuhkan zat kimia yang disebut koagulan untuk menjalankan proses tersebut. Koagulan dapat terdiri atas koagulan kimia dan koagulan alami. Koagulan kimia seperti aluminium sulfat dan besi sulfat menghasilkan *sludge* dalam jumlah besar sehingga menjadi kekurangan dari koagulan ini. *Sludge* tersebut sulit terdegradasi dan bersifat karsinogenik dan mutagenik. Penggunaan koagulan kimia juga dapat menurunkan pH air dan bila air hasil pengolahan dengan koagulan kimia dikonsumsi secara terus menerus dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti Alzheimer (Kawamura, 1991; Binnie & Kimber, 2013; Choy, et al., 2014). Dikarenakan kerugian yang dihasilkan dari penggunaan koagulan kimia, diperlukan alternatif berupa koagulan alami yang bersifat *biodegradable* sehingga dapat meminimalkan dampak negative bagi lingkungan dan kesehatan. *Sludge* yang dihasilkan dari penggunaan koagulan alami 30% lebih sedikit dibandingkan penggunaan koagulan kimia (Verma, et al., 2012; Choy, et al., 2014).

Salah satu koagulan alami yang tersedia banyak di Indonesia adalah biji asam jawa (*Tamaridus indica*). Kandungan pada biji asam jawa terdiri dari tanin, karbohidrat, dan protein yang merupakan polielektrolit dapat mendukung proses koagulasi (Bolto & Gregory,

2007; Kumar & Bhattacharya, 2008; Mawaddah, et al., 2014; Bagul, et al., 2015). Menurut Kementerian Pertanian RI, produksi asam jawa dari tahun 2012 hingga tahun 2014 di Indonesia tersedia pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Produksi Asam Jawa di Indonesia (Kementan, 2014)

Tahun	Produksi (ton)	Produktivitas (kg/Ha)
2012	3453	1112
2013	3465	1116
2014	3486	1124

Dari **Tabel 1.1** dapat dilihat bahwa produksi asam jawa meningkat setiap tahunnya, namun sejauh ini buah asam jawa hanya dimanfaatkan daging buahnya untuk industri makanan atau minuman, sedangkan biji dari asam jawa tersebut menjadi limbah karena jarang dimanfaatkan oleh masyarakat. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan penelitian dengan memanfaatkan biji asam jawa sebagai koagulan alami untuk mengolah limbah industri tekstil.

Pada awalnya tim penelitian kami telah melakukan penelitian mengenai penggunaan koagulan biji asam jawa terhadap limbah cair tekstil yang berasal dari PT. Putera Mulya Terang Indah (PT PMTI) yang berdomisili di Majalaya, Bandung, Jawa Barat yang dilakukan oleh Edo, Martina, dan Soetedjo (2019). Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan kondisi terbaik dari pH dan dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap %-penurunan konsentrasi zat warna limbah tekstil yang terdiri dari limbah zat warna dispersi berwarna biru dan limbah zat warna reaktif yang berwarna merah, kuning dan hitam. Pada penelitian tersebut digunakan variasi pH 4-8 dan dosis koagulan 0, 2, dan 4 g/L dengan respon berupa %-penurunan konsentrasi zat warna. Hasil yang diperoleh dari percobaan tersebut untuk limbah zat warna dispersi berwarna biru adalah konsentrasi zat warna menurun dengan baik dengan pH terbaik pada 4,5 dan dosis terbaik pada 4 g/L, sedangkan untuk limbah zat warna reaktif berwarna merah, kuning, dan hitam diperoleh adalah konsentrasi zat warna menurun dengan baik dengan pH terbaik pada 4,5 dan dosis terbaik pada 2 g/L.

Adapula penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan, Martina, dan Soetedjo (2019) dimana dilakukan penelitian mengenai koagulan biji asam jawa terhadap zat warna *Drimaren Dark Red HF-CD*. Penelitian tersebut mengamati %-penurunan konsentrasi zat warna dan %-penurunan kadar COD dan mencari kondisi terbaik dari biji asam jawa jika

digunakan sebagai koagulan. Pada penelitian ini Kurniawan, Martina, dan Soetedjo (2019) menggunakan variasi pH pada rentang 2-7 dan dosis koagulan pada rentang 1-3 g/L, serta kondisi koagulan biji asam jawa tanpa kulit dan dengan kulit. Hasil dari penelitian ini adalah biji asam jawa tanpa kulit memiliki efektivitas yang lebih besar dan kondisi terbaik terjadi pada pH 4,8 dan dosis koagulan 1,97 g/L. Pada kondisi tersebut didapatkan %-penurunan zat warna sebesar 36,7599 % dan %-penurunan kadar COD sebesar 44,3127 %.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai limbah sintetik tekstil dengan zat warna dispersi. Koagulan alami yang akan digunakan adalah biji asam jawa tanpa kulit berdasarkan penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi pH dan dosis koagulan terhadap penurunan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan menggunakan koagulan alami berupa biji asam jawa tanpa kulit.

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian ini berfokus pada penggunaan biji asam jawa sebagai koagulan alami. Adanya dampak negatif yang merugikan dari penggunaan koagulan kimia pada pengolahan limbah cair industri tekstil dengan metode koagulasi adalah alasan mengapa diperlukan alternatif berupa koagulan yang berbasis bahan alam atau koagulan alami. Biji asam jawa yang selama ini hanya menjadi limbah dari industri makanan dan minimum dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami dikarenakan mengandung karbohidrat dan protein yang dapat mendukung proses koagulasi. Pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH dan dosis koagulan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pH dan dosis koagulan dengan kondisi biji asam jawa yang digunakan adalah biji asam jawa tanpa kulitnya untuk mengolah limbah sintetik zat warna dispersi. Respon yang diamati pada penelitian ini adalah penurunan kadar COD.

1.3 Rumusan Masalah

Setelah dilakukan studi pustaka, diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh pH dan dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap penurunan COD pada limbah tekstil sintetik zat warna dispersi?
2. Bagaimana kondisi terbaik dari pH dan dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap penurunan kadar COD pada limbah tekstil sintetik zat warna dispersi?
3. Bagaimana perbandingan zat warna dispersi merah dan kuning pada variasi pH dan dosis koagulan yang sama?

1.4 Premis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, dapat disusun beberapa premis yang mendasari penelitian ini. Premis penelitian tersusun secara berurutan mengenai penggunaan koagulan alami atau kimia untuk limbah sintektik yang berupa zat warna dispersi dan zat warna reaktif, dan limbah campuran yang dapat berupa limbah tekstil atau limbah dari industri lainnya. Premis penelitian tersaji pada **Tabel 1.2**.

Tabel 1.2 Tabel Premis

Limbah Zat Warna Dispersi								
No.	Jenis Koagulan	Jenis Limbah	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Terbaik	Hasil %- Penurunan	Pustaka
1.	Biji asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah zat warna dispersi; biru	Zat warna	a. Mesh: -70+100 b. Pengadukan cepat 150 rpm selama 3 menit, pengadukan pelan 40 rpm selama 30 menit c. Waktu pengendapan: 90 menit	a. pH: 4, 5, 7, 8 b. Dosis koagulan: 0, 2, 4 g/L	a. pH: 4,5 b. Dosis koagulan: 4 g/L	Zat warna: - % (zat warna menurun dengan baik)	(Edo, et al., 2019)
2	<i>Polyaluminium chloride</i> (PACl)	Limbah sintetik <i>Terasil Blue</i> BGE-01 200%	a. Zat warna b. COD	a. Pengadukan cepat 60-65 rpm selama 3 menit, pengadukan pelan 10 rpm selama 1 menit b. Waktu pengendapan: 30 menit c. Dosis zat warna: 1 g/L	a. pH: semua rentang b. Dosis koagulan: 0,1-8 g/L	a. pH: 4,1-4,3 b. Dosis koagulan: 0,2 g/L	a. Zat warna: 100% b. COD: 93,1%	(Wong, et al., 2007)
	a. pH: 4,4-4,7 b. Dosis koagulan: 0,15 g/L					a. Zat warna: 100% b. COD: 93,6%		
	a. pH: 10,5-10,8 b. Dosis koagulan: 3 g/L					a. Zat warna: 99,9% b. COD: 85,7%		

3.	<i>Ferric chloride</i>	Limbah sintetik C.I. <i>Disperse Blue</i> 106	a. Zat warna b. TCOD c. SCOD	a. Pengadukan cepat 250 rpm selama 2 menit, pengadukan pelan 40 rpm selama 15 menit b. Waktu pengendapan: 30 menit c. Dosis zat warna: 0,5 g/L	a. pH: 4-9 b. Dosis koagulan: 0,02-2 g/L	a. pH: 6 b. Dosis koagulan: 0,25 g/L	a. Zat warna: 97,7% b. TCOD: 82,3% c. SCOD: 79%	(Kim, et al., 2004)
		Limbah sintetik C.I. <i>Disperse Yellow</i> 54				a. pH: 5 b. Dosis koagulan: 0,20 g/L	a. Zat warna: 99,6% b. TCOD: 88% c. SCOD: 79,7%	
4.	Akar bunga Hollyhock (<i>Alcea rosea</i>)	Limbah sintetik C.I. <i>Disperse Red</i> 60	Zat warna	Pengadukan cepat 250 rpm selama 2 menit	a. Pengadukan pelan: 30-60 rpm selama 10-25 menit b. Waktu pengendapan: 10-60 menit c. pH: 5-11 d. Dosis koagulan: 0,05-0,3 g/L e. Dosis zat warna: 0,01-0,08 g/L	a. Pengadukan pelan: 60 rpm selama 15 menit b. Waktu pengendapan: 60 menit c. pH: 11 d. Dosis koagulan: 0,02 g/L e. Dosis zat warna: 0,04 g/L	Zat warna: 86%	(Mahmoudabadi, et al., 2019)

Limbah Zat Warna Reaktif								
No.	Jenis Koagulan	Jenis Limbah	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Terbaik	Hasil %- Penurunan	Pustaka
1.	Biji asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah sintetik <i>Drimaren Dark Red HF-CD</i>	Zat warna	a. Mesh: -70+100 b. Pengadukan cepat 150 rpm selama 1 menit, pengadukan pelan 50 rpm selama 30 menit c. Waktu pengendapan: 90 menit	a. Kondisi: dengan kulit dan tanpa kulit b. pH: 2-7 c. Dosis koagulan: 1-3 g/L	a. Kondisi: tanpa kulit b. pH: 4,47 c. Dosis koagulan: 5,03 g/L	Zat warna: 78,74%	(Kurniawan, et al., 2019)
2.	Biji asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah sintetik <i>Yorifix Red CDX</i>	Zat warna	a. Mesh: -70+100 b. Pengadukan cepat 150 rpm selama 3 menit, pengadukan pelan 50 rpm selama 30 menit c. Waktu pengendapan: 24 jam	a. pH: 3-11 b. Dosis koagulan: 3-5 g/L (tanpa kulit)	a. pH: 5 b. Dosis koagulan: 5 g/L	COD: 25 %	(Balfour, et al., 2021)
		Limbah sintetik <i>Yorifix Yellow CDX46</i>				a. pH: 7 b. Dosis koagulan: 5 g/L	COD: 45 %	

3.	Biji asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah zat warna reaktif; merah, kuning, dan hitam	Zat warna	<p>a. Mesh: -70+100</p> <p>b. Pengadukan cepat 150 rpm selama 3 menit, pengadukan pelan 40 rpm selama 30 menit</p> <p>c. Waktu pengendapan: 90 menit</p>	<p>a. pH: 4, 5, 7, 8</p> <p>b. Dosis koagulan: 0, 2, 4 g/L</p>	<p>a. pH: 4,5</p> <p>b. Dosis koagulan: 2 g/L</p>	Zat warna: - % (zat warna menurun dengan baik)	(Edo, et al., 2019)
4.	<i>Ferric chloride</i>	Limbah sintetik C.I. <i>Reactive Blue</i> 49	<p>a. Zat warna</p> <p>b. TCOD</p> <p>c. SCOD</p>	<p>a. Pengadukan cepat 250 rpm selama 2 menit, pengadukan pelan 40 rpm selama 15 menit</p> <p>b. Waktu pengendapan: 30 menit</p> <p>c. Dosis zat warna: 0,5 g/L</p>	<p>a. pH: 4-9</p> <p>b. Dosis koagulan: 0,02-2 g/L</p>	<p>a. pH: 7</p> <p>b. Dosis koagulan: 0,5 g/L</p>	<p>a. Zat warna: 60,9%</p> <p>b. TCOD: 26,5%</p> <p>c. SCOD: 31,2%</p>	(Kim, et al., 2004)
		Limbah sintetik C.I. <i>Reactive Yellow</i> 84				<p>a. pH: 6</p> <p>b. Dosis koagulan: 0,75 g/L</p>	<p>a. Zat warna: 71,3%</p> <p>b. TCOD: 66,5%</p> <p>c. SCOD: 67,5%</p>	

Limbah Campuran/Lainnya								
No.	Jenis Koagulan	Jenis Limbah	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Terbaik	Hasil %-Penurunan	Pustaka
1.	Bij asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah cair dari PT PMTI	a. Zat warna b. COD	a. Mesh: -70+100 b. Pengadukan cepat 150 rpm selama 1 menit, pengadukan pelan 50 rpm selama 30 menit c. Waktu pengendapan: 90 menit	a. Kondisi: dengan kulit dan tanpa kulit b.pH: 2-7 c. Dosis koagulan: 1-3 g/L	a. Kondisi: tanpa kulit b. pH: 4,8 c. Dosis koagulan: 1,97 g/L	a. Zat warna: 36,76% b. COD: 44,31%	(Kurniawan, et al., 2019)
2..	Bij asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah cair tekstil	COD	a. Pengadukan cepat 200 rpm selama 2 menit, pengadukan pelan 40 rpm selama 15 menit b. Waktu pengendapan: 90 menit	a. Dosis koagulan: 1-8 g/L b. pH: 2-12 c. Suhu:25-75°C	a. Dosis koagulan: 4 g/L b. pH: 4 c. Suhu: 35°C	COD: 45%	(Rana & Suresh, 2017)

3.	Bij asam jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	Limbah tambang emas	a. COD b. Raksa yang terkandung	a. Pengadukan cepat 200 rpm selama 1 menit, pengadukan pelan 20 rpm selama 30 menit b. Waktu pengendapan: 60 menit	Dosis koagulan: 0,3; 0,4; 0,5 g/L	Dosis koagulan: 0,4 g/L	a. COD: 9,74% b. Hg: 33,33%	(Effendi, et al., 2017)
----	---	---------------------	------------------------------------	---	-----------------------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------------

1.5 Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka, diperoleh hipotesis sebagai berikut.

1. Pada pH asam, koagulan biji asam jawa tanpa kulit dapat menurunkan kadar COD lebih besar dibandingkan pada pH basa hingga pada titik optimum tertentu pada pengolahan limbah tekstil sintetis zat warna dispersi.
2. Semakin besar dosis koagulan, maka semakin besar penurunan kadar COD pada pengolahan limbah tekstil sintetis zat warna dispersi.
3. Setiap varian zat warna dispersi; merah dan kuning mempunyai kondisi terbaik berupa pH dan dosis koagulan yang berbeda.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh pH dan dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap penurunan kadar COD pada limbah tekstil sintetis zat warna dispersi.
2. Mengetahui kondisi terbaik dari pH dan dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair sintetis zat warna dispersi.

1.7 Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi beberapa kalangan, antara lain:

1. Bagi masyarakat luas

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk menghilangkan kandungan zat warna dispersi dalam air, sehingga air bersih lebih mudah didapatkan dengan cara yang mudah dan murah.

2. Bagi industri tekstil di Indonesia

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam pengolahan limbah cair industri tekstil untuk mengurangi kadar COD yang terkandung, sehingga air limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil tidak mencemari sumber air dan lingkungan.

3. Bagi pemerintahan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah pengolahan air limbah dalam menurunkan kandungan zat warna, sehingga masalah kebutuhan air bersih dapat diatasi.

4. Bagi ilmu pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam memanfaatkan bahan alami yang tidak terpakai sebagai koagulan alami.