

**KAJIAN PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA  
(*TAMARINDUS INDICA*) SEBAGAI KOAGULAN  
ALAMI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR  
TEKSTIL SINTETIK**

**Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat tugas akhir guna memperoleh gelar Strata-1  
dalam bidang ilmu teknik kimia

oleh :

**Chandra Wendy Handriono (2013620124)**



Pembimbing :

**Jenny Novianti M.S., S.T., M.Sc.**

**Hans Kristianto, S.T., M.T.**



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

No. Kode	: TK HAN K/17	BANDUNG
Tanggal	: 23 Januari 2018	2017
No. Ind.	: 4200 - FTI / SKP	35033
Divisi	:	i
Hadiah / Boli	:	
Dari	:	FTI



## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : KAJIAN PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*)  
SEBAGAI KOAGULAN ALAMI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH  
CAIR TEKSTIL SINTETIK.**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 27 Juli 2017

Pembimbing Pertama

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

Pembimbing Kedua

Hans Kristianto, S.T., M.T.



### **SURAT PERNYATAAN**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Chandra Wendy Handriono

NPM : 2013620124

dengan ini menyatakan bahwa Laporan Penelitian dengan judul:

**Kajian Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alami  
Dalam Pengolahan Limbah Cair Tekstil Sintetik**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi atau 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, 27 Juli 2017

Chandra Wendy Handriono  
(6213124)



**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : KAJIAN PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*)  
SEBAGAI KOAGULAN ALAMI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH  
CAIR TEKSTIL SINTETIK.**

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 8 Agustus 2017

Penguji ke-1

Herry Santoso, S.T., M.T.M, Ph.D.

Penguji ke-2

Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Kajian Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Tekstil Sintetik” tepat waktu. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini, terutama kepada :

1. Ibu Jenny Novianti M.S., S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan proposal penelitian ini,
2. Bapak Hans Kristianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran yang diperlukan selama penyusunan proposal penelitian ini,
3. Keluarga penulis yang setia memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis,
4. Teman-teman yang telah memberikan bantuan berupa masukan, saran, dan dukungan kepada penulis khususnya Andre Pratama, Adrianus Ernest, dan Maria Angelina.
5. Serta semua pihak lain yang telah ikut membantu dalam penyusunan proposal penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari betul bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti berikutnya sehingga dapat lebih bermanfaat lagi bagi pembaca.

Bandung, 27 Juli 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

COVER DALAM .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tema Sentral Masalah .....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis .....	3
1.5 Hipotesis .....	3
1.6 Tujuan Penelitian.....	3
1.7 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	7
2.1 Air.....	7
2.2 Pencemaran Air .....	9
2.2.1 Jenis Pencemaran Air .....	9
2.2.2 Sumber Pencemaran Air .....	10
2.3 Limbah Cair .....	11
2.3.1 Karakteristik Limbah Cair .....	12
2.3.1.1 Karakteristik Kimia.....	12
2.3.1.2 Karakteristik Biologi.....	14

2.3.1.3 Karakteristik Fisika.....	14
2.3.2 Jenis Padatan Limbah Cair .....	15
2.3.2.1 Padatan Terlarut (Dissolved Solids) .....	15
2.3.2.2 Padatan Tersuspensi (Suspended Solids) .....	15
2.3.2.3 Padatan Koloid .....	16
2.3.3 Limbah Cair Industri Tekstil .....	18
2.4 Metode Pengolahan Air Limbah .....	20
2.5 Koagulasi dan Flokulasi.....	22
2.6 Destabilisasi Koloid.....	25
2.6.1 <i>Double Layer Compression</i> .....	25
2.6.2 <i>Charge Neutralization</i> .....	26
2.6.3 <i>Entrapment in a Precipitation</i> .....	27
2.6.4 <i>Particle Bridging</i> .....	27
2.7 Koagulan .....	27
2.7.1 Koagulan Kimia .....	28
2.7.2 Koagulan Alami .....	30
2.8 Koagulan Biji Asam Jawa.....	35
2.9 Jenis Limbah Cair dalam Penelitian .....	40
2.9.1 Limbah Cair Zat Warna Tekstil .....	40
2.9.2 Limbah Cair Tekstil Campuran Zat Warna dengan Bahan Padatan .....	40
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Bahan Baku Utama dan Penunjang .....	42
3.2 Alat .....	42
3.3 Prosedur Penelitian.....	43
3.3.1 Tahap Persiapan .....	43
3.3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	43
3.3.1.2 Tahap Pembuatan Air limbah.....	44

3.3.1.3 Tahap Pembuatan Kurva Standar .....	46
3.3.2 Tahap Percobaan Pendahuluan .....	48
3.3.3 Tahap Percobaan Utama.....	48
3.3.3.1 Limbah Zat Warna Tekstil .....	49
3.3.3.2 Limbah Campuran Zat Warna Tekstil dan Bahan Padatan .....	50
3.4 Analisis Sampel .....	50
3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	51
BAB IV PEMBAHASAN .....	52
4.1 Analisa FTIR.....	52
4.2 Percobaan Pendahuluan .....	55
4.3 Percobaan Utama.....	59
4.3.1 Air Limbah Zat Warna Tekstil.....	59
4.3.1.1 Pengaruh pH Terhadap Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimaren Dark Red HF-CD .....	63
4.3.1.2 Pengaruh Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Konsentrasi Zat Warna Drimarene Dark Red HF-CD .....	68
4.3.2 Air Limbah Campuran Zat Warna dan Padatan.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEETS</i> .....	81
A.1 Asam Klorida (HCl).....	81
A.2 Natrium Hidroksida (NaOH).....	82
A.3 Amilum (Kanji) .....	83
A.4 Natrium Karboksil Metil Selulosa (Na-CMC) .....	84
LAMPIRAN B INSTRUMENTASI.....	85
B.1 Jar Test .....	85



B.2 Turbidimeter .....	85
B.3 pH meter .....	85
B.4 Spektrofotometer <i>Visible</i> .....	86
B.5 <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> (FTIR) .....	86
LAMPIRAN C DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA .....	88
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	92
D.1 Penentuan panjang gelombang maksimum.....	92
D.2 Pembuatan kurva standar .....	92
D.3 Perhitungan <i>%-removal</i> zat warna untuk variasi ukuran partikel koagulan .....	92
D.4 Penurunan zat warna <i>drimarene dark red</i> HF-CD ( <i>% removal</i> ) .....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ukuran partikel padatan .....	16
Gambar 2. 2 Skema representatif dari partikel koloid bermuatan negatif yang memiliki listrik double layer. ....	18
Gambar 2. 3 Proses penjernihan konvensional.....	22
Gambar 2. 4 <i>Double Layer Compression</i> .....	26
Gambar 2. 5 Mekanisme netralisasi muatan .....	26
Gambar 2. 6 Entrapment in a Precipitation .....	27
Gambar 2. 7 Struktur senyawa tanin.....	34
Gambar 2. 8 Biji asam jawa ( <i>Tamarindus indica</i> ).....	36
Gambar 2. 9 Hasil pengolahan limbah tekstil dengan koagulan alami.....	38
Gambar 2. 10 <i>Zwitter</i> ion pada asam amino protein.....	38
Gambar 3. 1 Prosedur persiapan biji asam jawa.....	44
Gambar 3. 2 Prosedur pembuatan air limbah zat warna <i>Drimarene dark red</i> HF-CD.....	44
Gambar 3. 3 Prosedur pembuatan gel Na-CMC.....	45
Gambar 3. 4 Prosedur pembuatan larutan kanji .....	45
Gambar 3. 5 Prosedur pembuatan air limbah campuran zat warna dan padatan.....	46
Gambar 3. 6 Prosedur penentuan panjang gelombang maksimum ( $\lambda$ maksimum) .....	46
Gambar 3. 7 Prosedur pembuatan kurva standar .....	47
Gambar 3. 8 Prosedur penentuan ukuran partikel terbaik koagulan biji asam jawa.....	48
Gambar 3. 9 Prosedur koagulasi untuk air limbah zat warna.....	49
Gambar 3. 10 Prosedur koagulasi limbah cair campuran zat warna dan bahan padatan .....	50
Gambar 4. 1 Hasil analisa FTIR dari biji asam jawa .....	53
Gambar 4. 2 Struktur kimia dari (a) <i>aspartic acid</i> , (b) <i>leucine acid</i> , (c) <i>lycine</i> , (d) <i>arginine</i> dan (e) <i>serine</i> .....	54
Gambar 4. 3 Struktur kimia dari polisakarida di dalam biji asam. ....	55
Gambar 4. 4 Penentuan panjang gelombang maksimum <i>Drimarene dark red</i> HF-CD.....	57
Gambar 4. 5 Kurva standar <i>Drimarene dark red</i> HF-CD pada $\lambda = 520$ nm .....	57
Gambar 4. 6 Persentase penurunan konsentrasi zat warna pada variasi ukuran biji asam jawa .....	58
Gambar 4. 7 Perubahan warna pada kondisi pH 4 dengan variasi dosis 1, 2, dan 3 g/L .....	60
Gambar 4. 8 Perubahan warna pada kondisi pH 5 dengan variasi dosis 1, 2, dan 3 g/L .....	60

Gambar 4. 9 Hasil percobaan sampel air limbah zat warna <i>Drimarene Dark Red</i> HF-CD	.61
Gambar 4. 10 Profil hasil %-removal di semua variasi pH untuk setiap dosis koagulan ....	64
Gambar 4. 11 Mekanisme <i>charge neutralization</i> pada koagulasi .....	66
Gambar 4. 12 Mekanisme <i>interparticle bridging</i> pada koagulasi .....	66
Gambar 4. 13 Skema interksi intermolekular antara elektron zat warna dengan gugus hidroksil polisakarida.....	67
Gambar 4. 14 Skema respresentatif dari interaksi antara molekul zat warna dengan polisakarida .....	67
Gambar 4. 15 Profil % removal terhadap variasi dosis koagulan untuk setiap pH .....	68
Gambar 4. 16 Gabungan mekanisme koagulasi dalam pembentukan flok .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Premis .....	5
Tabel 1. 2 Premis (lanjutan) .....	6
Tabel 2. 1 Daftar Persyaratan kualitas air .....	8
Tabel 2. 2 Jenis pencemar dan sumbernya .....	11
Tabel 2. 3 Kecepatan transportasi partikel .....	16
Tabel 2. 4 Limbah dari proses industri tekstil .....	19
Tabel 2. 5 Baku mutu air limbah industri tekstil .....	20
Tabel 2. 6 Perbandingan beberapa metode pengolahan limbah tekstil .....	21
Tabel 2. 7 Jenis koagulan kimia secara umum dalam proses koagulasi .....	28
Tabel 2. 8 Koagulan organik yang umum digunakan dalam pengolahan air .....	31
Tabel 2. 9 Komposisi kandungan dalam biji asam jawa .....	37
Tabel 3. 1 Respon dari masing- masing variasi sampel air limbah .....	50
Tabel 3. 2 Pelaksanaan kerja penelitian .....	51
Tabel 4. 1 Gugus fungsi pada biji asam jawa ( <i>Tamarindus indica</i> ) .....	53
Tabel 4. 2 <i>Anova for faktorial model</i> .....	63
Tabel 4. 3 Nilai <i>isoelectric point</i> (pI) dari asam amino .....	65
Tabel C. 1 Penentuan panjang gelombang zat warna <i>Drimarene Dark Red</i> HF-CD .....	88
Tabel C. 2 Pembuatan kurva standar .....	89
Tabel C. 3 %-Removal zat warna <i>Drimarene Dark Red</i> HF-CD dengan variasi ukuran koagulan .....	89
Tabel C. 4 %-Removal zat warna <i>Drimarene Dark Red</i> HF-CD pada percobaan utama .....	90
Tabel C. 5 Hasil percobaan turbiditas pada Limbah cair campuran zat warna dan padatan	91



## INTISARI

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dengan kondisi tanah subur yang menghasilkan berbagai tanaman khas, salah satunya tanaman asam jawa. Pemanfaatan asam jawa (*Tamarindus indica*) sebagai bahan makanan dan minuman saat ini hanya terbatas pada daging buah sehingga menghasilkan limbah berupa biji asam jawa yang belum dimanfaatkan. Padahal biji asam jawa memiliki kandungan protein dan polisakarida yang tinggi dengan potensi pengembangan lanjut menjadi koagulan alami.

Biji asam jawa sebagai koagulan alami diketahui memiliki kemampuan sebagai *color removal*, *turbidity removal*, dan menghasilkan *sludge* yang cenderung rendah dan dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair pada industri tekstil. Adapun kota Bandung masih merupakan produsen tekstil terbesar yang memiliki permasalahan dalam pengolahan limbah cair tekstil. **Tujuan** dari penelitian ini adalah pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alami dalam mengatasi permasalahan limbah cair tekstil. Penelitian ini diharapkan memberikan **manfaat** baik bagi dunia akademik, industri tekstil, industri minuman asam jawa, maupun masyarakat kota Bandung dan sekitarnya.

Penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu percobaan pendahuluan dan penelitian utama. Pada penelitian ini digunakan limbah tekstil sintetik *Drimarene dark red HF-CD* dengan parameter yang diamati berupa turbiditas dan intensitas warna. Pada percobaan pendahuluan, dilakukan *screening* ukuran partikel biji asam jawa dengan variasi ukuran: -10 +40, -40 +70, dan -70 +100 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel paling efektif dalam proses koagulasi pada limbah cair tekstil. Kemudian sampel biji asam jawa yang digunakan dianalisa menggunakan *FTIR* untuk mengetahui jenis gugus fungsi yang berperan dalam koagulasi. Pada percobaan utama dilakukan variasi nilai pH pada rentang 2-7 dan dosis koagulan sebesar 1, 2, dan 3 g/L. Proses koagulasi dilakukan menggunakan metode *Jar Test* dengan analisa menggunakan alat spektrofotometer untuk melihat *%-removal* zat warna *Drimarene dark red HF-CD* dan analisa turbidimeter untuk melihat *%-removal* turbiditas pada limbah cair sintetik campuran zat warna dan pengotor.

Hasil *FTIR* menunjukkan bahwa biji asam jawa memiliki kandungan gugus fungsi aktif seperti gugus hidroksil dan amine ( $\nu = 3421,5 \text{ cm}^{-1}$ ) dan karbonil ( $\nu = 1743,5 \text{ cm}^{-1}$ ) yang diketahui berperan aktif dalam mekanisme koagulasi. Untuk percobaan pendahuluan dihasilkan ukuran partikel terbaik -70 +100 mesh yang memiliki perolehan *%-removal* sebesar 77,67%. Selanjutnya, koagulan berukuran -70 +100 mesh digunakan pada percobaan utama untuk menurunkan kadar zat warna pada limbah tekstil dan menghasilkan kondisi terbaik dengan perolehan *%-removal* sebesar 84,60% (pH = 3 dan dosis koagulan = 3 g/L). Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa *%-removal* zat warna meningkat sejalan dengan peningkatan dosis koagulan. Sementara itu, penggunaan biji asam jawa tidak berhasil menurunkan turbiditas limbah cair tekstil karena adanya hambatan stabilisasi dari natrium karboksil metil selulosa dan kanji.

Kata kunci: biji asam jawa, koagulan alami, koagulasi, limbah tekstil, turbiditas, zat warna



## ABSTRACT

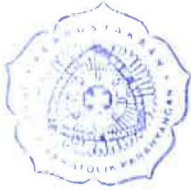
Indonesia is a tropic country with the fertile soil that makes it easily produce so many typical plants. One of them is tamarind plant (*Tamarindus indica*). Unfortunately, the usage of tamarind as the ingredient of foods and beverages are only in its fruit, so it leaves the waste like its seeds that aren't usable and disposable. While the seed of tamarind is known potentially and can be a natural plant-based coagulant in water treatment since it is rich of proteins and polysaccharides which are known play a role as an active component in the coagulation process.

As a natural coagulant, tamarind is known can be a good colour removal, turbidity removal, and produces a lower sludge which can be implemented to treat the textile-dye wastewater. In the other side, Bandung is the city that has the biggest producers of textile industries that actually still concern in the problem of treating the wastewater. The purpose of this research is the utilization of tamarind as a natural plant-based coagulant that can resolve the problem of textile-dye wastewater. Hopefully the study can be beneficial for academics, textile industries, tamarind's beverage industries, and also for the citizens of Bandung city and around.

The research was divided into 2 steps, the pre-treatment and the main treatment. This experiment used a synthetic textile-dye wastewater with the observed parameters are turbidity and the concentration of colour. The tamarind seeds used are the dried seeds which has been cleaned and screened to have the variation of its particle that is -10 +40, -40 +70, and -70 +100 mesh. The treatment was done as a pre-treatment test to obtain the best particle size which would be used for the main treatment. The tamarind seeds is analysed using FTIR to know the function groups inside of it that act as a coagulant agent. The main treatment is carried out in the variation of pH of the samples, for the range of 2-7, and the dosage of the coagulant, that is 1, 2, and 3 g/L respectively. The coagulation process is done by the *Jar Test* method, and then analysed with spectrophotometer instrument to know the colour removal (in %) of pure Drimarene Dark Red HF-CD, which represents the textile-dye wastewater sample, and also the turbidity removal (in %) for the mixture sample of the textile-dye wastewater with solids inside of it.

The FTIR showed that tamarind seeds contain the active function groups like hydroxyl and amine group ( $\nu = 3421,5 \text{ cm}^{-1}$ ) and carbonyl ( $\nu = 1743,5 \text{ cm}^{-1}$ ) which known play a role in the coagulation mechanism. The result of the pre-treatment showed that the optimum particle size is achieved in -70 +100 mesh, which gave the highest percentage of colour removal, up to 77,67 %. So this size is used in the main treatment and gave the highest percentage of colour removal up to 84,60 % on both pH and coagulant dosage were 3 and 3 g/L respectively. While the mixture sample of textile-dye wastewater and solids inside of it didn't give any result for both turbidity and colour removal. Based on this research, it can be concluded that tamarind seeds can be used as a natural plant-based coagulant for the treatment of Drimare Dark Red HF-CD textile-dye wastewater which actually lowered the concentration of the colour.

Keywords: coagulant, coagulation, dye, natural coagulant, tamarind seeds, textile-dye, turbidity



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan tropis yang dilewati garis khatulistiwa dan memiliki kekayaan akan sumber daya alam yang berlimpah. Indonesia juga sering dikenal sebagai negara maritim agraris karena kaya akan wilayah laut dan sebagian besar penduduk Indonesia melakukan pekerjaan bercocok tanam sehingga banyak menghasilkan sumber daya nabati. Sebagai negara agraris, Indonesia banyak menghasilkan tanaman-tanaman khas, seperti salah satunya yang dibudidayakan yaitu tanaman asam jawa.

Tanaman asam jawa banyak ditanam dan dibudidayakan untuk diambil bagian buahnya yang berwarna coklat. Kapasitas produksi asam jawa di Indonesia masuk ke dalam peringkat 10 besar di dunia. Produksi terbesar asam jawa dipegang oleh negara India yang memiliki kapasitas produksi sebesar  $\pm 300.000$  ton setiap tahunnya [1]. Buah asam jawa sering digunakan sebagai bahan baku dalam makanan dan minuman akibat dari tekstur, aroma dan rasanya yang unik. Pemanfaatan asam jawa di dalam bahan makanan dan minuman sampai saat ini hanya terbatas pada daging buahnya saja, sedangkan bagian kulit dan biji dari asam jawa biasa dibuang sebagai limbah tidak terpakai. Padahal di dalam biji asam jawa terkandung lemak, protein, dan polisakarida yang cukup banyak [1] yang masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan. Adapun biji asam jawa, seperti juga, bahan alami lainnya, contohnya biji kelor (*Moringa oleifera*) [2] [3] [4], biji nirmali (*Strychnos potatorum*) [5] dan biji kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) [6] telah dibuktikan dapat digunakan sebagai bahan koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Charoenlarp (2015) menunjukkan bahwa biji asam jawa dapat digunakan untuk menurunkan COD, kandungan zat warna, dan turbiditas melalui metode koagulasi-flokulasi dalam pengolahan limbah cair [7] [8]. Mekanisme koagulasi-flokulasi memiliki keunggulan dibandingkan metode lain karena sederhana dan tidak membutuhkan biaya tinggi sehingga sering diaplikasikan dalam pengolahan limbah cair. Adapun proses koagulasi biasanya diikuti dengan proses flokulasi dan sedimentasi yang merupakan suatu rangkaian proses dalam pengolahan limbah cair.

Proses koagulasi-flokulasi dapat dilakukan dengan cara mencampurkan koagulan dan flokulan ke dalam limbah cair. Koagulan dan flokulan berperan sebagai bahan yang dapat mengendapkan partikel pengotor di dalam limbah dengan cara mendestabilisasi partikel limbah. Secara umum, koagulan dibagi menjadi dua yaitu koagulan alami dan

koagulan kimia. Koagulan kimia merupakan koagulan yang terbuat dari unsur atau senyawa kimia dan masih menjadi primadona dalam pengolahan limbah industri karena koagulan kimia lebih peka terhadap perubahan kondisi pH dan lebih mudah diperoleh dalam keadaan siap pakai dibandingkan dengan koagulan alami. Namun, penggunaan koagulan kimia yang berlebihan dan berkelanjutan diketahui dapat menimbulkan efek karsinogenik, demencia, dan alzheimer [9]. Oleh karena itu, koagulan alami seperti biji asam jawa sangat baik dikembangkan agar penggunaan koagulan kimia dapat berkurang karena koagulan alami memiliki sifat yang ramah lingkungan, *biodegradable*, dan tidak berbahaya bagi kesehatan. Hal yang perlu diperhatikan adalah mekanisme pengolahan dan penggunaan yang sederhana yang dapat membuat koagulan alami menarik baik dari segi harga maupun aplikasi sehingga koagulan alami dapat bersaing dengan koagulan kimia.

Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada bahan alami berupa biji asam jawa untuk dilakukan kajian lebih lanjut terkait tingkat keberhasilan, kemudahan, dan kepraktisan dalam pengolahan air limbah cair. Pemilihan bahan didasarkan pada kemudahan dalam memperoleh bahan dan peningkatan nilai guna limbah biji asam jawa yang masih belum dimanfaatkan selama ini. Sedangkan limbah cair yang dipilih difokuskan pada limbah cair tekstil di mana seperti yang telah diketahui bahwa limbah cair tekstil merupakan masalah terbesar yang masih belum teratasi hingga saat ini khususnya di wilayah kota dan kabupaten Bandung dan sekitarnya. Untuk menguatkan dugaan dan mengetahui bahan aktif dari biji asam jawa dilakukan analisa FTIR sehingga dapat diketahui kandungan yang menjadi bahan aktifnya walaupun kemampuan biji asam jawa sebagai *color removal* dan penurunan kandungan COD pada limbah cair sesungguhnya telah terbukti dari beberapa penelitian [7] [10] [11] sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan titik awal dalam mengatasi permasalahan limbah industri tekstil, di wilayah kota Bandung.

## 1.2 Tema Sentral Masalah

Biji asam jawa yang selama ini menjadi limbah yang tidak bernilai memiliki potensi sebagai koagulan alami untuk mengolah limbah cair industri. Sampai saat ini koagulan kimia masih mendominasi pengolahan limbah cair padahal diketahui banyak menimbulkan berbagai masalah baik bagi kesehatan maupun lingkungan. Sementara itu sebenarnya koagulan diperlukan dalam pengolahan limbah cair industri tekstil yang sudah dan masih menjadi permasalahan utama di wilayah Bandung. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian performa koagulan alami biji asam jawa dengan melihat pengaruh ukuran partikel



biji asam pada tahap pendahuluan, dan pengaruh pH serta dosis koagulan pada percobaan utama terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan turbiditas.

### 1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh ukuran partikel koagulan pada tahap pendahuluan terhadap penurunan konsentrasi zat warna?
2. Bagaimana pengaruh variasi dosis koagulan terhadap penurunan konsentrasi zat warna pada limbah cair tekstil sintetis?
3. Bagaimana pengaruh variasi pH terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan turbiditas pada limbah cair tekstil sintetis?

### 1.4 Premis

Penelitian ini menggunakan beberapa literatur yang berhubungan dengan penelitian seperti yang disajikan pada **Tabel 1.1** untuk menetapkan variasi penelitian, variabel-variabel proses, dan bahan termasuk alat yang sesuai dengan penelitian.

### 1.5 Hipotesis

1. Biji asam dapat berperan sebagai koagulan alami dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan turbiditas dalam limbah cair tekstil sintetis [7].
2. Ukuran partikel biji asam jawa yang semakin kecil akan memberikan hasil penurunan konsentrasi zat warna dan turbiditas yang besar [12].
3. Penurunan konsentrasi zat warna di dalam limbah cair tekstil sintetis dipengaruhi oleh dosis koagulan biji asam jawa yang digunakan dalam proses koagulasi dimana terdapat dosis koagulan optimum untuk mendapatkan hasil koagulasi yang terbaik [10].
4. pH larutan dapat menentukan tingkat keberhasilan proses koagulasi dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan turbiditas air limbah tekstil dimana terdapat pH optimum untuk melakukan proses koagulasi [13] [14].

### 1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh koagulan alami biji asam jawa dalam menurunkan konsentrasi zat warna dan turbiditas di dalam air limbah tekstil.
2. Mengetahui pengaruh ukuran partikel terhadap kinerja koagulan dalam mekanisme koagulasi.
3. Mengetahui pengaruh dosis koagulan alami biji asam jawa dalam mekanisme koagulasi terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan turbiditas air limbah tekstil.

4. Mengetahui pengaruh pH dalam mekanisme koagulasi terhadap penurunan konsentrasi zat warna dan turbiditas air limbah tekstil.

### **1.7 Manfaat Penelitian**

#### **1. Bagi Peneliti**

Mengetahui kegunaan dan efektivitas biji asam jawa sebagai koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi untuk menurunkan konsentrasi zat warna dan tingkat turbiditas di dalam air limbah tekstil buatan.

#### **2. Bagi Industri**

Dapat menjadikan proses koagulasi dan pemakaian koagulan alami sebagai salah satu strategi dalam mengolah limbah cair industri, khususnya industri tekstil yang lebih aman dan ekonomis sehingga air limbah yang dihasilkan dapat layak dibuang ke lingkungan.

#### **3. Bagi Bangsa**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi yang nyata bagi bangsa dan pemerintah dalam mengatasi permasalahan pencemaran air sehingga sumber air masyarakat tidak banyak yang tercemar.

#### **4. Bagi Ilmuwan dan Bidang Ilmu Pengetahuan serta Teknologi.**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak dan kontribusi yang nyata bagi para ilmuwan dan bidang pengetahuan serta teknologi khususnya di Indonesia untuk menambah pengetahuan dan wawasan terhadap proses dan efektivitas pengolahan limbah cair tekstil menggunakan koagulan alami biji asam jawa dengan metode koagulasi-flokulasi.

**Tabel 1. 1 Premis**

Jenis air	Analisis	Kondisi awal sampel	Jenis Variasi	Hasil optimum	Penurunan	Referensi
Limbah cair deterjen	Turbiditas COD pH	Turbiditas 1670 NTU; pH awal 12,68; COD 1118,64 mg/L;	pH 2 - 12,5 Waktu pengadukan 0 - 25 min Koagulan 100 - 3200 mg/L	pH 7.25 140/40rpm 3/15min Dosis 400 mg/L	turbiditas 97,01% & COD 24,86% turbiditas 97,78% & COD 43,50% turbiditas 97,72% & COD 39,55%	[15]
Air tanah	Turbiditas	pH awal 9 Turbiditas 148 NTU TSS 1500 mg/L	Koagulan 250; 500; 750; 1000; 1250 mg/L pH 2; 4; 6; 8; 10; 12	Dosis 750 mg/L  pH 8	% removal turbiditas 95,27% % removal turbiditas 78% saat dosis optimum % removal turbiditas 78% saat pH dan dosis optimum	[16]
Air sungai Bangshi	Turbiditas BOD COD pH	Turbiditas 101,28 NTU pH 6,95 TDS 773 mg/L COD 390 mg/L	Koagulan 50; 75; 100 mg/L		% removal turbiditas 97,50% pada dosis 75 mg/L pH berubah menjadi 7,37 %removal TDS 92,23% di dosis 100mg/L %removal COD 88,72% di dosis 100mg/L	[17]
Limbah cair tahu	TSS BOD DO pH	TSS 425 mg/L; DO 1,8 mg/L; pH awal 3,93; BOD 71 mg/L; Mesh 60;	Koagulan 600; 1000; 1400 mg/l	Dosis 1400 mg/L	removal TSS 67,2% removal BOD 24,18% Peningkatan DO 53,85%	[18]
Air tanah	Turbiditas	Turbiditas 478 NTU pH dibawah 3	Bentuk bubuk Koagulan 500-3000 mg/L	Dosis 3000 mg/L	%removal turbiditas 99%	[19]

Tabel 1. 2 Premis (lanjutan)

Limbah cair tempe	Turbiditas COD	Turbiditas 160 NTU COD awal 3999,4 mg/L	Waktu pengadukan 10; 15; 20; 25 min pH 3; 3,5; 4; 4,5; dan 5 Koagulan 500; 1500; 2500; 3500; 4500 mg/L	pH 4 Dosis 1500 mg/L Waktu pengadukan 20 min	% removal turbiditas 95,18% Penurunan COD 87,82%	[20]
Limbah cair tahu	Turbiditas TSS COD		pH 4; 6; 8; 10 Koagulan 1000; 2000; 3000; 4000; 5000 mg/L Ukuran partikel tepung, 50, 100, 140 mesh	pH 4 Dosis 3000 mg/L Ukuran partikel 140 mesh	% removal turbiditas 87,88% Penurunan TSS 98,78% Penurunan COD 22,04%	[21]
Drimarene brilliant blue CL-BR Drimarene yellow CL-2RP Drimarene red CL-58p	Zat warna Turbiditas COD Vol. Sludge	Limbah: 250 mL Pengadukan: 100 rpm (1 menit) dan 30 rpm Sedimentasi: t: 1h	Konsentrasi: 10,20,30,40,50 mg/L pH: 5, 7,9 waktu flokulais: 30, 60, 90, 120, 150	konsentrasi: 20 mg/L	zat warna: 81,13% turbiditas: 69,05 % COD: 19,19 % Vol. sludge: 12,8 %	[7]
Limbah cair tempe	COD BOD TSS	BOD 950 mg/L COD 1534 mg/L TSS 309 mg/L pH 5	Koagulan 500; 1500; 2500; 3000 mg/L Kecepatan pengadukan 180/80; 210/85; 240/90 Waktu pengadukan 15, 30, 45 min	Dosis 1500 mg/L Kecepatan 180/80 rpm Waktu pengadukan 45 min	%removal BOD 82,62% %removal COD 81,72% %removal TSS 76,47%	[22]
Air gambut	Bahan organik	Bil. permanganat 59,08 mg/L	pH 4 - 8 Koagulan 5000-25000 mg/L	pH 4 Dosis 10000 mg/L	pH rendah removal bahan organik 60,31% Dosis optimum removal bahan organik 50%	[23]
Pewarna: Congo red (CR); Naphthalene black (NB); Methylene Blue (MB); Rhodamine B	% removal of dyes	Kadar dye 1 ppm Waktu kontak 180 min	Koagulan 1; 5; 10; 15; 20 mg/L pH 1; 2; 4; 6; 7; 9,2	Dosis 10 mg/L pH 4 pH 9.2	%removal dyes CR 38,89% dan NB 34,45% %removal dyes 38,96% dan 25,44%	[13]
Golden yellow dan Direct fast scarlet	% removal of dyes		Kadar dyes 1-15 mg/L Koagulan 5; 10; 15; 20 mg/L	Dosis GY 10 mg/L Kontak time DFS 1 jam	% removal golden yellow (GY) 60% %removal fast direct scarlet (FDS) 25%	[10]