

SKRIPSI
PENGOLAHAN LIMBAH TAHU
MENGGUNAKAN BIOFILTER AEROB DENGAN
MEDIA KAYU MERANTI



Oleh:

SITI NURISTA FITRIANI
NPM 19034010001

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023

**PENGOLAHAN LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN BIOFILTER
AEROB DENGAN MEDIA KAYU MERANTI**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan**

Diajukan Oleh:

SITI NURISTA FITRIANI

NPM 19034010001

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENGOLAHAN LIMBAH TAHU MENGGUNAKAN BIOFILTER
AEROB DENGAN MEDIA KAYU MERANTI**

Disusun Oleh :

SITI NURISTA FITRIANI

NPM.19034010001

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal :.....

Menyetujui

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.

NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Nurista Fitriani
NIM : 19034010001
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan Biofilter Aerob
Dengan Media Kayu Meranti

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 21 Juli 2023

Yang Menyatakan




(Siti Nurista Fitriani)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan Biofilter Aerob Dengan Media Kayu Meranti” ini dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar- besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari S.T., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku dosen pembimbing, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan kami.
4. Bapak Ir. Tuhu Agung R., MT dan Ibu Naniek Ratni JAR., M.Kes selaku Dosen Pengji Skripsi yang telah memberi kritik dan saran pada laporan skripsi ini.
5. Orang Tua dan keluarga yang selalu ikhlas mendoakan anaknya dalam setiap doa yang dipanjatkan yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian laporan ini.
6. Teman-teman satu dosen pembimbing dan teman-teman angkatan 2019 yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian laporan ini.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan Skripsi ini juga tidak lepas dari peran berbagai pihak. Maka dari itu penulis juga ingin berterima kasih kepada :

1. Ibu, Bapak, dan seluruh keluarga besar tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta menemani dalam setiap proses pengerjaan skripsi ini.
2. Irsyadul Ibad Pratama yang selalu siap membantu apapun proses pengerjaan skripsi ini.
3. Teman – teman kos yaitu Dhikma dan Tasya yang selalu membantu penyelesaian skripsi ini.
4. Teman – teman EDS yaitu Citra, Raras, Ifa, Inas, Habib, Devin, Sultan, dan Ari yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman – Teman Jamaah yaitu Real, Rafli, dan Ashilah yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Serta pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga dukungan, doa, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat membawa berkah pula bagi semua pihak.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACK	xi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	4
2.1.2. Standar Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu	5
2.1.3. Parameter Pencemaran Limbah.....	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1. Pengolahan Biologis	6
2.2.2. Proses Koagulasi – Flokulasi	8
2.2.3. Biofilter	9
2.2.4. Media Biofilter	14
2.2.5. Pengaruh Aerasi pada Proses Aerob	16
2.2.6. Kinetika Pertumbuhan Mikroorganisme	17
2.2.7. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses Biofilter Aerob.....	19
2.2.8. Seeding dan Aklimitasi	20

2.3	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3		24
METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Kerangka Penelitian	24
3.2	Bahan dan Alat	25
3.2.1	Bahan.....	25
3.2.2	Alat.....	28
3.3	Rancangan Reaktor.....	28
3.4	Cara Kerja.....	30
3.4.1	Tahap Persiapan	30
3.4.2	Tahap Penelitian Pendahuluan	30
3.4.3	Tahap Penelitian Utama	31
3.5	Variabel Penelitian	33
3.6	Analisa Hasil	33
3.7	Jadwal Kegiatan	34
BAB 4		35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Menganalisa Kemampuan <i>Pre-treatment</i> Yaitu Koagulasi Flokulasi Dalam Menurunkan Parameter TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu	35
4.1.1	Proses Pendahuluan Seeding dan Aklimatisasi.....	36
4.2	Menganalisa Pengaruh Perbedaan Waktu Kontak, Jumlah Lubang Sebagai Luas Permukaan Media Kayu Meranti, dan Laju Aerasi Pada Biofilter Aerob Dalam Menurunkan Kadar BOD ₅ , COD, dan TSS Pada Limbah Cair Tahu	38
4.2.1	Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan COD, BOD ₅ , dan TSS	40
4.2.2	Pengaruh Perbandingan Jumlah Lubang Sebagai Luas Permukaan Terhadap Penurunan Parameter COD, BOD ₅ , dan TSS	48
4.2.3	Pengaruh Perbandingan Laju Aerasi Terhadap Penurunan Parameter COD, BOD ₅ , dan TSS.....	58
4.2.4	Uji Statistik	68

4.4.1	Hasil Anova Two Way Konsentrasi TSS terhadap Jumlah Lubang Sebagai Luas Permukaan, Waktu Kontak dan Laju Aerasi	71
4.3	Identifikasi Jenis Mikroorganisme Yang Berperan Pada Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan Biofilter Aerob	73
BAB 5	75
KESIMPULAN DAN SARAN.....		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN A		81
LAMPIRAN B		84
LAMPIRAN C		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Penguraian Amonia di dalam Biofilm	12
Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Biomassa dan Penggunaan Makanan.....	17
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Desain Reaktor Koagulasi Flokulasi	28
Gambar 3.3 Desain Reaktor Biofilter.....	29
Gambar 3. 4 Pengaturan Debit Flow Meter	32
Gambar 4.1 Hubungan perbandingan jumlah lubang pada laju aerasi 3 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal COD	40
Gambar 4.2 Hubungan perbandingan jumlah lubang pada laju aerasi 8 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal COD	41
Gambar 4.3 Hubungan perbandingan jumlah lubang, laju aerasi 3 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal BOD ₅	43
Gambar 4.4 Hubungan perbandingan jumlah lubang, laju aerasi 8 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal BOD ₅	43
Gambar 4.5 Hubungan perbandingan jumlah lubang, laju aerasi 3 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal TSS	46
Gambar 4.6 Hubungan perbandingan jumlah lubang, laju aerasi 8 L/Menit, dan waktu kontak terhadap % removal TSS	46
Gambar 4.7 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 12 Jam	48
Gambar 4.8 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan COD.....	48
Gambar 4.9 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan COD.....	49
Gambar 4.10 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan COD.....	49
Gambar 4.11 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan COD.....	50
Gambar 4.12 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 12 Jam	51
Gambar 4.13 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 24 Jam	52

Gambar 4.14 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 36 Jam	52
Gambar 4.15 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 48 Jam	53
Gambar 4.16 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 72 Jam	53
Gambar 4.17 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 12 Jam	55
Gambar 4.18 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan TSS Pada waktu Kontak 24 Jam	55
Gambar 4.19 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 36 Jam	56
Gambar 4.20 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 48 Jam	56
Gambar 4.21 Hubungan Jumlah Lubang Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 72 Jam	57
Gambar 4.22 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 12 Jam	58
Gambar 4.23 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 24 Jam	59
Gambar 4.24 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 36 Jam	59
Gambar 4.25 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 48 Jam	60
Gambar 4.26 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Waktu Kontak 72 Jam	60
Gambar 4.27 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 12 Jam	62
Gambar 4.28 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 24 Jam	62

Gambar 4.29 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 36 Jam	63
Gambar 4.30 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 48 Jam	63
Gambar 4.31 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan BOD ₅ Pada Waktu Kontak 72 Jam	64
Gambar 4.32 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 12 Jam	65
Gambar 4.33 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 24 Jam	66
Gambar 4.34 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 36 Jam	66
Gambar 4.35 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 48 Jam	67
Gambar 4.36 Hubungan Laju Aerasi Terhadap Penurunan TSS Pada Waktu Kontak 72 Jam	67
Gambar 4.37 Hasil ANOVA TWO WAY Kosentrasi Penurunan COD terhadap Jumlah Lubang, Laju Aerasi, dan Waktu Kontak	68
Gambar 4.38 Hasil ANOVA TWO WAY Kosentrasi Penurunan BOD ₅ terhadap Jumlah Lubang, Laju Aerasi, dan Waktu Kontak	70
Gambar 4.39 Hasil ANOVA TWO WAY Kosentrasi Penurunan TSS terhadap Jumlah Lubang, Laju Aerasi, dan Waktu Kontak	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Cair Industri Tahu	5
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Berkaitan dengan Biofilter.....	22
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	34
Tabel 4.1 Hasil analisis dosis optimum koagulan.....	35
Tabel 4.2 Hasil <i>Pre-treatment</i> koagulasi – flokulasi limbah cair tahu	36
Tabel 4.3 Hasil peningkatan MLSS pada proses seeding	37
Tabel 4.4 Proses penyisihan COD selama proses aklimatisasi	38
Tabel 4.5 Persen Penurunan COD Menggunakan Biofilter Aerob	39
Tabel 4.6 Persen Penurunan BOD ₅ Menggunakan Biofilter Aerob.....	39
Tabel 4.7 Persen Penurunan TSS Menggunakan Biofilter Aerob	40
Tabel 4.8 Hasil Identifikasi Mikroorganisme	73

ABSTRAK

Industri tahu merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Salah satu limbah cair pada industri tahu memiliki konsentrasi pencemar berupa COD sebesar 2870 mg/l, BOD₅ sebesar 556,88 mg/l, dan TSS sebesar 620 mg/l. Dengan jumlah kandungan parameter tersebut masih diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan, maka diperlukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan jumlah lubang pada media biofilter, laju aerasi, dan waktu kontak pada unit pengolahan biofilter aerob. Adapun penelitian ini memanfaatkan kayu meranti sebagai media yang digunakan pada unit pengolahan biofilter aerob yang dilakukan secara *batch* dalam menurunkan parameter pencemar pada limbah tahu. Variasi jumlah lubang yang digunakan adalah media tanpa lubang, lubang 3, lubang 6, dan lubang 9. Variasi laju aerasi yang digunakan adalah 3 L/menit dan 8 L/menit. Sedangkan variasi waktu kontak yang digunakan adalah 12, 24, 36, 48, dan 72 jam. Sebelum melakukan penelitian utama biofilter aerob, dilakukan *pre-treatment* berupa proses koagulasi-flokulasi untuk menurunkan jumlah konsentrasi TSS. Hasil penelitian yang paling optimal didapatkan pada reaktor media dengan jumlah lubang 3, laju aerasi 8L/menit, dan waktu kontak 72 jam. Dimana hasil tersebut dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 93,31% , BOD₅ sebesar 87,10% , dan TSS sebesar 40,54%.

Kata Kunci : Biofilter aerob, Media kayu meranti, Limbah cair tahu

ABSTRACT

The tofu industry is one of the industries that produced wastewater with high pollutant parameter. One of the pollutant on wastewater tofu industry has pollutant concentrations of COD 2870 mg/l, BOD₅ 556,88 mg/l, and TSS 620 mg/l. With the total content of these parameters is still above the quality standards that have been set, so the wastewater need to be treated before being discharged into the river so not to pollute the environment. This research also discussed about the effect of the variations of the number of holes in the biofilter media, aeration rate, and contact time in the aerobic biofilter processing unit. This research utilizes meranti wood as a medium that used in the aerobic biofilter unit with batch process to reduce pollutant parameters in tofu waste. Variations in the number of holes for the media are media without hole, 3 holes, 6 holes, and 9 holes. Variations in the aeration rate are 3L/minutes and 8L/minutes. Variations of contact time are 12, 24, 36, 48, and 72 hours. This research used pre-treatment process that is coagulation-flocculation to reduce the TSS before going to aerobic biofilter process. The results showed that the optimal research were obtained in a media reactor with 3 holes, aeration rate of 8L/minute, and contact time of 72 hours. Which could reduce the concentration of COD 87,10%, BOD₅ 93,31%, and TSS 40,54%.

Keywords : *Aerobic biofilter, Meranti wood media, Wastewater tofu industry*