



**PENGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI
KOAGULAN ALAMI DALAM PROSES PENANGANAN
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

SKRIPSI

Oleh

**Yunus Jelang Mahardiko
NIM 151710201009**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI
KOAGULAN ALAMI DALAM PROSES PENANGANAN
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

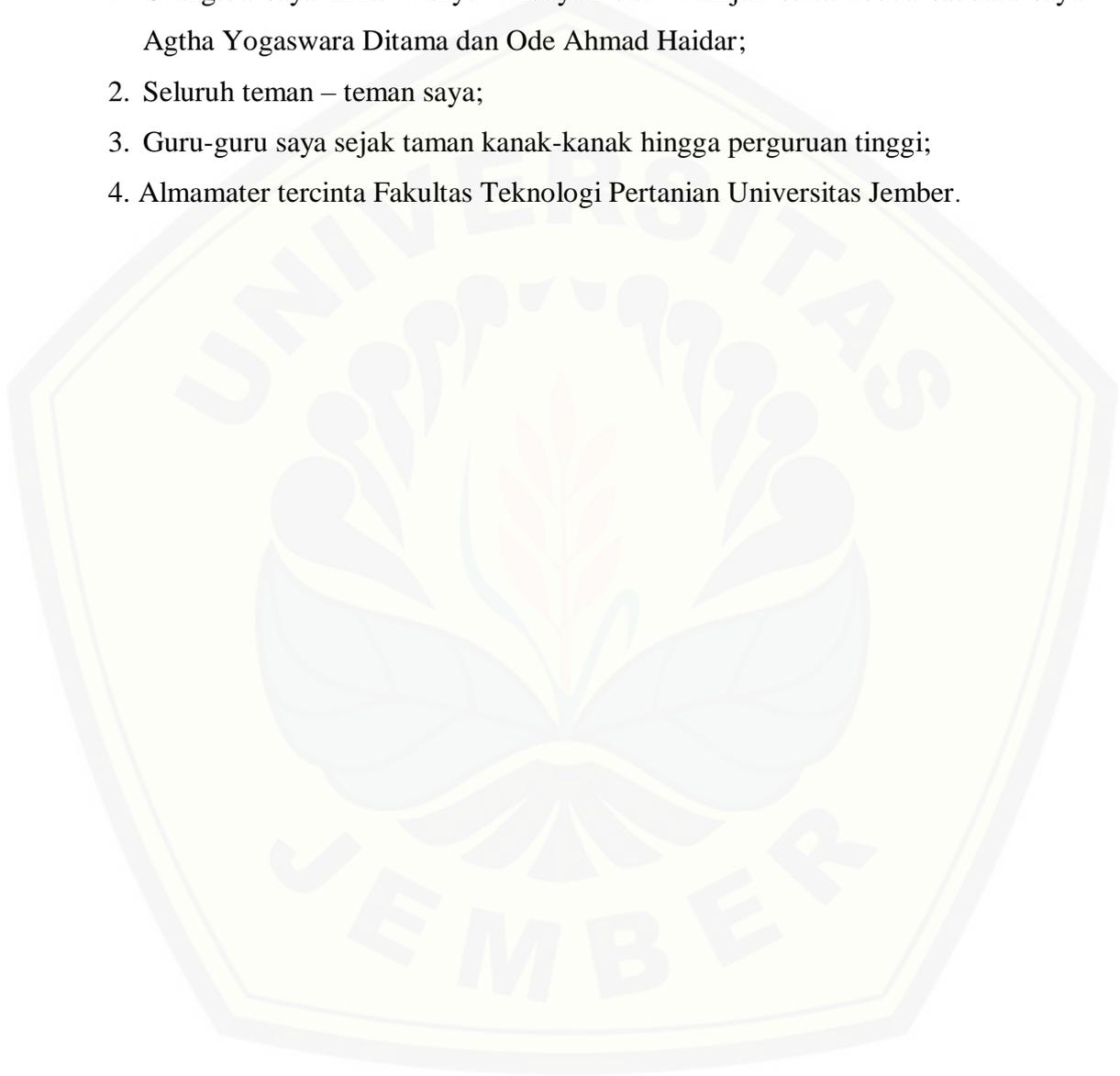
**Yunus Jelang Mahardiko
NIM 151710201009**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Orangtua saya Erna Wahyu Widayati dan Wakijan serta kedua saudara saya Agtha Yogaswara Ditama dan Ode Ahmad Haidar;
2. Seluruh teman – teman saya;
3. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(terjemahan Surat *Al- Mujadalah* ayat 11)



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yunus Jelang Mahardiko

NIM : 151710201009

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Sebagai Koagulan Alami dalam Proses Penanganan Limbah Cair Industri Tahu” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Data-data penelitian yang terdapat pada karya tulis ilmiah ini dapat digunakan untuk kepentingan publikasi dan sepenuhnya milik Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Saya bertanggung jawab atas kesahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Agustus 2019

Yang menyatakan.

Yunus Jelang M
NIM 151710201009

SKRIPSI

**PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica* L.) SEBAGAI
KOAGULAN ALAMI DALAM PROSES PENANGANAN
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

Oleh

Yunus Jelang Mahardiko
NIM 151710201009

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Umum :Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota :Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L) Sebagai Koagulan Alami Dalam Proses Penanganan Limbah Cair Industri Tahu” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 27 November 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

NIP 197311301999032001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

NIP 197211301999032001

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si.

NIP. 197407071993031001

Rufiani Nadzirah S.TP., M.Sc.

NIP. 760018059

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng.

NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Proses Penanganan Limbah Cair Industri Tahu; Yunus Jelang Mahardiko, 151710201009; 2019; 68 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Asam jawa merupakan salah satu produk perkebunan yang cukup melimpah di Indonesia. Nilai ekspor asam jawa di Indonesia tahun 2012 tercatat sebesar 10.738 ton. Provinsi Jawa Timur menjadi penghasil asam jawa terbesar kedua di Indonesia dengan total produksi 1.030 ton/tahun. Selain daging buahnya, biji asam jawa juga dapat dimanfaatkan. Biji asam jawa memiliki kandungan protein tinggi yang mampu berperan sebagai polielektrolit alami yang kegunaannya mirip dengan koagulan sintetik. Penggunaan koagulan biji asam jawa yang diterapkan pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan dosis 3,5 gr/l efisiensi kadar *Total Suspended Solid* sebesar 83,3 % dan efisiensi kadar *Chemical Oxygen Demand* sebesar 92,2 %. Penelitian tentang keefektifan biji asam jawa sebagai koagulan telah banyak dilakukan, namun belum diketahui nilai ukuran mesh dan dosis yang sesuai untuk diterapkan pada limbah cair industri tahu.

Kabupaten Jember memiliki banyak industri rumahan yang memproduksi tahu. Terdapat 742 industri tahu yang tersebar di 20 kecamatan Kabupaten Jember. Limbah cair tahu memiliki kadar pencemar yang tinggi yaitu TSS sebesar 2.350 mg/l, COD 8.640 mg/l, dan memiliki nilai kekeruhan sebesar 2.120 nTU. Kadar limbah yang tinggi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila dibuang langsung ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan. Pengolahan limbah cair industri tahu dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya metode koagulasi. Koagulasi adalah proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi. Namun, belum diketahui jumlah dosis dan ukuran mesh yang sesuai dalam proses penanganan limbah cair industri tahu menggunakan koagulan biji asam jawa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik limbah cair industri tahu dan jumlah dosis serta ukuran mesh biji asam jawa yang sesuai dalam pengolahan limbah cair industri tahu.

Penelitian terkait koagulasi ini menggunakan sembilan kombinasi perlakuan dengan masing masing tiga kali ulangan dan menggunakan volume limbah 1 liter. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi dosis koagulan (1.500 mg, 2.500 mg, dan 3.500 mg) dan ukuran mesh (60, 80 dan 100) koagulan biji asam jawa. Variabel yang diamati dalam pengukuran karakteristik limbah cair industri tahu yaitu meliputi TSS, TDS, Kekeruhan dan COD. Uji statistika yang digunakan untuk menganalisis data hasil pengukuran adalah uji ANOVA dua arah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulasi dengan biji asam jawa mampu menurunkan bahan pencemar pada limbah industri tahu. Perlakuan yang paling sesuai dalam proses penanganan limbah cair tahu menggunakan koagulan biji asam jawa yaitu pada kombinasi perlakuan dosis 1.500 mg/l dan ukuran mesh 100. Kombinasi perlakuan tersebut menghasilkan nilai efisiensi TSS 91,36 %, TDS 64,71 %, Kekeruhan 93,59 % dan COD sebesar 57,98 %. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa semua variabel yang diuji berbeda nyata kecuali variabel TSS. Hasil uji lanjutan tukey menunjukkan adanya perbedaan nyata pada perlakuan mesh 60 dan 100 pada variabel TDS, sedangkan pada variabel kekeruhan dan COD hasil uji tukey menunjukkan adanya perbedaan nyata pada setiap perlakuan mesh yaitu 60, 80 dan 100.

SUMMARY

The Use of Tamarind Seed (*Tamarindus indica* L.) As a Natural Coagulant in the Process of Handling Tofu Industry Wastewater; Yunus Jelang Mahardiko, 151710201009; 2019; 68 pages; Department of Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology; Jember University.

Tamarind is one of the most abundant plantation products in Indonesia. The value of tamarind exports in Indonesia in 2012 was recorded at 10.738 tons. East Java Province is the second-largest producer of tamarind in Indonesia after West Nusa Tenggara Province with a total production of 1.030 tons/year. In addition to the pulp, tamarind seeds can also be used. Tamarind seeds have a high protein content that can act as a natural polyelectrolyte whose uses are similar to synthetic coagulants. The use of tamarind seed coagulant which is applied to the tannery industrial wastewater at a dose of 3.5 gr/l can reduce TSS levels by 83.3% and COD levels decrease by 92.2%. Research on the effectiveness of tamarind seeds as a coagulant has been carried out, but it is not yet known the optimum mesh size and dosage values to be applied to tofu industry wastewater.

Jember Regency has many home industries that produce tofu. There are 742 tofu industries spread across 20 sub-districts in Jember Regency. Tofu wastewater has a high parameter value, namely TSS of 2.350 mg / l, COD 8.640 mg / l, and has a turbidity value of 2.120 NTU. Wastewater parameters that can cause environmental pollution, therefore need to be treated before the waste is discharged into the environment one of which is coagulation. Coagulation is the process of charge destabilization of suspended particles. It is not yet known the optimal number of doses and mesh sizes in the process of tofu industry wastewater management using tamarind seed coagulant. The purpose of this study was to study the characteristics of tofu industry wastewater and the optimal number and size of tamarind seed mesh in tofu industry wastewater treatment. This study used nine treatment combinations with three replications for each using 1-liter waste volume. The treatments used in this study were variations in the dose of coagulant (1.500 mg/l, 2.500mg/l, and 3.500 mg/l) and mesh size (60, 80 and

100) of tamarind seed coagulant. Variables observed in the measurement of the characteristics of tofu industrial wastewater include TSS, TDS, Turbidity and COD. The statistical test used to analyze the result data was the two-way ANOVA test.

The results showed that coagulation with tamarind seeds could reduce pollutants in tofu industry wastewater. The most effective treatment was the combination of 1.500 mg / l dose and 100 mesh size. The combination of these treatments resulted in the effectiveness of TSS reduction of 91.36%, TDS 64.71%, Turbidity of 93.59% and COD of 57.98%. ANOVA test results show that all variables differ significantly except TSS variables. The results of the tukey follow-up test showed significant differences in the treatment of mesh sizes of 60 and 100 on the TDS variable, whereas in the turbidity and COD variables the results of the tukey test showed significant differences in each handling of mesh 60, 80 and 100.

PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Sebagai Koagulan Alami Dalam Proses Penanganan Limbah Cair Industri Tahu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si dan Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan selama proses penulisan skripsi ini;
4. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
8. Kedua orang tua saya, Erna Wahyu Widayati dan Wakijan yang telah mendoakan saya;

9. Saudara saya Agtha Yogaswara Ditama dan Ode Ahmad Haidar terimakasih dukungan dan semangatnya.
10. Teman-teman satu tim penelitian kualitas air 2015 (Intan, Halim, Nilo, Zulfrida, Fila, Syahna, Iqo, Zakina, Bagas,dan Ulfa). Terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, 21 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN/SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1.PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Asam Jawa	4
2.2 Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan	5
2.3 Industri Tahu	5
2.3.1 Proses Pembuatan Tahu	6
2.3.2 Sumber Limbah Industri Tahu	7
2.3.3 Karakteristik Limbah Tahu.....	8
2.4 Parameter Limbah Cair	9
2.4.1 Total Padatan Tersuspensi	9
2.4.2 Total Padatan Terlarut.....	10
2.4.3 Kekeruhan.....	10
2.4.4 Chemical Oxygen Demand.....	11
2.5 Koagulasi Flokulasi	11
2.5.1 Destabilisasi Koloid	12
2.5.2 Koagulan	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	14
3.3 Tahapan Penelitian	15
3.3.1 Persiapan Koagulan.....	15
3.3.2 Penelitian Pendahuluan	16
3.3.3 Penentuan Karakteristik Awal Limbah Tahu	17
3.3.4 Analisa Variabel Kualitas Air Limbah.....	18
3.4 Metode Pengukuran Data.....	19
3.4.1 Pengukuran Efisiensi.....	20

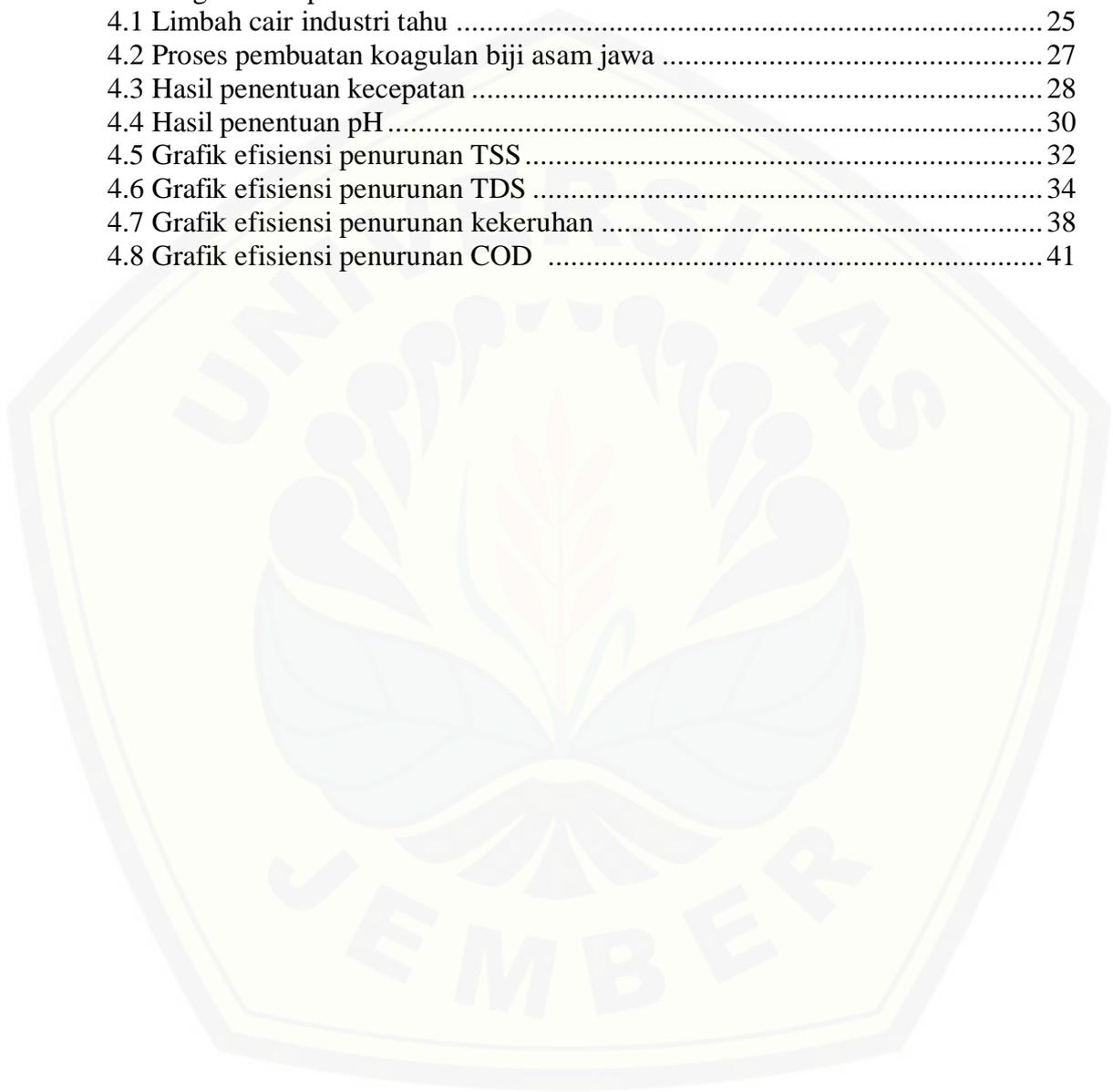
3.4.2 Uji ANOVA.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	23
4.2 Penelitian Pendahuluan.....	25
4.2.1 Pembuatan Serbuk Biji Asam Jawa	26
4.2.2 Penentuan Kecepatan Pengadukan	27
4.2.3 Penentuan pH.....	28
4.3 Analisa Kualitas Air Limbah	30
4.3.1 Analisa TSS.....	30
4.3.2 Analisa TDS	32
4.3.3 Analisa Kekkeruhan.....	35
4.3.4 Analisa COD.....	39
4.4 Rekomendasi.....	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Unsur –unsur yang terdapat dalam biji asam jawa	5
2.2 Limbah cair tahu per 100 kg bahan baku	8
3.1 Rancangan penelitian	21
3.2 Persamaan ANOVA	22
4.1 Karakteristik limbah cair industri tahu	24
4.2 Baku mutu limbah cair industri tahu	25
4.3 Hasil pengukuran nilai TSS	31
4.4 Hasil <i>analysis of varians</i> terhadap penurunan nilai TSS.....	33
4.5 Hasil pengukuran nilai TDS	34
4.6 Hasil <i>analysis of varians</i> terhadap penurunan nilai TDS	35
4.7 Hasil analisis tukey terhadap penurunan nilai TDS	36
4.8 Hasil pengukuran nilai kekeruhan	37
4.9 Hasil <i>analysis of varians</i> terhadap penurunan nilai kekeruhan	39
4.10 Hasil analisis tukey terhadap penurunan nilai kekeruhan	39
4.11 Hasil pengukuran nilai COD	40
4.12 Hasil <i>analysis of varians</i> terhadap penurunan nilai COD	42
4.13 Hasil analisis tukey terhadap penurunan nilai COD	43
4.14 Hasil pengukuran efisiensi penurunan parameter limbah	44

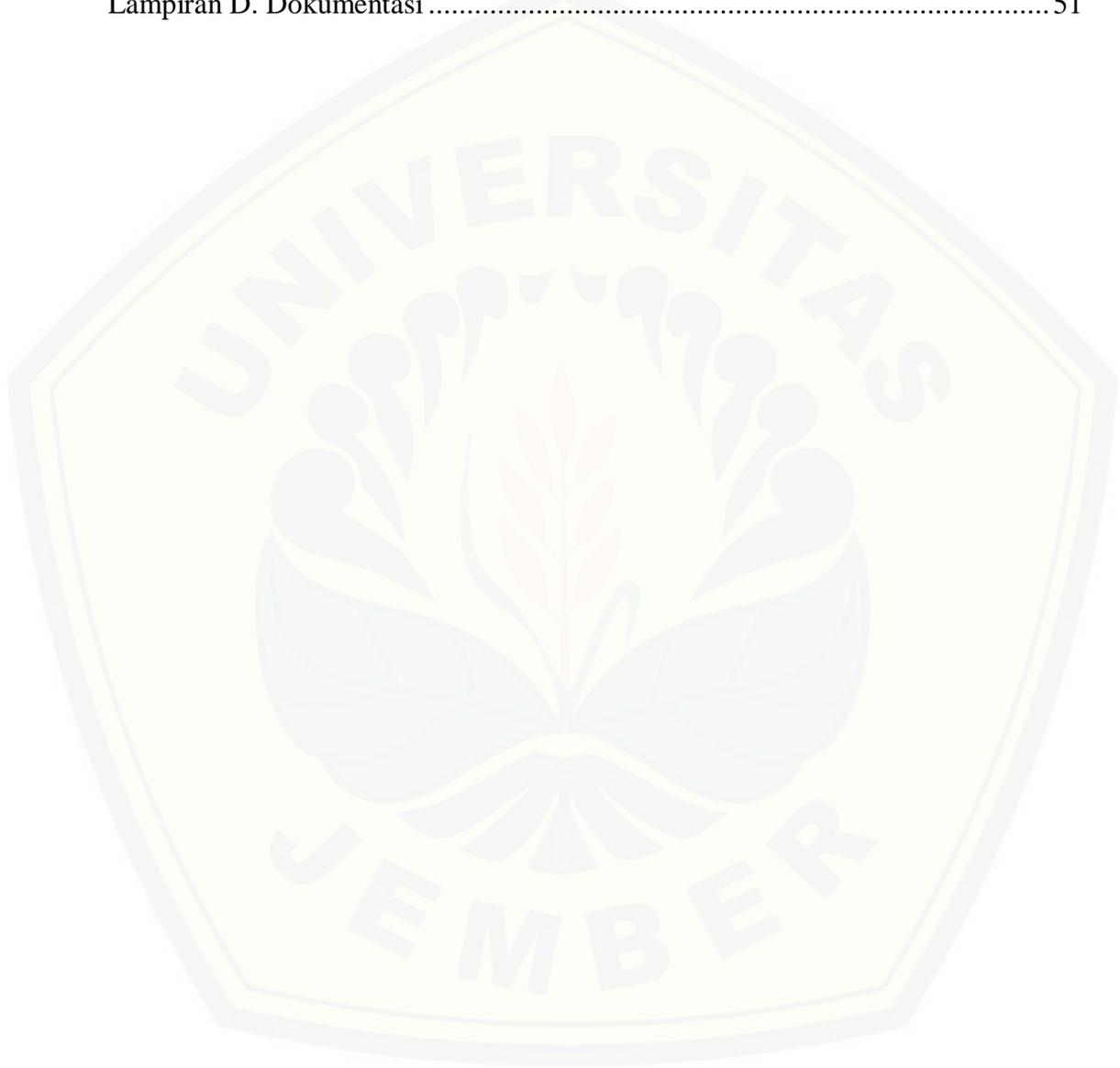
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir penelitian.....	16
4.1 Limbah cair industri tahu	25
4.2 Proses pembuatan koagulan biji asam jawa	27
4.3 Hasil penentuan kecepatan	28
4.4 Hasil penentuan pH.....	30
4.5 Grafik efisiensi penurunan TSS.....	32
4.6 Grafik efisiensi penurunan TDS	34
4.7 Grafik efisiensi penurunan kekeruhan	38
4.8 Grafik efisiensi penurunan COD	41



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Penelitian Pendahuluan	49
Lampiran B. Analisa Kualitas Air Limbah	50
Lampiran D. Dokumentasi	51



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam jawa merupakan salah satu produk perkebunan yang cukup melimpah di Indonesia. Asam jawa dari Indonesia juga telah diekspor ke negara - negara lain. Berdasarkan angka tetap statistik perkebunan Indonesia, nilai ekspor asam jawa di Indonesia tahun 2012 tercatat sebesar 10.738 ton. Asam jawa yang diekspor berasal dari 4.249 ha luas areal perkebunan asam jawa yang seluruhnya diusahakan oleh rakyat. Provinsi Jawa Timur menjadi penghasil asam jawa terbesar kedua di Indonesia setelah Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan total produksi 1.030 ton/tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013).

Asam jawa merupakan buah sejati tunggal yang memiliki 2-10 biji pada setiap buahnya. Biji buah asam jawa berbentuk lonjong pipih dengan dimensi 3 - 10 x 1,3 cm (El-Siddig *et.al.*, 2006). Selain daging buahnya, biji asam jawa juga dapat dimanfaatkan. Biji asam jawa memiliki kandungan protein tinggi yang mampu berperan sebagai polielektrolit alami yang kegunaannya mirip dengan koagulan sintetik (Hendrawati *et.al.*, 2013). Untuk menjadi koagulan, biji asam jawa harus melalui proses pengecilan ukuran sehingga dihasilkan ukuran partikel yang seragam. Selain dipengaruhi oleh ukuran partikel koagulan, proses koagulasi juga dipengaruhi oleh dosis koagulan yang digunakan. Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan koagulan biji asam jawa dengan dosis 1.500 mg/l pada limbah cair industri tempe diperoleh efisiensi kadar BOD sebesar 82,62%, COD 81,72%, dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 76,47% (Ramadhani dan Moesriati, 2013). Penelitian lainnya, penggunaan koagulan biji asam jawa yang diterapkan pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan dosis 3,5 gr/l menghasilkan efisiensi TSS sebesar 83,3 % dan efisiensi COD sebesar 92,2 %.

Penelitian tentang keefektifan biji asam jawa sebagai koagulan telah banyak dilakukan, namun belum diketahui nilai ukuran mesh dan dosis yang sesuai untuk diterapkan pada limbah cair industri tahu. Tahu diproduksi oleh industri rumahan. Kabupaten Jember memiliki banyak industri rumahan yang memproduksi tahu.

Terdapat 742 industri tahu yang tersebar di 20 kecamatan Kabupaten Jember. Proses produksi tahu menggunakan air dalam jumlah besar. Air hampir selalu diperlukan pada setiap proses produksi tahu yaitu proses perendaman, pencucian kedelai, penggilingan, pemasakan dan penyaringan sari kedelai. Rata-rata jumlah limbah cair yang dihasilkan pada proses produksi tahu adalah sebesar 17 ± 3 liter/kg kedelai (Romli dan Suprihatin, 2009). Limbah cair industri tahu memiliki pH rendah atau memiliki tingkat keasaman tinggi yang dapat mengganggu kehidupan organisme. Limbah cair tahu akan mengakibatkan pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani dan langsung dibuang ke badan sungai. Limbah cair tahu memiliki nilai parameter yang tinggi yaitu TSS sebesar 2.350 mg/l, COD 8.640 mg/l, dan memiliki nilai kekeruhan sebesar 2.120 nTU (Myrasandri dan Syafira, 2012). Nilai konsentrasi TSS dan COD tersebut jauh di atas baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 200 mg/l dan 300 mg/l. Nilai konsentrasi COD yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah, akibatnya oksigen sebagai sumber kehidupan makhluk air tidak akan terpenuhi. Selain itu, tingkat parameter TSS yang tinggi akan menyebabkan kekeruhan yang tinggi juga. Tingkat kekeruhan yang tinggi membahayakan kehidupan biota air karena kekeruhan menyebabkan terhalangnya sinar matahari untuk fotosintesis. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui ukuran mesh dan dosis serbuk biji asam jawa yang sesuai dalam penanganan limbah cair industri tahu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik limbah cair industri tahu?
2. Berapa ukuran mesh dan dosis serbuk biji asam jawa yang sesuai dalam penanganan limbah cair industri tahu?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pengukuran parameter limbah cair industri tahu yang terletak di Jalan Mastrip Kecamatan Sumpstersari Kabupaten Jember. Pengolahan limbah dilakukan dengan menggunakan koagulan biji asam jawa. Pengukuran variabel kualitas air limbah yang diukur meliputi variabel COD, TSS, TDS dan kekeruhan. Ukuran mesh serbuk biji asam jawa yang digunakan adalah 60, 80 dan 100 mesh dengan variasi dosis koagulan sebesar 1.500 mg/l, 2.500 mg/l dan 3.500 mg/l.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik awal limbah cair industri tahu.
2. Mengetahui ukuran mesh dan dosis koagulan biji asam jawa yang sesuai dalam penanganan limbah cair industri tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dapat digunakan sebagai salah satu teknologi pengolahan limbah industri.
2. Bagi pemerintah yaitu memberikan informasi tentang alternatif pengolahan limbah cair industri tahu.
3. Bagi masyarakat adalah memberikan informasi mengenai hasil penanganan limbah cair industri tahu menggunakan koagulan biji asam jawa.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Jawa

Asam jawa tidak diketahui secara pasti asal usulnya. Asam jawa merupakan tanaman yang ditemukan di sabana tropis di afrika yang kemudian dinaturalisasi di negara tropis asia. Saat ini, asam jawa dibudidayakan sebagian besar negara tropis termasuk Indonesia. Secara ilmiah asam jawa dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Sub Kingdom : *Tracheobionta*
Division : *Spermatophyta*
Sub division : *Magnoliophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Sub class : *Risidae*
Ordo : *Fabales*
Family : *Fabaceae*
Genus : *Tamarindus* L
Species : *Tamarindus indica* L.

Asam jawa memiliki pohon yang tumbuh secara lambat namun memiliki daya tahan yang kuat terhadap angin kencang. Pohon asam jawa rata – rata memiliki tinggi 25 – 30 meter dengan diameter hingga 2 meter. Tanaman asam jawa memiliki akar utama yang dalam dan akar lateral yang sangat luas. Daun tanaman asam jawa tergolong kedalam daun majemuk menyirip genap karena saling berhadapan. Daun majemuk pada asam jawa memiliki 8-18 pasang anak daun dengan panjang anak daun antara 1- 3,5 cm. Asam jawa merupakan buah sejati tunggal yang memiliki 2-10 biji pada setiap buahnya. Biji buah asam jawa berbentuk lonjong pipih dengan dimensi 3 -10 x 1,3 cm. Biji asam jawa memiliki beberapa kandungan yang bermanfaat bagi manusia seperti disajikan pada tabel 2.1 (El-Siddig *et.al.*, 2006).

Tabel 2.1 Unsur – unsur yang terdapat dalam biji asam jawa

Unsur	Persentase kandungan(%)
Kadar Air	11%
Protein	13,3 - 26,9 %
Lemak/minyak	4,5 - 16,2 %
Serat kasar	7,4 - 8,8 %
Tanin	20,20%

Sumber : (El-Siddig *et.al.*, 2006)

Biji asam jawa juga mengandung 47 mg/100g asam fitat dan tanin sebesar 20,20 % yang terletak pada mantel biji. Biji asam jawa mengandung 63 % pati. Biji asam jawa merupakan sumber protein yang baik (269,3 g/kg) dan kalsium (El-Siddig *et.al.*, 2006)

2.2 Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan

Biji asam jawa terdiri dari 20-30% kulit biji dan 70-75 % inti biji. Biji asam jawa mengandung 131,3 g/kg protein, 67 g/kg serat, 48 g/kg lemak dan 56 g/kg tannin. Tannin merupakan senyawa fenol yang larut dalam air dan dapat mengendapkan protein dari larutan sehingga biji asam jawa berpotensi untuk dijadikan sebagai koagulan alami (Saideswara dan Mathew, 2012).

Koagulan biji asam jawa dengan dosis 3500 mg/l mampu menurunkan nilai TSS dan COD pada limbah cair industri penyamakan kulit berturut turut sebesar 83,3% dan 92,2% (Hendriarianti dan Suhastri, 2011). Penelitian lainnya membuktikan bahwa pembubuhan serbuk biji asam jawa dengan ukuran 140 mesh pada limbah cair tempe mampu menyisihkan turbiditas sebesar 91,64%, dan TSS sebesar 86,50 % (Enrico, 2008).

2.3 Industri Tahu

Kabupaten Jember merupakan wilayah yang memiliki industri tahu yang cukup banyak. Disperindag (2013), mencatat bahwa terdapat 102 industri tahu di kabupaten Jember yang tersebar di wilayah kecamatan Rambipuji, Kencong,

Ambulu, Kaliwates, Patrang, Janggawah dan Sumbersari. Dari seluruh total jumlah industri tersebut hanya 26 unit industri yang memiliki perijinan usaha.

2.3.1 Proses Pembuatan Tahu

Pembuatan tahu dilakukan dengan peralatan dan teknologi sederhana oleh para pengerajin atau industri rumah tangga. Tahap pembuatan tahu relatif sama pada semua industri kecil. Proses pembuatan tahu diawali dengan proses penyortiran dan diakhiri dengan proses pemotongan. Adapun proses pembuatan tahu secara lengkap adalah sebagai berikut.

Proses sortasi bahan baku kedelai dilakukan secara manual dengan menggunakan tampi atau ayakan. Proses sortasi ini bertujuan untuk memisahkan kedelai dengan kotoran seperti kerikil atau kedelai yang busuk. Pemisahan kedelai dengan kotoran atau benda asing ini bertujuan untuk menjaga kualitas proses dan produk yang akan dihasilkan. Untuk mendapatkan tahu dengan kualitas baik maka diperlukan biji kedelai yang sudah tua, kulit biji tidak keriput, biji kedelai tidak retak dan berwarna kuning cerah (KLH, 2006).

Proses selanjutnya adalah perendaman. Kedelai yang telah disortasi direndam didalam ember yang berisi air bersih selama 3- 12 jam. Perendaman biji kedelai bertujuan untuk melunakkan biji sehingga mudah untuk dibersihkan kulit bijinya. Pengupasan kulit biji kedelai dilakukan dengan cara meremas-remas biji kedelai secara perlahan didalam air (KLH, 2006).

Kedelai yang telah dibersihkan kulit bijinya kemudian dicuci. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air mengalir. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada biji kedelai (KLH, 2006).

Tahap selanjutnya adalah penggilingan. Penggilingan dilakukan dengan menggunakan mesin giling. Pada saat penggilingan dilakukan penambahan air agar bubur kedelai terdorong keluar. Hasil dari proses penggilingan ini adalah bubur kedelai yang kemudian ditampung didalam ember untuk proses selanjutnya yaitu perebusan (KLH, 2006).

Perebusan yang dilakukan pada proses pembuatan tahu memiliki beberapa tujuan antara lain ; menginaktifkan zat anti nutrisi kedelai yaitu tripsin inhibitor, meningkatkan nilai cerna, mempermudah ekstraksi dan penggumpakan protein

serta keawetan produk. Bubur kedelai dimasak dengan menggunakan tungku hingga mendidih selama ± 5 menit sebelum dilakukan proses penyaringan (KLH, 2006).

Bubur kedelai yang sudah direbus kemudian disaring dengan kain *blaco* dan dibilas dengan air hangat sehingga kedelai dapat terekstrak semua. Proses ini menghasilkan hasil sampingan yaitu limbah padat yang biasa disebut ampas tahu dan hasil utama yaitu berupa filtrat cair. Filtrat cair hasil penyaringan kemudian diaduk dan ditambahkan asam hingga terjadi penggumpalan (KLH, 2006).

Setelah menggumpal, tahap selanjutnya adalah pencetakan dan pengepresan. Filtrat yang telah menggumpal dituangkan kedalam cetakan yang sudah tersedia dan dilapisi kain tipis. Pada saat cetakan telah terisi penuh, kain ditutupkan keseluruhan permukaan tahu dan dilakukan pengepresan. Pengepresan dilakukan dengan menggunakan alat pemberat yang mempunyai berat $\pm 3,5$ kg selama 1 menit hingga airnya keluar. Setelah proses pengepresan tahu akan dipotong sesuai dengan kebutuhan (KLH, 2006).

2.3.2 Sumber limbah industri tahu

Industri tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah padat industri tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai dan sisa saringan bubur kedelai atau ampas tahu. Limbah padat berupa ampas tahu biasa dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sedangkan limbah cair industri tahu berasal dari proses perendaman, pencucian, perebusan dan penyaringan. Menurut Sadimin (2007), Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu adalah sepuluh kali dari volume kedelai yang diproses setiap harinya. Adapun rincian sumber limbah yang dihasilkan pada masing masing proses produksi tahu disajikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Limbah cair tahu per 100 kg bahan baku

Proses	Kebutuhan Air Bersih (liter)	Limbah Cair	
		yang dihasilkan (liter)	Keterangan
Perendaman	250	200	Sifat tidak berbahaya
Pencucian	400	400	Sifat tidak berbahaya
Penggilingan	400	200	Sifat limbah mencemari
Perebusan	200	150	Suhu limbah tinggi
Penyaringan I	200	100	Sifat limbah mencemari
Penggumpalan	-	-	Sifat limbah mencemari
Penyaringan II	-	-	Sifat limbah mencemari
Pencetakan	-	150	Sifat limbah mencemari
Pemotongan	-	-	-
Jumlah	1.450	1.200	-

Sumber : Sadimin (2007)

2.3.3 Karakteristik limbah tahu

Menurut Sadimin (2007), kebutuhan air bersih yang digunakan dalam proses pengolahan tahu per 100 kg bahan baku adalah sebesar 1.450 liter. Dalam proses pengolahan tersebut akan dihasilkan produk sampingan yaitu berupa limbah cair sebesar 1.200 liter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu berkisar antara 75-80% dari penggunaan air dalam proses produksi tahu.

Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein yang dapat terdegradasi menjadi bahan anorganik. Degradasi tersebut melalui proses oksidasi secara aerob akan menghasilkan senyawa – senyawa yang lebih stabil. Dekomposisi bahan organik pada dasarnya melalui dua tahap yaitu bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Limbah cair tahu memiliki kandungan protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak senilai 10%. Limbah cair tahu memiliki nilai parameter yang tinggi yaitu TSS sebesar 2.350 mg/l, COD 8.640 mg/l, dan memiliki nilai kekeruhan sebesar 2.120 nTU (Myrasandri dan Syafira, 2012).

2.4 Parameter Limbah Cair

Air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair (Peraturan Pemerintah, 2014). Kualitas air merupakan analisis yang dilakukan secara teliti mengenai parameter air dengan menentukan jenis dan sifat bahan yang terkandung didalamnya sehingga menunjukkan mutu dan karakteristik air (Rukaisih, 2004). Sama seperti kualitas air, kualitas air limbah diukur berdasarkan jenis dan sifat serta jumlah bahan pencemar yang terkandung didalamnya. Semakin besar beban pencemar yang ada didalam limbah maka semakin besar potensi limbah untuk mencemari lingkungan. Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan dalam analisis kualitas air limbah antara lain ; total padatan tersuspensi (TSS), total padatan terlarut (TDS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan kekeruhan.

2.4.1 Total Padatan Tersuspensi

Total padatan tersuspensi / TSS adalah bahan-bahan tersuspensi dengan diameter lebih dari 1 μm yang tidak lolos pada saringan milipore dengan diameter pori 0,4 μm . Padatan tersuspensi terdiri dari lumpur, jasad-jasad renik dan juga pasir halus yang terdapat dalam air. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik disuatu perairan. Adanya zat padat tersuspensi ini menyebabkan penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif sehingga menyebabkan fotosintesis tidak berlangsung sempurna (Tarigan dan Edward, 2003).

Pengukuran TSS berdasarkan pada berat kering partikel yang tidak lolos pada filter dengan ukuran pori 0,45 μm . Berat filter akan bertambah karena terdapat partikel atau padatan tersuspensi yang terperangkap dalam filter. Pengukuran tersebut disebut dengan pengukuran TSS dengan metode gravimetri.

2.4.2 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut atau TDS adalah bahan-bahan terlarut (diameter <6-10 mm) dan koloid (diameter 3-6 mm) yang berupa senyawa kimia dan

bahan lain yang lolos dari kertas saring diameter 0,45 μm (Effendi, 2003). Air dengan kandungan TDS tinggi sangat tidak baik bagi kesehatan karena mineral dalam air tidak dapat hilang hanya dengan cara direbus dan mengendap di tubuh (Nugroho, 2013).

Pengukuran TDS dengan metode gravimetri merupakan pengukuran yang paling akurat dibandingkan dengan metode lainnya. Metode gravimetri dilakukan dengan cara memanaskan sampel sampai cairan sampel menguap dan tersisa residu yang kemudian ditimbang menggunakan neraca digital (Devi *et al.*, 2013).

2.4.3 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan nilai intensitas kegelapan didalam air yang disebabkan oleh bahan yang melayang dalam air. Kekeruhan air umumnya disebabkan oleh adanya partikel tersuspensi seperti lumpur, bahan organik terlarut, plankton dan lain-lain. Menurut Effendi (2003), tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektifitas desinfeksi pada proses penjernihan air.

2.4.4 Chemical Oxygen Demand

Menurut Siregar (2008), *Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Nilai COD memberikan informasi tentang jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik menjadi karbondioksida dan air.

2.5 Koagulasi Flokulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi. Koagulasi dapat berlangsung efektif apabila terjadi pada pH tertentu. Sedangkan flokulasi adalah aglomerasi dari partikel terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel terendapkan. Pembentukan flok pada proses koagulasi dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia seperti kondisi pengadukan, pH, alkalinitas, kekeruhan, suhu air, dosis koagulan dan ukuran partikel koagulan. Penentuan dosis koagulan

optimum harus berdasarkan percobaan laboratorium dengan menggunakan *jarrest* (Migo *et.al.*, 1993).

Menurut Alaerts dan Santika (1987), Partikel partikel koloid tidak terlihat secara kasat mata, sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion dan molekul tidak pernah keruh. Larutan tersebut tidak akan menjadi keruh apabila terjadi pengendapan yang merupakan keadaan jenuh suatu senyawa kimia. Partikel koloid didalam air tidak mudah untuk mengendap secara alami. Penambahan koagulan akan menetralkan muatan yang terkandung dalam partikel koloid. Dengan menambahkan koagulan maka partikel koloid akan menjadi netral dan berikatan membentuk flok flok besar. Peristiwa tersebut merupakan proses flokulasi.

Terdapat dua gaya yang mempengaruhi kekokohan koloid yaitu gaya tolak menolak yang disebabkan oleh lapisan ion yang bermuatan sama sehingga terjadi dispersi koloid dan yang kedua adalah gaya tarik menarik antar partikel atau biasa disebut dengan gaya Van der Waals. Partikel akan tarik menarik karena memiliki muatan yang berbeda dan membentuk agregat yang lebih besar (Hammer, 1986).

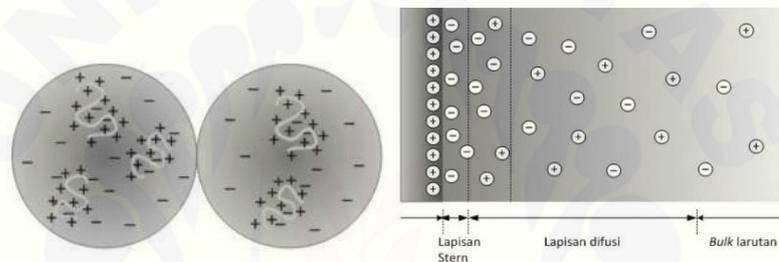
Oleh karena itu, molekul koagulan/polimer harus mengandung kelompok kimia yang muatannya berlawanan dengan permukaan partikel koloid sehingga dapat terjadi interaksi. Apabila terjadi interaksi antara partikel koloid dengan koagulan maka akan terbentuk partikel polimer kompleks.

Pada dasarnya proses koagulasi dan flokulasi terdiri dari tiga tahapan utama yang terpisah yaitu :

- a. Proses pengadukan cepat, bahan koagulan ditambahkan dan diaduk dengan kecepatan tinggi secara intensif dengan waktu relatif cepat.
- b. Proses pengadukan lambat, air limbah yang telah tercampur dengan koagulan secara merata diaduk pada kecepatan sedang agar terbentuk flok flok besar.
- c. Proses sedimentasi, flok flok besar yang terbentuk pada proses pengadukan lambat kemudian dibiarkan mengendap dan dipisahkan dari cairan *effluent* (Kristijarti *et.,al* ,2013).

2.5.1 Destabilisasi Koloid

Prinsip dasar dalam proses koagulasi atau pengendapan adalah dengan cara menurunkan stabilitasnya dengan cara netralisasi gaya tolak menolak akibat muatan listrik pada permukaan koloid (Gambar 2.1). Kemudian dilanjutkan dengan pengadukan agar terjadi penggabungan antara partikel partikel membentuk partikel yang lebih besar dan mudah diendapkan. Terdapat empat macam mekanisme proses destabilisasi koloid yaitu pemampatan lapisan ganda, adsorpsi untuk menghasilkan netralisasi muatan, penjaringan partikel dalam presipitat, dan adsorpsi dan pengikatan antar partikel.



Gambar 2.1 Proses destabilisasi muatan koloid

a. Pemampatan lapisan ganda

Ion – ion yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan partikel koloid menyebabkan terjadinya koagulasi. Kekuatan ion untuk melakukan koagulasi ditentukan oleh valensi ion. Penambahan ion yang memiliki muatan berlawanan dengan muatan partikel akan menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mampat dan memungkinkan terjadinya gaya tarik menarik antar partikel. Peristiwa pemampatan ini menyebabkan potensial permukaan menjadi berkurang dan terjadi gaya Van der Waals

b. Adsorpsi untuk menghasilkan netralisasi muatan

Beberapa spesi kimia dapat diadsorpsi pada permukaan partikel koloid. Bila spesi yang diserap membawa muatan yang berlawanan dengan muatan partikel koloid maka adsorpsi akan menyebabkan terjadinya pengurangan potensial permukaan dan menghasilkan destabilisasi partikel koloid.

c. Penjaringan partikel dalam presipitat

Sejumlah garam yang berasal dari logam tertentu dapat membentuk presipitat apabila ditambahkan kedalam dispersi koloid dalam jumlah yang sesuai. Koloid akan bertindak sebagai inti kondensasi bagi pembentukan presipitat tersebut atau akan terjaring sebagai endapan presipitat.

Menurut Packham (1965), konsentrasi koloid yang rendah membutuhkan dosis koagulan yang berlebihan untuk menghasilkan jumlah presipitat yang banyak yang akan menjaring partikel – partikel koloid, sedangkan pada konsentrasi koloid yang tinggi koagulasi akan terjadi apabila ditambahkan dosis koagulan yang lebih rendah karena koloid akan bertindak sebagai inti pembentukan presipitat.

d. Adsorpsi dan pengikatan antar partikel

Menurut Benefield (1982), cara distabilisasi seperti ini terjadi apabila dimasukkan polimer dengan struktur rantai panjang dan bersegmen ke dalam koloid. Molekul polimer akan melekat pada permukaan koloid dan membentuk jembatan kimia. Hal ini akan menghasilkan partikel flok yang lebih kompak dan lebih mudah diendapkan.

2.5.2 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang berfungsi membantu dalam proses pengendapan partikel – partikel kecil dalam air yang sulit mengendap. Koagulan biasanya berasal dari bahan organik yang memiliki berat molekul yang besar atau biasa disebut dengan polielektrolit. Terdapat dua jenis polielektrolit yaitu polielektrolit alami dan sintesis. Penggunaan koagulan biasanya disesuaikan dengan jenis muatan ion yang terdapat pada air. Koagulan harus memiliki ion yang berlawanan dengan ion pada air sehingga akan terjadi gaya tarik menarik antar partikel dan terjadi proses koagulasi (Kamilati, 2006).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November - Desember 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Alat alat yang digunakan dalam penelitian adalah

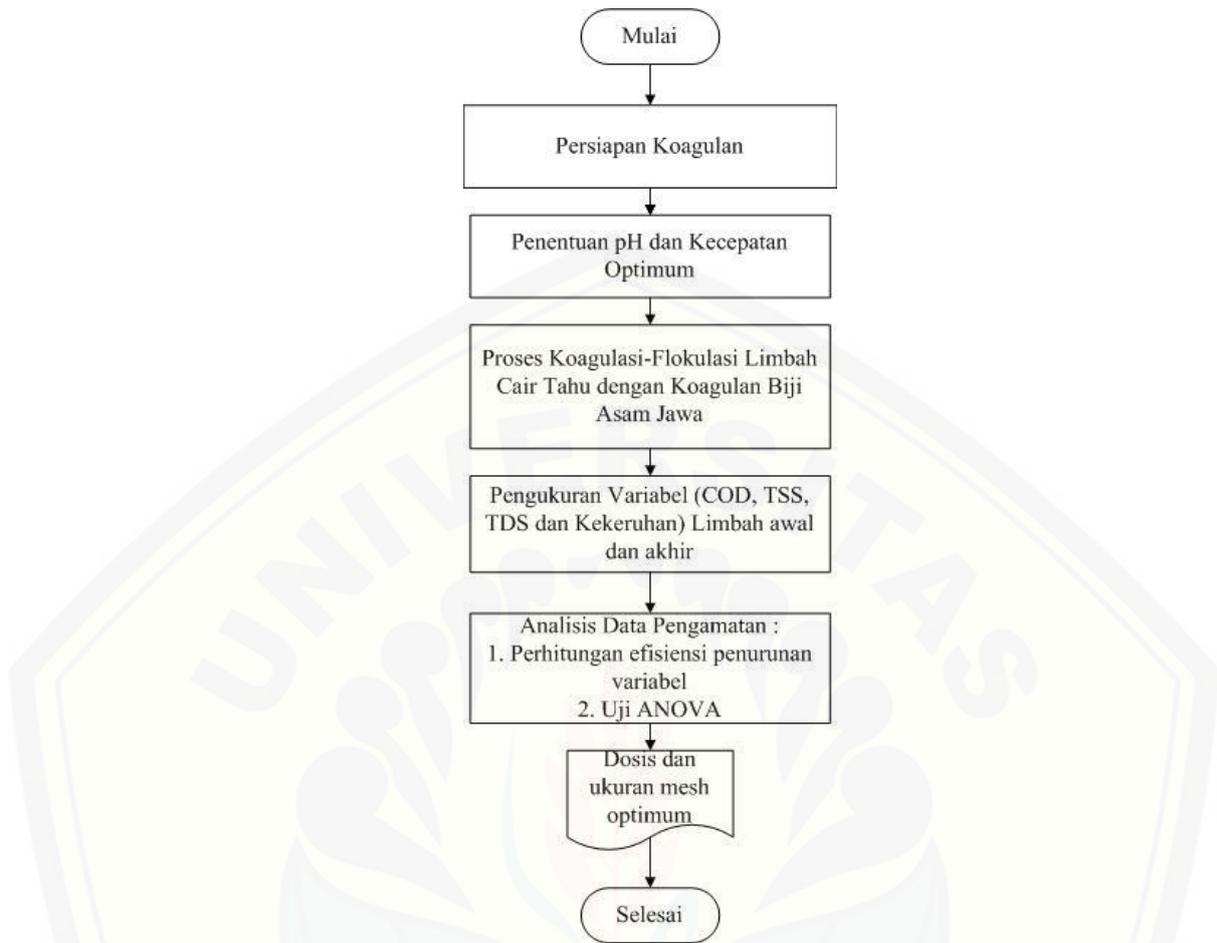
- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| a. Jurigen ukuran 30 liter | i. Beaker glass 500 dan 1000 ml |
| b. Jar test Health H-FL-6 | j. Desikator |
| c. Blender | k. Turbidimeter |
| d. Saringan (60,80, dan 100 mesh) | l. Stopwatch |
| e. pH meter | m. Spektrometer |
| f. Kertas Saring | n. COD reactor HI839800 |
| g. Neraca Analitik | o. Multiparameter probe |
| h. Oven | |

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian adalah

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| a. Limbah Cair Tahu | d. Reagent COD HR |
| b. Biji asam jawa | e. NaOH 1 M |
| c. Aquadest | f. H ₂ SO ₄ |

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian terbagi menjadi beberapa langkah - langkah penelitian mulai dari persiapan koagulan hingga analisis data. Gambar 3.1 berikut ini merupakan diagram alir proses penelitian.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan Koagulan

Persiapan koagulan dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian pendahuluan dan analisa kualitas air limbah. Jumlah koagulan yang akan disiapkan mengacu kepada kebutuhan koagulan pada penelitian pendahuluan dan analisa kualitas air limbah. Adapun tahapan persiapan koagulan adalah sebagai berikut.

- menghaluskan biji asam jawa menggunakan mesin penepung sampai menjadi serbuk
- mengeringkan serbuk biji asam jawa dalam oven dengan suhu 105°C selama 30 menit untuk mengurangi kadar airnya
- mengayak serbuk biji asam jawa dengan rentang ayakan 60, 80 dan 100 mesh.

Alasan penggunaan beberapa ukuran tersebut dikarenakan penelitian sebelumnya Ramadhani dan Moesriati (2013), menggunakan serbuk biji asam jawa dengan ukuran 60 mesh untuk menurunkan kadar COD limbah tempe dengan efisiensi sebesar 81,72%. Adapun tahapan pengayakan adalah sebagai berikut:

1. mengayak serbuk biji asam jawa dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Pengayakan dilakukan secara manual hingga didapatkan serbuk biji asam jawa seberat 90 gram. Serbuk biji asam jawa dengan ukuran 60 mesh tersebut akan digunakan dalam proses penentuan pH yang sesuai dan proses koagulasi-flokulasi.
2. mengayak serbuk biji asam jawa dengan menggunakan ayakan 80 mesh. Pengayakan dilakukan secara manual hingga didapatkan serbuk biji asam jawa seberat 30 gram. Serbuk biji asam jawa 80 mesh akan digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi.
3. mengayak serbuk biji asam jawa dengan menggunakan ayakan 100 mesh. Pengayakan dilakukan secara manual hingga didapatkan serbuk biji asam jawa seberat 30 gram. Serbuk biji asam jawa 100 mesh akan digunakan dalam proses koagulasi-flokulasi.

3.3.2 Penentuan Kecepatan Pengadukan dan pH

Sebelum dilakukan proses koagulasi flokulasi, perlu dilakukan penentuan kecepatan pengadukan dan pH yang sesuai dalam proses penanganan limbah cair industri tahu menggunakan koagulan biji asam jawa sebagai berikut.

a. Penentuan Kecepatan Pengadukan

Penentuan kecepatan pengadukan dilakukan dengan metode *trial and error* menggunakan alum sebagai koagulan. Prosedur penentuan kecepatan pengadukan sebagai berikut:

1. menyiapkan 6 buah *beaker glass* kemudian diisi 1.000 ml limbah cair tahu.
2. menambahkan alum pada limbah cair dengan dosis 7.000 mg secara bertahap dengan variasi kecepatan 300, 400 dan 500 rpm.
3. melakukan proses koagulasi pada kecepatan masing masing rpm.

4. sampel dengan tingkat kekeruhan terkecil adalah pengadukan yang sesuai dalam pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan koagulan biji asam jawa.

b. Penentuan pH serbuk biji asam jawa

Penentuan pH yang sesuai dilakukan dengan menggunakan *jarrest* untuk mengetahui pada pH berapa serbuk biji asam jawa dapat bekerja dengan baik dalam limbah cair tahu. Langkah penentuan pH yang sesuai sebagai berikut:

1. menyiapkan 6 buah *beaker glass* diisi 1.000 ml limbah cair tahu dan sudah ditentukan pHnya 5-10 dengan menggunakan NaOH 50% dan H₂SO₄
2. *Beaker glass* diberi koagulan biji asam jawa berukuran 60 mesh sebanyak 1.500 mg.
3. melakukan proses pengadukan menggunakan *jarrest* dengan kecepatan yang telah ditentukan sebelumnya.
4. mengukur variabel kekeruhan pada cairan bening.

3.3.3 Penentuan Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu diperoleh dari industri tahu di Jalan Mastrip Kecamatan Sumbersari, Jember. Parameter awal limbah cair tahu yang diukur adalah Kekeruhan, TSS, TDS, dan COD.

a. Pengukuran TSS

Pengukuran TSS dilakukan dengan metode gravimetri dengan menggunakan kertas saring dan memiliki satuan mg/l. Prosedur pengukuran dapat dilakukan dengan beberapa langkah berikut.

1. menyiapkan sampel limbah dan kertas saring.
2. memasukkan kertas saring ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105⁰C
3. mendinginkan kertas saring ke dalam desikator selama 15 menit.
4. menimbang kertas saring kemudian meletakkan ke dalam corong.
5. menyaring sampel sebanyak 10 ml dengan kertas saring
6. memanaskan kertas saring setelah penyaringan ke dalam oven selama 1 jam suhu 105⁰C.
7. mendinginkan kertas saring dalam desikator selama 15 menit

8. menimbang kertas saring kemudian hitung TSS dengan persamaan $a \times b / c \times 100$.

b. Pengukuran TDS

Pengukuran TDS dilakukan dengan metode gravimetri menggunakan cawan porselin. Berikut merupakan prosedur dalam pengukuran TDS.

1. menyiapkan cawan porselin dan sampel limbah
2. menyalakan oven hingga suhu 105°C
3. memasukkan cawan porselin ke dalam oven dengan suhu 105° selama 1 jam
4. mendinginkan cawan porselin ke dalam desikator selama 15 menit.
5. menimbang cawan porselin dengan meletakkan ke dalam timbangan.
6. memasukkan sampel yang telah tersaring pada TSS sebanyak 10 ml ke cawan porselin
7. memanaskan cawan porselin ke dalam oven selama ± 3 jam suhu 105°C .
8. mendinginkan cawan porselin ke dalam desikator selama 15 menit
9. menimbang cawan porselin kemudian menghitung TDS
10. mencatat data hasil pengamatan

c. Pengukuran Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat Turbidimeter. Berikut merupakan tahapan pengukuran kekeruhan menggunakan Turbidimeter TN-100.

1. menyalakan turbidimeter dengan menekan tombol on.
2. mengkalibrasi turbidimeter sebelum digunakan dengan cara memasukkan botol uji berisi air yang telah diketahui nilai kekeruhannya pada alat penguji dengan memasukkan botol ukuran yang diminta dalam layar
3. memasukkan air sampel pada botol penguji.
4. menekan tombol READ untuk pembacaan nilainya dan menunggu hingga nilai konstan.
5. mengulangi pembacaan hingga 3 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata
6. mencatat nilai yang tertera pada *display*.

d. Pengukuran COD

Pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan alat yaitu COD reaktor dan spektrofotometer dengan media botol reagen sebagai wadah sampel limbah. Prosedur pengukuran COD adalah sebagai berikut.

1. memanaskan COD reaktor hingga suhunya 150°C
2. membuat blanko dengan cara penambahan aquades sebanyak 0,2 ml ke dalam tabung reagen HR (*High Range*), kemudian ditutup rapat dan dikocok.
3. membuat sampel limbah pengolahan kedelai dengan cara penambahan limbah cair sebanyak 0,2 ml ke dalam tabung reagen HR (*High Range*), kemudian ditutup rapat dan dikocok.
4. memanaskan tabung blanko dan sampel selama 2 jam menggunakan COD reaktor pada suhu 150°C .
5. mendinginkan tabung blanko dan sampel hingga mencapai suhu ruangan.
6. memasukkan tabung blanko dan sampel kedalam kuvet dan melakukan pembacaan nilai COD menggunakan spektrofotometer.
7. mencatat data hasil pengamatan.

3.3.4 Proses Koagulasi Flokulasi

Proses koagulasi flokulasi ini bertujuan untuk mencari dosis dan ukuran partikel serbuk biji asam jawa yang sesuai dalam menurunkan parameter kekeruhan, TSS, TDS, dan COD limbah cair tahu.

- a. menyiapkan 27 buah *beaker glass* yang dibagi menjadi sembilan rangkaian yang diisi 1.000 ml limbah cair tahu. Masing-masing *beaker glass* ditentukan pH nya menggunakan H_2SO_4 dan NaOH 1M hingga didapatkan pH yang sesuai yang telah ditentukan sebelumnya.
- b. membubuhkan koagulan kedalam rangkaian *beaker glass* dengan variasi dosis dan ukuran mesh yang telah ditentukan.
- c. melakukan proses pengadukan secara bersamaan pada 3 sampel untuk pengulangan.
- d. melakukan proses koagulasi menggunakan putaran yang telah ditentukan pada penelitian pendahuluan.

- e. melakukan pengendapan terhadap limbah cair tahu selama 60 menit pada setiap rangkaian pengulangan. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap parameter kekeruhan, TSS, TDS, dan COD pada cairan yang bening.

Rancangan penelitian proses koagulasi flokulasi limbah cair industri tahu menggunakan serbuk biji asam jawa dilakukan dengan menggunakan sembilan kombinasi perlakuan dan masing masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

	B ₁			B ₂			B ₃		
A ₁	A ₁ B _{1.1}	A ₁ B _{1.2}	A ₁ B _{1.3}	A ₁ B _{2.1}	A ₁ B _{2.2}	A ₁ B _{2.3}	A ₁ B _{3.1}	A ₁ B _{3.2}	A ₁ B _{3.3}
A ₂	A ₂ B _{1.1}	A ₂ B _{1.2}	A ₂ B _{1.3}	A ₂ B _{2.1}	A ₂ B _{2.2}	A ₂ B _{2.3}	A ₂ B _{3.1}	A ₂ B _{3.2}	A ₂ B _{3.3}
A ₃	A ₃ B _{1.1}	A ₃ B _{1.2}	A ₃ B _{1.3}	A ₃ B _{2.1}	A ₃ B _{2.2}	A ₃ B _{2.3}	A ₃ B _{3.1}	A ₃ B _{3.2}	A ₃ B _{3.3}

Faktor A merupakan ukuran (mesh)serbuk biji asam jawa

- A₁ : Serbuk biji asam jawa 60 mesh
 A₂ : Serbuk biji asam jawa 80 mesh
 A₃ : Serbuk biji asam jawa 100 mesh

Faktor B merupakan dosis serbuk biji asam jawa

- B₁ : Pemberian dosis 1.500 mg/l
 B₂ : Pemberian dosis 2.500 mg/l
 B₃ : Pemberian dosis 3.500 mg/l

Penentuan variasi dosis pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan Ramadhani dan Moesriati (2013), bahwa koagulan biji asam jawa dengan dosis 1.500 mg/l mampu menghasilkan nilai efisiensi penurunan COD 81,72%, dan TSS sebesar 76,47% pada limbah cair industri tempe.

3.4 Metode Pengukuran Data

3.4.1 Pengukuran Efisiensi

Nilai efisiensi proses koagulasi flokulasi dengan koagulan biji asam jawa ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{kadar akhir}}{\text{kadar awal}} \times 100\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka dapat ditentukan nilai efisiensi penurunan parameter Kekeruhan, TSS, TDS, COD.

3.4.2 Uji ANOVA

Data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan uji statistik ANOVA dua arah. Tujuan analisis menggunakan ANOVA adalah untuk mengetahui pengaruh pengecilan ukuran dan dosis pada proses koagulasi flokulasi. H_0 : tidak ada perbedaan nyata antara berbagai perlakuan dosis dan ukuran serbuk biji asam jawa terhadap parameter pengamatan, H_1 : terdapat perbedaan nyata antara berbagai perlakuan dosis dan ukuran serbuk biji asam jawa terhadap parameter pengamatan. Adapun rumus analisis anova dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persamaan Uji ANOVA dua arah

Sumber ragam	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	F hitung
Faktor 1	JKF1	dbF1	KTF1 = JKF1/DBF2	KTF1/KTG
Faktor 2	JKF2	dbF2	KTF2 = JKF2/DBF2	KTF2/KTG
Galat	JKG	dbG	KTG = JKG/dbG	
Total	JKT	dbT		

Sumber : Saefudin *et., al* (2009).

Untuk menentukan perbedaan signifikan antar perlakuan maka diperlukan analisis lanjutan yang kemudian dikenal dengan istilah *multiple comparisons*. Terdapat beberapa jenis *multiple comparisons* yang sering digunakan dalam penelitian salah satunya uji tukey HSD. Prinsip uji ini adalah membandingkan selisih masing- masing rata – rata dengan sebuah nilai kritis. Jika harga mutlak selisih rata rata yang dibandingkan lebih dari atau sama dengan nilai kritisnya, maka dapat dikatakan bahwa kedua rata- rata tersebut berbeda nyata/signifikan (Nawari, 2010).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengukuran karakteristik limbah cair industri tahu adalah TSS sebesar 15.316,7 mg/l, TDS 13.090 mg/l, kekeruhan 2.542,89 nTU dan COD 9.340,33 mg/l. Sehingga diperlukan penanganan guna mengurangi kandungan bahan pencemar sehingga tidak membahayakan lingkungan;
2. Penanganan limbah cair industri tahu menggunakan koagulan biji asam jawa mampu menurunkan bahan pencemar yang terkandung dalam limbah. Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan nyata antar perlakuan pada penelitian ini. Berdasarkan hasil uji ANOVA dan ditinjau dari segi ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi dosis dan ukuran mesh yang sesuai dalam proses penanganan limbah cair industri tahu menggunakan biji asam jawa adalah 1.500 mg dengan ukuran mesh 100.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait koagulasi menggunakan koagulan biji asam jawa dengan variasi dosis dibawah 1.500 mg/l. .
2. Perlu dilakukan pengamatan secara langsung pada proses awal mulai limbah hingga dibuang di saluran, guna mengetahui secara jelas proses-proses yang menghasilkan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S., 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Bangun, A.R., Aminah, dan Hutahean. 2013. Pengaruh Kadar Air dan Lama Pengendapan Serbuk Biji Kelor Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 2 No. 1. Medan : Universitas Sumatra Utara
- Benefield, L., Judkins, dan Weand. 1982. *Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment*. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Dewi, C. 2015. Kemampuan Tawas dan Serbuk Biji Asam Jawa Untuk Menurunkan Kadar COD pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 3 No. 3. Universitas Diponegoro.
- Devi, L., Dharma, P., dan Bawa. 2013. Efektifitas Pengolahan Air Reklamasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Ditinjau dari Kandungan Kekeruhan, Total Zat Terlarut dan Tersuspensi. *Jurnal Kimia*. 7(1): 64-74.
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember. 2013. *Data Penyebaran Agroindustri Tahu*. Kabupaten Jember : Disperindag.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan). Yogyakarta: KANISIUS (Anggota IKAPI).
- El-Siddig, K., H. Gunasena, B. a. Prasad, D. K. N. G. Pushpakumara, K. V. R. Ramana, P. Vijayanard, dan J. T. Williams. 2006. *Tamarind: Tamarindus Indica L. Fruits for the Future*. Southampton : International Centre for Underutilised Corps University.
- Elida, N., Indarto., dan Hasanah, L.T. 2014. Optimasi Penggunaan Koagulan Alami Biji Kelor Pada Pengolahan Limbah Cair Mocaf. *Jurnal Agroteknologi*. 8(2) : 175.
- Enrico, B. 2008. Pemanfaatan biji asam jawa (*tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu. *Thesis*. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatra Utara.
- Hammer, M. 1986. *Water and Wastewater Technology*. New Jersey : Prentice-Hall.

- Hendriarianti, E. dan H. Suastri. 2011. Penentuan dosis optimum koagulan biji asam jawa (*tamarindus indica* L) dalam penurunan tss dan cod limbah cair industri penyamakan kulit di kota malang. *Spectra*. IX(1):12–22.
- Hendrawati, D. Syamsumarsih, dan Nurhasni. 2013. Penggunaan biji asam jawa (*tamarindus indica* L .) dan biji kecipir (*psophocarpus tetragonolobus* L .) sebagai koagulan alami dalam perbaikan kualitas air tanah. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 3(1):179–191.
- Kamilati, D. 2006. *Mengenal Kimia*. Yogyakarta : Yudistira.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tentang Baku Mutu Limbah*.<https://toolsfortransformation.net/wp-content/uploads/2017/05/51-tahun-1995-Baku-mutu-limbah-cair-industri.pdf> [Diakses pada 29 Maret 2019].
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2006. Hasil Limbah Tahu. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup
- Kristijarti, A., Suharto, I., dan Marieanna. 2013. *Penentuan Jenis Koagulan dan Dosis Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi Instalasi Pengolahan Limbah Pabrik Jamu*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat : Universitas Katolik Parahyangan.
- Migo, V. P., M. Matsumura, dan E. J. D. E. L. Rosario. 1993. *Decolorization of Molases Wastewater Using an Inorganic Flocculant*. 75(6):438–442.
- Myrasandri, P., dan Syafila, M. 2012. Degradasi Senyawa Organik Limbah Cair Tahu dalam Anaerobic Reaktor. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2(1):1-2.
- Nugroho. 2013. Analisis Debit Aliran Das Mikro dan Potensi Pemanfaatannya. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 4. Issue 1(2015). 23-34.
- Perkebunan, D. J. 2013. *Statistik Perkebunan Indonesia 2013*. Desember 2014. [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/Buku_Tanaman_Rempah_dan_Penyegar_2012-2014.pdf [diakses 18 April 2018]
- Ramadhani, G. dan A. Moesriati. 2013. Pemanfaatan biji asam jawa (*tamarindusindica*) sebagai koagulan alternatif dalam proses menurunkan kadar cod dan bod dengan studi kasus pada limbah cair industri tempe. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1):1–5.
- Romli, Muhammad, dan Suprihatin. 2009. Beban Pencemaran Limbah Cair

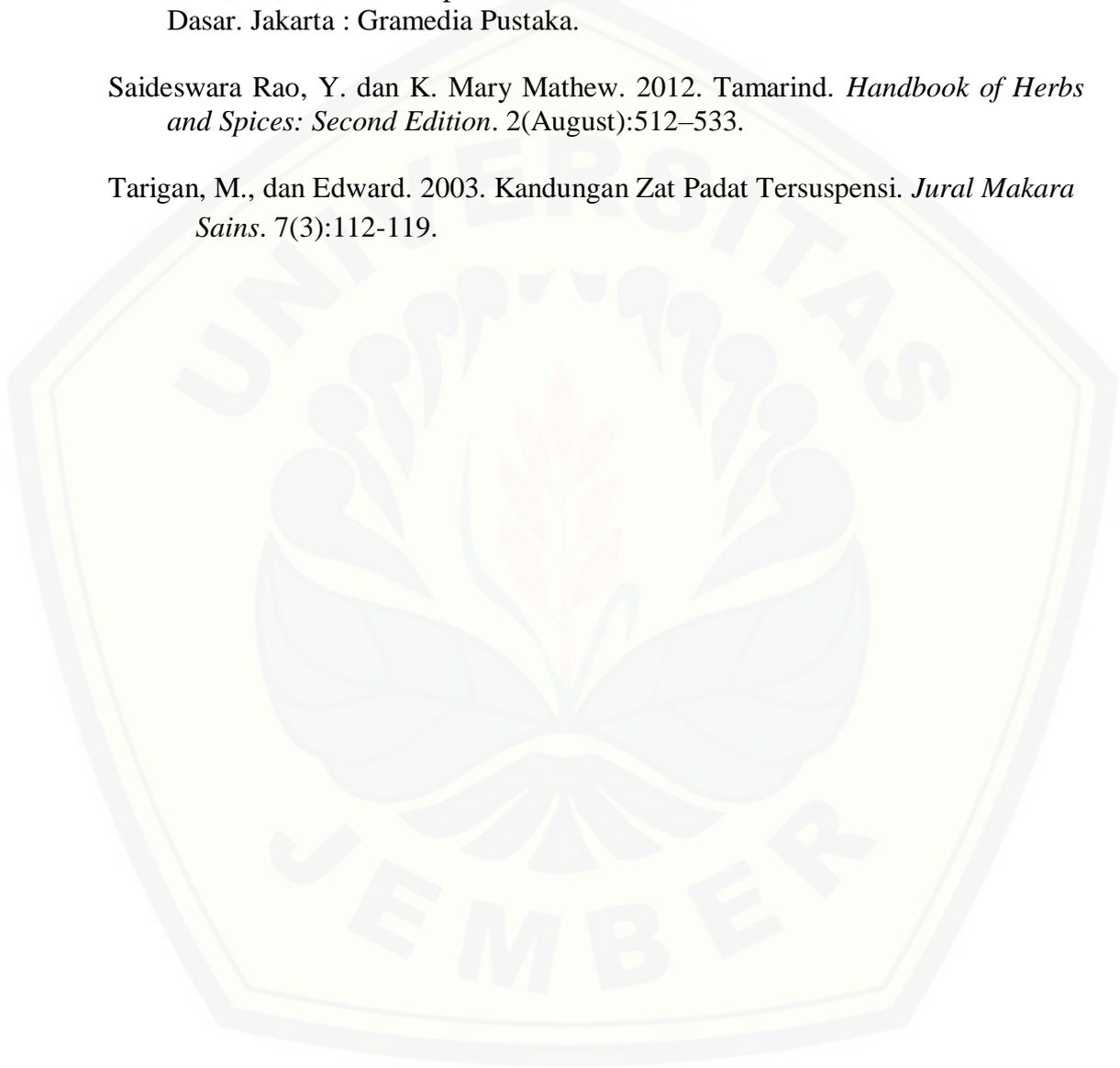
Industri Tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya. *Jurnal Purifikasi*, 10: 2, 141–154.

Sadimin. 2007. Proses Pembuatan Tahu. Semarang: Sinar Cemerlang Abadi.

Saefuddin, A., K.A Notodiputro., A. Alamudi., dan K. Sadik. 2009. Statistika Dasar. Jakarta : Gramedia Pustaka.

Saideswara Rao, Y. dan K. Mary Mathew. 2012. Tamarind. *Handbook of Herbs and Spices: Second Edition*. 2(August):512–533.

Tarigan, M., dan Edward. 2003. Kandungan Zat Padat Tersuspensi. *Jurnal Makara Sains*. 7(3):112-119.



Lampiran A. Hasil Penelitian Pendahuluan

Tabel A.1 Pegukuran Awal Limbah Cair Tahu

Karakteristik	Nilai
TSS (mg/l)	15316,7
TDS (mg/l)	13090
Kekeruhan (nTU)	2542,89
COD (mg/l)	9340,33

Tabel A.2 Kecepatan Putaran (rpm) yang Sesuai

Kecepatan putaran (rpm)	Ulangan Ke-	Nilai Parameter Kekeruhan (NTU)			Rata-rata	Rata-rata
300 rpm	1	153	173	171	165,7	165,1
	2	151	182	195	176,0	
	3	107	181	173	153,7	
400 rpm	1	165	216	247	209,3	227,0
	2	187	218	223	209,3	
	3	229	279	279	262,3	
500 rpm	1	259	263	252	258,0	218,3
	2	192	205	216	204,3	
	3	189	197	192	192,7	

Tabel A.3 pH yang sesuai

pH	Ulangan Ke-	Nilai Parameter			Rata- rata	Rata- rata
		Kekeruhan (NTU)				
5	1	927	967	987	960,3	960,3
6	1	591	592	640	607,7	607,7
7	1	554	555	567	558,7	558,7
8	1	312	380	390	360,7	290,0
	2	251	255	256	254,0	
	3	255	256	255	255,3	
9	1	275	294	305	291,3	183,4
	2	113	114	122	116,3	
	3	146	139	143	142,7	
10	1	310	355	409	358,0	383,1
	2	362	418	435	405,0	
	3	352	403	404	386,3	

Lampiran B. Analisa Kualitas Air Limbah

Dosis(mg/l)/mesh	Parameter Kualitas Air Limbah			
	TSS (mg/l)	TDS (mg/l)	Kekeruhan (nTU)	COD (mg/l)
1500/60	1620	5760	196	4922
1500/80	1537	5350	180	4402
1500/100	1323	4620	163	3925
2500/60	1833	7197	258	5882
2500/80	1730	6883	245	5581
2500/100	1697	6027	224	5097
3500/60	2033	7570	302	7068
3500/80	1997	7503	292	6664
3500/100	1907	7360	269	6290

Lampiran C. Dokumentasi



Biji asam jawa



Serbuk biji asam jawa



Persiapan koagulan biji asam jawa



Penentuan pH yang sesuai



Penentuan kecepatan pengadukan yang sesuai



Proses pengendapan limbah



Pengukuran kekeruhan



Pengukuran TSS



Pengukuran TDS



Pengukuran COD