

SKRIPSI

**PEMANFAATAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus indica*) SEBAGAI
KOAGULAN ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD PADA
LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Fatika Nuri Nurlita

NIM. 2010815220022

Pembimbing

Nova Annisa, S.Si. M.S.

NIP. 19891128 202421 2 032



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai
Koagulan Alami Untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD Pada
Limbah Cair Industri Tempe

Oleh
Fatika Nuri Nurlita (2010815220022)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 25 Juli 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : **Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T.**
NIP. 197511092009121002

Anggota 1 : **Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T**
NIP. 19920052022032013

Pembimbing : **Nova Annisa, S.Si., M.S.**

Utama NIP. 198911282024212032

31 JUL 2024
Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Lingkungan,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 19740107 199802 1 001

Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S

NIP. 19780828 201212 2 001

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) Sebagai Koagulan Alami Untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD Pada Limbah Cair Industri Tempe”. Dalam penulisan Skripsi, tentunya penulis mendapatkan arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas berkah dan rahmat Allah SWT yang selalu menjadi tempat penulis mengadu segala keluh, kesah, dan syukur selama masa penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Sosok yang menginspirasi penulis yaitu Ayahanda Untung Prasetya. Panutan penulis untuk menjadi sosok perempuan yang kuat dan memiliki kesabaran yang tinggi yaitu Ibunda Sri Suramti. Terimakasih atas kasih sayang, semangat, ridho, dan do'a yang terselip disetiap sholatnya demi keberhasilan penulis mewujudkan harapan dirinya dan semua orang. Kakak tercinta Luthfia Deka yang selalu memberikan dukungan secara finansial kepada penulis.
3. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan dukungan penuh kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini, serta telah memberikan pencerahan dalam mengolah data kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T. dan Ibu Gusti Ihda Mazaya, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik dan saran-saran dalam menyempurnakan skripsi ini.
5. Ibu Rd. Indah Nirtha Nilawati S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama setiap semester.
6. Dosen dan staff administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
7. *Partner special* penulis, seseorang yang selalu menemani dalam keadaan suka maupun duka, yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis, serta memberikan dukungan, motivasi, pengingat, serta menemani penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Teman dekat seperjuangan penulis selama kuliah Anne, Lala, Mutea, Annis, Erma, Yusari, Rosa, Dicha, Nisa, Dila yang selalu memberikan dukungan, hiburan, dan semangat kepada penulis selama penulis menempuh masa studi. Terima kasih telah memberikan kenangan terindah selama masa kuliah.
9. Teman-teman Fature Teknik Lingkungan 2020 yang telah telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis selama di perkuliahan.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan, dan nasihat yang membangun sehingga dapat menyempurnakan tulisan ini.

Banjarbaru, Juli 2024

ABSTRAK

Limbah cair dari industri tempe merupakan permasalahan lingkungan yang signifikan di banyak daerah di Indonesia. Hasil limbah cair tempe umumnya berupa air bekas rendaman dan air bekas rebusan kedelai yang dibuang langsung ke lingkungan sekitar. Salah satu tahap dalam pengelolaan limbah cair adalah proses koagulasi, di mana polielektrolit bermuatan positif ditambahkan ke dalam limbah cair tempe yang bermuatan negatif. Di Indonesia, salah satu tanaman yang bisa digunakan sebagai alternatif koagulan adalah biji asam jawa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi dosis, kecepatan pengadukan, dan waktu pengadukan koagulan biji asam jawa yang optimum untuk menurunkan kadar BOD dan COD, serta efisiensi koagulan biji asam jawa untuk menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair tempe. Dalam penelitian Dosis koagulan memiliki rentang 300 mg/L hingga 700 mg/L, kecepatan pengadukan memiliki rentang 100 rpm hingga 200 rpm, dan waktu pengadukan memiliki rentang selama 15 menit hingga 25 menit. Metode pengujian BOD menggunakan metode titrimetrik winkler dan COD menggunakan metode titrimetrik permanganat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biji asam jawa sebagai koagulan efektif menurunkan kadar BOD dan COD limbah industri cair tempe. Dosis koagulan sebesar 700 mg, kecepatan pengadukan adalah 200 rpm, dan waktu pengadukan optimum adalah 25 menit Hasil uji kadar BOD dan COD masing-masing sebesar 122,22 mg/L dan 201,68 mg/L dengan persentase penurunan kadar BOD dan COD sebesar 84,9% dan 81,4 %.

Kata Kunci: limbah cair tempe, biji asam jawa, BOD, COD, koagulasi

ABSTRACT

Liquid waste from the tempeh industry is a significant environmental problem in many parts of Indonesia. The result of tempeh liquid waste is generally used soaking water and soybean cooking water which is discharged directly into the surrounding environment. One of the stages in liquid waste management is the coagulation process, where positively charged polyelectrolytes are added to the negatively charged tempeh liquid waste. In Indonesia, one of the plants that can be used as an alternative coagulant is tamarind seed. This study aims to analyze the effect of dose variation, stirring speed, and stirring time of optimum tamarind seed coagulant to reduce BOD and COD levels, as well as the efficiency of tamarind seed coagulant to reduce BOD and COD levels in tempeh liquid waste. In the study, the coagulant dose had a range of 300 mg/L to 700 mg/L, the stirring speed had a range of 100 rpm to 200 rpm, and the stirring time had a range of 15 minutes to 25 minutes. The BOD testing method uses the winkler titrimetric method and COD uses the permanganate titrimetric method. The results showed that the use of tamarind seeds as a coagulant effectively reduced the BOD and COD levels of tempeh liquid industrial waste. The coagulant dose was 700 mg, the stirring speed was 200 rpm, and the optimum stirring time was 25 minutes. The test results of BOD and COD levels were 122,22 mg/L and 201,68 mg/L, respectively, with a percentage reduction in BOD and COD levels of 84,9% and 81,4%.

Keywords: tempeh liquid waste, tamarind seeds, BOD, COD, coagulation

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ISTILAH DAN NOTASI	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Landasan Teori.....	7
2.1.1. Pengertian Industri.....	7
2.1.2. Industri Tempe.....	7
2.1.3. Limbah Cair.....	11
2.1.3.1. Pengertian Limbah.....	11
2.1.3.2. Limbah Industri Tempe.....	12
2.1.3.3. Baku Mutu.....	13
2.1.3.4. Kandungan Limbah Cair Tempe.....	14
2.1.3.5. Karakteristik Limbah Cair Tempe.....	15
2.1.4. Metode Koagulasi.....	21
2.1.4.1. Pengetian Koagulasi.....	21
2.1.4.2. Mekanisme Koagulasi.....	22
2.1.4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi.....	24

2.1.5.	Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i>)	25
2.1.6.	<i>Jar Test</i>	30
2.1.7.	Response Surface Methodology (RSM)	31
2.2.	Studi Pustaka	32
2.3.	Hipotesis Penelitian	33
III.	METODE PENELITIAN	35
3.1.	Rancangan Penelitian	35
3.1.1.	Kerangka Penelitian	36
3.1.2.	Variabel Penelitian	37
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2.1.	Waktu Penelitian	38
3.2.2.	Tempat Penelitian	38
3.3.	Bahan dan Peralatan Penelitian	40
3.3.1.	Bahan Penelitian	40
3.3.2.	Peralatan Penelitian	40
3.4.	Prosedur Penelitian	40
3.4.1.	Tahap Pendahuluan	40
3.4.2.	Tahap Persiapan	40
3.4.2.1.	Pembuatan Koagulan Biji Asam Jawa	40
3.4.2.2.	Pengambilan Sampel Limbah Cair Tempe	41
3.4.3.	Proses Koagulasi Dengan Koagulan Biji Asam Jawa Pada Limbah Cair Industri Tempe	41
3.4.4.	Pengukuran Parameter	42
3.4.4.1.	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	42
3.4.4.2.	Chemical Oxygen Demand (COD)	43
3.5.	Teknik Pengumpulan Data	44
3.6.	Analisa Data	45
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1.	Karakteristik Limbah Cair Tempe ZHI	47
4.2.	Pengaruh Dosis, Kecepatan Pengadukan, Waktu Pengadukan Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Kadar BOD dan COD Limbah Cair Tempe	48
4.2.1.	Analisis Ragam Anova Respon Kadar <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	48

4.2.2.	Hubungan Antara Dosis, Kecepatan Pengadukan, Waktu Pengadukan Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Kadar BOD	51
4.2.3.	Analisis Ragam Anova Respon Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	54
4.2.4.	Hubungan Antara Dosis, Kecepatan Pengadukan, Waktu Pengadukan Koagulan Biji Asam Jawa Terhadap Kadar COD.....	57
4.3.	Kondisi Operasi Terbaik Koagulan Biji Asam Jawa Untuk Menurunkan Kadar BOD dan COD Pada Limbah Cair Tempe	60
4.3.1.	Optimasi Respon Nilai Kadar BOD dan COD	60
4.3.2.	Verifikasi Kondisi Optimum Data Kadar BOD dan Kadar COD Hasil Prediksi Model	62
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran.....	65
	DAFTAR RUJUKAN.....	66
	LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Pengolahan Kedelai	14
Tabel 2. 2	Karakteristik Limbah Cair Industri Tempe.....	20
Tabel 2. 3	Komposisi Biji Asam Jawa	29
Tabel 2. 4	Studi Pustaka.....	32
Tabel 3. 1	Rancangan Percobaan Menentukan Dosis, Kecepatan Pengadukan, dan Waktu Pengadukan	35
Tabel 3. 2	Kode dan Level Variabel Proses Koagulasi.....	37
Tabel 4. 1	Karakteristik Limbah Cair Tempe ZHI Berdasarkan Uji Laboratorium	47
Tabel 4. 2	Analisis ANOVA Respon Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD)	48
Tabel 4. 3	Data Statistik.....	49
Tabel 4. 4	Analisis ANOVA Respon Kadar COD.....	54
Tabel 4. 5	Data Statistik.....	55
Tabel 4. 6	Kriteria Optimasi Untuk Respon	60
Tabel 4. 7	Solusi Optimal Formula Kadar BOD dan COD yang Terpilih	61
Tabel 4. 8	Data Hasil Verifikasi Formula Optimum Kadar BOD dan COD.....	63
Tabel 4. 9	Hasil Konfirmasi Data Verifikasi Kadar BOD dan COD.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Rumah Produksi Pengolahan Tempe ZHI.....	11
Gambar 2. 2	Hasil Produk Tempe ZHI.....	11
Gambar 2. 3	Limbah Cair Industri Tempe ZHI.....	13
Gambar 2. 4	Limbah Padat Industri Tempe ZHI.....	13
Gambar 2. 5	Mekanisme Koagulasi.....	22
Gambar 2. 6	Pohon Asam Jawa	29
Gambar 2. 7	Biji Asam Jawa.....	29
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3. 2	Peta Lokasi Pabrik Pengolahan Tempe ZHI	39
Gambar 4. 1	Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respon Kadar BOD.....	51
Gambar 4. 2	Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respon Kadar COD.....	57
Gambar 4. 3	Hasil Verifikasi Formula Optimum Kadar BOD dan COD	63

DAFTAR ISTILAH DAN NOTASI

Koloid = Jenis campuran heterogen yang terbentuk karena adanya dispersi suatu zat kedalam zat lain yang di campurkan

BOD = *Biochemical Oxygen Demand*

COD = *Chemical Oxygen Demand*

RSM = *Response Surface Methodology*

CCD = *Central Composite Design*

mg/L = milligram per liter

L/hari = Liter per hari

FTU = *Formazin Turbidity Unit*

SNI = Standar Nasional Indonesia

Lack of fit = Penyimpangan atau ketidaktepatan model

Desirability = Kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan.

Standar Deviasi = Ukuran penting untuk mengukur variabilitas data, menilai ketepatan model, dan menguji signifikansi faktor-faktor dalam model.