

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

Laporan Penelitian

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

Oleh:

Laura Maria Ayuningtyas Balfour

2016620008

Pembimbing:

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



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

BANDUNG

2021

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

Laporan Penelitian

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

Oleh:

Laura Maria Ayuningtyas Balfour

2016620008

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

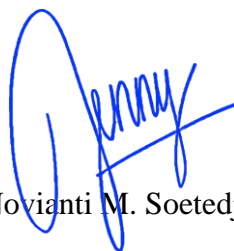
**JUDUL : PENGARUH KOAGULAN ALAMI BIJI ASAM JAWA TERHADAP
PENURUNAN KADAR COD LIMBAH TEKSTIL ZAT WARNA
REAKTIF**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 28 Februari 2021

Pembimbing



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



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Laura Maria Ayuningtyas Balfour

NPM : 2016620008

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**Pengaruh Koagulan Alami Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar COD
Limbah Tekstil Zat Warna Reaktif**

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, 28 Februari 2021



Laura Maria Ayuningtyas Balfour
(2016620008)

LEMBAR REVISI

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

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 28 Februari 2021

Penguji I



Anastasia Prima Krisnijarti, S.Si., M.T.

Penguji II



Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M. Eng.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karunia-Nya, laporan penelitian dengan judul **“Pengaruh Koagulan Alami Biji Asam Jawa Terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Tekstil Zat Warna Reaktif”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan penelitian 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 seluruh pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyusun proposal penelitian, terutama kepada:

1. Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan proposal penelitian ini.
2. PT. Putera Mulya Terang Indah yang telah bersedia membantu memberikan sampel zat warna untuk penelitian ini.
3. Orang tua, sahabat, teman-teman, dan kakak kelas yang selalu memberikan dorongan, doa, dan motivasi.
4. Komunitas Mission 21 yang selalu memberi dukungan, doa, dan motivasi.
5. 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 laporan 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 penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 28 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Premis	4
1.5 Hipotesis	9
1.6 Tujuan Penelitian	9
1.7 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT).....	10
2.2 Standar Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan (PROPER)	11
2.3 Proses Produksi Tekstil dan Produk Tekstil (TPT)	12
2.4 Zat Warna Tekstil	15
2.4.1 Zat Warna Dispersi.....	15
2.4.2 Zat Warna Reaktif	16
2.5 Parameter Limbah Tekstil dan Produk Tekstil	18
2.6 Pengolahan Limbah Tekstil	20
2.7 Koagulasi	22
2.8 Biji Asam Jawa	31
BAB III BAHAN DAN METODE	32
3.1 Bahan Baku dan Alat Penelitian	32

3.2	Prosedur Percobaan.....	33
3.2.1	Persiapan Awal.....	33
3.2.2	Tahap Percobaan Utama.....	35
3.2.3	Analisis.....	36
3.3	Rancangan Percobaan	36
3.5	Lokasi dan Periode Penelitian.....	38
BAB IV PEMBAHASAN		40
4.1	Pengaruh Koagulan Biji Asam Jawa terhadap Zat Warna Reaktif Merah	40
4.2	Pengaruh Koagulan Biji asam Jawa terhadap Zat Warna Reaktif Kuning	42
4.3	Optimasi Zat Warna Reaktif Merah dan Kuning.....	44
4.4	Perbedaan Pengaruh Koagulan Biji asam Jawa terhadap Zat Warna Reaktif dan Dispersi	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
LAMPIRAN A KRITERIA PROPER.....		54
Tabel A.1 Kriteria Penilaian Kinerja lebih dari taat (PROPER Emas)		54
Tabel A.2 Kriteria Penilaian Kinerja lebih dari taat (PROPER Hijau)		55
Tabel A.3 Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Biru)		56
Tabel A.4 Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Biru-).....		57
Tabel A.5 Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Merah).....		58
Tabel A.6 Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Merah-)		59
Tabel A.7 Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Hitam)		60
LAMPIRAN B PROSEDUR ANALISIS		61
B.1	Analisis Kosentrasi Zat Warna.....	61
B.2	Analisis COD	64
LAMPIRAN C MATERIAL SAFETY DATA SHEET		67

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Premis Zat Warna Campuran.....	5
Tabel 1.2	Premis Zat Warna Dispersi	6
Tabel 1.3	Premis Zat Warna Reaktif.....	7
Tabel 1.4	Premis Zat Warna Reaktif (lanj.).....	8
Tabel 2.1	Hasil Limbah Tekstil.....	14
Tabel 2.2	Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Tekstil	20
Tabel 2.3	Kelebihan dan Kekurangan Metode Pengolahan Limbah Tekstil	20
Tabel 2.4	Jenis Koagulan Kimia	27
Tabel 3.1	Rancangan Percobaan Koagulasi Limbah Zat Warna Reaktif <i>Procion Blue</i> dengan Koagulan Biji Asam Jawa	34
Tabel 3.2	Rancangan Percobaan Koagulasi Limbah Zat Warna Reaktif <i>Drimaren Dark Red HF-CD</i> dengan Koagulan Biji Asam Jawa.....	35
Tabel 3.3	Rencana Periode Penelitian.....	35
Tabel 3.4	Rencana Periode Penelitian (lanj.).....	36
Tabel 4.1	Analisis ANOVA terhadap %-Penurunan COD Zat Warna Reaktif Merah	47
Tabel 4.2	Analisis ANOVA terhadap %-Penurunan COD Zat Warna Reaktif Kuning ..	47
Tabel A.1	Kriteria Penilaian Kinerja Lebih dari Taat (PROPER Emas).....	62
Tabel A.2	Kriteria Penilaian Kinerja Lebih dari Taat (PROPER Hijau).....	63
Tabel A.3	Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Biru).....	64
Tabel A.4	Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Biru-).....	65
Tabel A.5	Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Merah).....	66
Tabel A.6	Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Merah-)	67
Tabel A.7	Kriteria Penilaian Kinerja Taat dan Tidak Taat (PROPER Hitam).....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Industri yang Mengalami Peningkatan Pertumbuhan Tahun 2018.....	1
Gambar 2.1	Diagram Blok Proses Pengolahan Produk Tekstil.....	12
Gambar 2.2	<i>C.I Disperse Red 60</i>	5
Gambar 2.3	<i>C.I. Disperse Yellow 54</i>	15
Gambar 2.4	Reaksi pada Klorida Sianurat.....	17
Gambar 2.5	<i>Yorifix Red CDX</i>	18
Gambar 2.6	Partikel Koloid	21
Gambar 2.7	Ilustrasi Gaya Tolak Menolak antar Partikel pada Koloid.....	22
Gambar 2.8	<i>Double Layer Compression</i>	23
Gambar 2.9	<i>Bridging</i>	24
Gambar 2.10	<i>Colloid Entrapment</i>	24
Gambar 2.11	Fenomena yang Terjadi Ketika Penamabahan Dosis Koagulan	26
Gambar 2.12	Gugus Zat Tannin	29
Gambar 3.1	Persiapan (a) Larutan Limbah Zat Warna Reaktif (b) Biji Asam Jawa.....	32
Gambar 3.2	Diagram Alir Proses Percobaan Utama	34
Gambar 4.1	Grafik %-Penurunan COD pewarna <i>Yorifix Red CDX</i>	48
Gambar 4.2	Grafik Efek antara pH dengan Dosis Koagulan dalam pewarna <i>Yorifix Red CDX</i>	48
Gambar 4.3	Struktur Kimia Prolamine (kiri) dan Glutelin (kanan)	50
Gambar 4.4	Grafik %-Penurunan COD pewarna <i>Yorifix Yellow CDX46</i>	52
Gambar 4.5	Grafik Efek antara pH dengan Dosis Koagulan pada pewarna <i>Yorifix Yellow CDX46</i>	52
Gambar 4.6	Grafik Optimasi %-Penurunan COD pewarna <i>Yorifix Red CDX</i>	53
Gambar 4.7	Grafik Optimasi %-Penurunan COD pewarna <i>Yorifix Yellow CDX46</i>	54
Gambar 4.8	Struktur <i>Yorifix Red CDX</i>	55
Gambar 4.9	Struktur <i>Yorifix Yellow CDX46</i>	55
Gambar B.1	Diagram Alir Proses Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (a) <i>Yorifix Red CDX</i> (b) <i>Yorifix Yellow CDX46</i>	69
Gambar B.2	Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar Zat Warna	70
Gambar B.3	Diagram Alir Proses Analisis Konsentrasi Awal dan Akhir Zat Warna pada Limbah Tekstil.....	71

Gambar B.4	Diagram Alir Tahap Persiapan Analisis COD (a) Pembuatan Reagen Asam Sulfat (b) Pembuatan <i>Digestion Solution</i>	73
Gambar B.5	Diagram Alir Proses Analisis COD	74

INTISARI

Industri tekstil adalah salah satu sektor industri yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia dalam bagian penyerapan tenaga kerja serta meningkatkan hasil ekspor. Namun industri tekstil di Indonesia terutama daerah Bandung mengalami penurunan dan kebangkrutan, hal ini dikarenakan banyak industri tekstil yang memiliki sistem IPAL yang buruk sehingga menghasilkan limbah cair yang membahayakan lingkungan dan tidak sesuai dengan standar baku mutu dari pemerintah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan kondisi optimum dari biji asam jawa tanpa kulit sebagai koagulan untuk menurunkan konsentrasi COD pada limbah tekstil. Zat warna yang digunakan adalah larutan zat warna *Yorifix Red CDX* dan *Yorifix Yellow CDX46* dengan variasi terhadap pH sebesar 3,5; 4; 4,5; serta variasi terhadap dosis koagulan yaitu 3, 4, 5 g/L. Metode yang digunakan adalah metode pengadukan sederhana. Rancangan penelitian dibuat dengan menggunakan *Design Expert* versi 12.0.1.0 dengan metode *Central Composite Design (CCD)*. Respon yang diamati adalah %-penurunan COD yang dianalisis dengan menggunakan *spectroquant*.

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi pH dan dosis koagulan berpengaruh terhadap %-penurunan kadar COD. Diperoleh kondisi optimum untuk zat warna *Yorifix Red CDX* adalah pada pH 5, dosis 5 g/L. Sedangkan kondisi optimum untuk zat warna *Yorifix Yellow CDX46* adalah pada pH 7 dengan dosis 5 g/L. Dapat disimpulkan bahwa koagulasi zat warna reaktif akan baik dilakukan pada suasana cenderung asam.

Kata kunci: Limbah Tekstil, Koagulasi, Koagulan Alami, Biji Asam Jawa, COD, pH, Zat Warna Reaktif, *Yorifix Red CDX*, *Yorifix Yellow CDX46*.

ABSTRACT

The textile industry is one of the industrial sectors that plays an important role in the Indonesian economy in terms of absorbing labor and increasing export output. However, the textile industry in Indonesia, especially the Bandung area, has experienced a decline and bankruptcy, this is because many textile industries have bad IPAL systems, which produce liquid waste that endangers the environment and does not comply with the quality standards of the government.

This study aims to determine the ability and optimum conditions of tamarind seeds without skin as a coagulant to reduce COD concentrations in textile waste. The dyes used were Yorifix Red CDX and Yorifix Yellow CDX46 dye solutions with variations to the pH of 3.5; 4; 4.5; as well as variations on the coagulant dose, namely 3, 4, 5 g / L. The method used is the simple stirring method. The research design was made using Design Expert version 12.0.1.0 with the Central Composite Design (CCD) method. The observed response was %-COD reduction analyzed using a spectroquant.

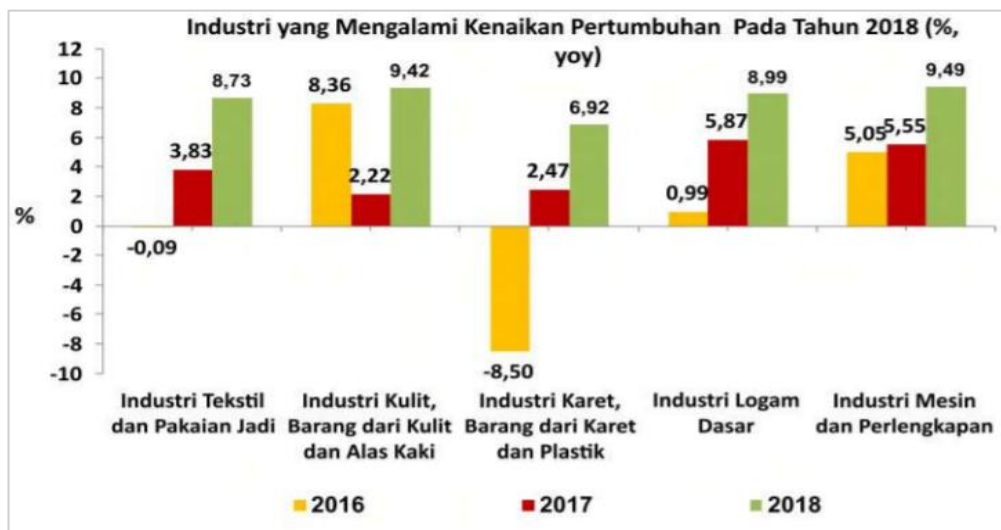
This study showed that variations in pH and coagulant dose had an effect on % - decreasing COD levels. The optimum conditions for the Yorifix Red CDX dye were pH 5, 5 g/L dose of coagulant. While the optimum condition for Yorifix Yellow CDX46 dye is at pH 7 with a dose of coagulant 5 g/L. It can be concluded that the coagulation of reactive dyes will be best performed in an acid-prone atmosphere.

Keywords: *Textile Waste, Coagulation, Natural Coagulant, Tamarind Seed, COD, pH, Reactive Dyes, Yorifix Red CDX, Yorifix Yellow CDX46.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia didukung dari berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dilansir dari Analisis Perkembangan Industri tahun 2018 oleh kemenperin, perekonomian Indonesia pada tahun 2018 mengalami peningkatan sebesar 5,17% lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2017 yang sebesar 5,07% (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2019). Peningkatan tersebut tidak lepas dari pertumbuhan industri-industri di Indonesia yang pesat, salah satunya adalah industri tekstil dan produk tekstil (TPT). Beberapa industri yang mengalami peningkatan pertumbuhan dari tahun 2016 – 2018 disajikan pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Industri yang Mengalami Peningkatan Pertumbuhan Tahun 2018 (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2019)

Dari Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa industri TPT mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan sejak tahun 2016 hingga tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa sektor industri terutama industri TPT memegang peranan penting dalam pertumbuhan perekonomian negara Indonesia. Selain itu, industri TPT juga mampu memberikan lahan pekerjaan yang luas. Penyerapan tenaga kerja yang besar membuat angka pengangguran semakin berkurang, terutama di daerah Bandung, Jawa Barat sekitarnya yang banyak terdapat pabrik tekstil seperti PT. Putera Mulya Terang Indah. Walau demikian, industri

tekstil menghasilkan limbah cair yang memiliki kadar TSS, TDS, BOD, dan COD yang tinggi serta kandungan zat warna yang dihasilkan dari proses pengolahan tekstil tersebut bersifat berbahaya bagi lingkungan. Untuk mengurangi dampak negatif dari limbah cair tekstil yang dihasilkan, diperlukan pengolahan limbah yang sesuai agar tidak mencemari lingkungan.

Terdapat beberapa cara dalam pengolahan limbah industri TPT agar memenuhi standar baku mutu limbah yang berlaku. Beberapa metode yang dilakukan dalam proses pengolahan limbah adalah metode fisika, metode biologi, dan metode kimia (Verma, et al., 2012; Arief, 2016). Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan limbah cair industri tekstil adalah metode kimia dengan cara koagulasi. Koagulasi sendiri berfungsi untuk mengurangi kadar COD dengan cara mengendapkan zat warna yang terkandung dalam limbah. Proses koagulasi memiliki keuntungan dalam segi biaya yang relatif murah dengan efektivitas proses yang tinggi. Walau demikian, dalam prosesnya diperlukan suatu zat kimia yang perlu ditambahkan yaitu koagulan. Koagulan sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu koagulan kimia (anorganik) dan koagulan alami (organik) (Ravina, 1993). Koagulan kimia memiliki beberapa efek samping yang ditimbulkan bagi lingkungan, sebagai contoh, koagulan alum memiliki sifat yang sangat korosif. Selain itu, koagulan kimia seperti besi sulfat dan aluminium sulfat menghasilkan *sludge* yang besar dan sulit terdegradasi. *Sludge* tersebut apabila terlepas ke lingkungan dapat menimbulkan pencemaran yang bersifat karsinogenik (American Water Works Association, 2003; Narissi, 2014; Rohmah & Sugiarto, 2008). Untuk meminimalisir dampak negatif dari koagulan kimia, maka digunakan alternatif yaitu koagulan alami. Koagulan alami pun memiliki efek samping dimana *sludge* yang dihasilkan bersifat *biodegradable* sehingga menghasilkan zat organik yang tinggi. Banyaknya zat organik yang dihasilkan membuat kadar BOD dan COD yang tinggi pula (Choy, et al., 2013).

Salah satu bahan alami yang digunakan sebagai koagulan adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica*). Biji asam jawa mengandung zat *tannin* dan protein yang tinggi, dimana zat *tannin* tersebut berperan penting dalam proses koagulasi karena bersifat polimer polielektronik (Bratby, 2016; Poerwanto, et al., 2015; Nurika, et al., 2007). Asam jawa sendiri hanya dimanfaatkan sampai daging buahnya saja dalam industri makanan atau minuman, sedangkan biji asam jawa masih jarang diolah sehingga malah menjadi limbah baru. Biji asam jawa sendiri sebenarnya telah digunakan sebagai pembangkit energi tenaga biodiesel, namun diperlukan biaya yang mahal dan penelitian yang lebih lanjut apabila ingin

dikembangkan sampai skala industri (Rohimah, 2014). Dari pertimbangan-pertimbangan diatas maka dilakukan penelitian dengan menggunakan biji asam jawa sebagai koagulan alami untuk mengatasi kadar COD pada limbah cair industri tekstil (TPT).

Menurut percobaan yang dilakukan oleh Ivander Edo (2019) dan Harri Kurniawan (2019), biji asam jawa mampu menurunkan konsentrasi zat warna reaktif dan zat warna dispersi erta harga COD pada limbah tekstil. Data menunjukkan bahwa baik zat warna rekatif maupun zat warna dispersi terkoagulasi dengan baik pada kondisi pH 4,5 dengan dosis koagulan optimum pada zat warna reaktif dan zat warna dispersi secara berurutan adalah 2g/L dan 4 g/L. Sedangkan dalam percobaan pada limbah sintetik *Drimaren Dark Red HF-CD*, kondisi optimum terjadi pada pH 4,47 dengan dosis koagulan optimum pada 5,03 g/L. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi pH dan dosis koagulan optimum pada zat warna reaktif maupun dispersi dengan lebih akurat.

1.2 Tema Sentral Masalah

Penelitian ini berfokus pada limbah cair hasil dari pengolahan industri tekstil dan biji asam jawa. Secara umum, pengolahan limbah tekstil masih menggunakan koagulan kimia. Pemakaian koagulan kimia dapat menimbulkan efek samping yang tidak baik bagi kesehatan dan lingkungan. Untuk mengurangi pemakaian koagulan kimia maka digunakan zat lain yaitu koagulan alami. Biji asam jawa masih menjadi limbah hasil industri pangan, sedangkan biji asam jawa mengandung zat tannin dan protein yang berperan sebagai zat aktif koagulan. Pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alami dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti derajat keasaman (pH), konsentrasi koagulan, serta konsentrasi dari limbah tekstil yang diuji. Dengan keterbatasan pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alami maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas biji asam jawa sebagai koagulan alami.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pH, dosis koagulan dan jenis zat warna terhadap %-penurunan konsentrasi COD?
2. Bagaimana kondisi terbaik dari pH dan dosis koagulan pada zat warna reaktif?
3. Bagaimana perbandingan zat warna reaktif dan dispersi pada kondisi yang sama?

1.4 Premis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, diperoleh premis-premis yang tercantum dalam Tabel 1.1, Tabel 1.2, Tabel 1.3 dan Tabel 1.4.

Tabel 1.1 Premis Zat Warna Campuran

No.	Jenis Koagulan	Limbah	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Optimum	Hasil % Penurunan	Referensi
1	Biji asam jawa	limbah cair PT. PMTI	COD, penurunan zat warna	150 rpm, 3 menit, tanpa kulit, mesh - 70+100	ph 2-7, dosis 1-3 g/L	ph 4,8; dosis 1,97 g/L	zat warna: 36,75995%; COD: 44,3127%	Kurniawan, 2018
2	Biji asam jawa	limbah penyamakan kulit	COD, TSS	200 rpm 1 menit dan 20 rpm 30 menit, pengendapan 60 menit	dosis 1,5; 2,5; 3,5 g/L	dosis 3,5 g/L	COD: 92,2%, TSS: 83,3%	Hendriarianti
3	Chitosan	limbah cair industri tekstil	BOD, COD, padatan tersuspensi, pH	waktu pengadukan 15 menit dan pH 8	konsentrasi koagulan 30, 40,50, 60, 70 ppm	konsentrasi koagulan 50 mg/L		Prayudi & Susanto, 2000
				waktu pengadukan 15 menit	variasi pH 5, 6, 7, 8, 9	pH 8		

Tabel 1.2 Premis Zat Warna Dispersi

No.	Jenis Koagulan	Zat Warna	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Optimum	Hasil % Penurunan	Referensi
1	FeCl ₃ .6H ₂ O	zat warna dispersi biru	residual, COD, pH	250 rpm 2 menit dan 40 rpm 15 menit, pengendapan 30 menit.	ph 4-9, dosis 0,09-7,4 mM	ph 6, dosis 0,15mM	zat warna: 71,7%, COD: 59,1%	Kim, 2004
		zat warna dispersi kuning				ph 5, dosis 0,15 mM	zat warna: 93,9%; COD: 77,8%	
2	Biji asam jawa	limbah zat warna dispersi biru	COD, penurunan zat warna	mesh - 70+100,	ph 4.5,7,8; dosis 0, 2, 4 g/L	ph 4,5; dosis 4 g/L		Edo, 2019
3	Akar Bunga Hollyhock (Alcea Rosea)	disperse red 60		250 rpm 2 menit dan 30-60 rpm 10-25 menit, pengendapan 10-60 menit	ph 5-11, dosis 50-300 g/mL, zat warna 10-80 mg/L	ph 11, dosis 200 mg/L, zat warna 40 mg/L, 60 rpm 15 menit, pengendapan 60 menit, 60C	zat warna: 86%	Mahmoudabadi
4	Biji asam Jawa	<i>C.I Disperse Red 60</i>	Zat warna	Mesh - 70+100; Pengadukan cepat 150 rpm selama 3 menit, 50 rpm selama 30 menit Waktu pengendapan 24 jam	pH 3-11; Dosis koagulan 3-5 g/L (tanpa kullit)	pH 7; dosis koagulan 5 g/L	%-penurunan COD 12%	Rahmah. Aliya Nur, 2021
		<i>C.I. Disperse Yellow 54</i>				pH 9; dosis koagulan 5 g/L	%-penurunan COD 16%	

Tabel 1.3 Premis Zat Warna Reaktif

No.	Jenis Koagulan	Zat Warna	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Optimum	Hasil % Penurunan	Referensi
1	Biji asam jawa	Drimaren Dark Red	COD, penurunan zat warna	150 rpm, 3 menit, tanpa kulit, mesh - 70+100	ph 2-7, dosis 1-3 g/L	ph 4,47; dosis 5,03 g/L; zat warna 25,43 ppm	zat warna: 78,74%	Kurniawan, 2018
2	FeCl ₃ .6H ₂ O	zat warna reaktif biru	residual, COD, pH	250 rpm 2 menit dan 40 rpm 15 menit, pengendapan 30 menit.	ph 4-9, dosis 0,09-7,4 mM	ph 7, dosis 0,5 mM	zat warna: 40,6%; COD: 22,9%	Kim, 2004
		zat warna reaktif kuning				ph 6, dosis 0,5 mM	zat warna: 43,9%; COD: 63,3%	
3	Biji asam jawa	limbah zat warna reaktif merah, kuning, hitam	COD, penurunan zat warna	mesh - 70+100	pH 4, 5, 7, 8; dosis 0, 2, 4 g/L	dosis 2 g/L		Edo, 2019
4	Biji asam jawa	Drimaren Dark Red	zat warna	200 rpm 5 menit dan 60 rpm 30 menit, pengendapan 120 menit	dosis 1, 2, 3 g/L; mesh - 10+40, - 40+70, - 70+100; ph 2-7	mesh -70+100, ph 3, dosis 3 g/L	zat warna: 84,6%	Handriono

Tabel 1.4 Premis Zat Warna Reaktif (lanj.)

No.	Jenis Koagulan	Limbah	Analisis	Variabel Tetap	Variasi	Kondisi Optimum	Hasil % Penurunan	Referensi
5	Biji asam jawa	drimaren dark red (zat warna reaktif)	zat warna	mesh - 70+100, 200 rpm 5 menit dan 60 rpm 30 menit, pengendapan 1 jam	dosis 1-3 g/L, ph 2-7, zat warna 20-30 ppm	dosis 3,69 g/L, ph 4,5, zat warna 25 ppm	zat warna: 94,25%	Martina
6	Akar Bunga Hollyhock (Alcea Rosea)	Reactive Blue 19		250 rpm 2 menit dan 30-60 rpm 10-25 menit, pengendapan 10-60 menit	ph 5-11, dosis 50-300 g/mL, zat warna 10-80 mg/L	ph 11, dosis 250 mg/L, zat warna 20 mg/L, 60 rpm 15 menit, pengendapan 60 menit, 60C	zat warna: 68%	Mahmoudabadi

1.5 Hipotesis

1. Biji asam jawa bekerja dengan lebih optimal sebagai koagulan dalam keadaan asam;
2. Dosis koagulan yang meningkat sebanding dengan penurunan COD dalam limbah sintetik zat warna reaktif sampai pada titik optimumnya;
3. Jenis limbah zat warna reaktif memiliki kondisi optimum pH pada kondisi asam.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pH, dosis koagulan biji asam jawa tanpa kulit terhadap penurunan COD pada limbah sintetik zat warna reaktif.
2. Mengetahui kondisi terbaik dari pH dan dosis koagulan biji asam jawa terhadap penurunan COD limbah sintetik zat warna reaktif.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi masyarakat
Hasil penelitian diharapkan dapat diaplikasikan untuk menghilangkan kandungan zat warna dalam air sehingga air bersih lebih mudah didapatkan dengan cara yang mudah dan ekonomis
2. Bagi PT. Putera Mulya Terang Indah dan industri tekstil lainnya
Diharapkan hasil penelitian ini dapat diaplikasikan dalam pengolahan limbah industri tekstil untuk mengurangi kandungan zat warna dan COD sehingga air limbah industri tidak mencemari lingkungan.
3. Bagi pemerintah
Diharapkan agar pemerintah dapat mengatasi masalah pengolahan air dalam menurunkan kandungan zat warna sehingga kebutuhan air bersih dapat teratasi.
4. Bagi ilmu pengetahuan
Diharapkan agar hasil penelitian dapat menambah wawasan dalam penggunaan bahan alami yang tidak terpakai menjadi koagulan alami.