

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN
ORGANIK PADA LIMBAH CAIR TEMPE
DENGAN SISTEM ANOXIC-SBR**

SKRIPSI



Oleh :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH

20034010043

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN
ORGANIK PADA LIMBAH CAIR TEMPE
DENGAN SISTEM ANOXIC-SBR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Lingkungan Pada Fakultas Teknik Dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur**



OLEH :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH

20034010043

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN ORGANIK
PADA LIMBAH CAIR TEMPE DENGAN SISTEM
ANOXIC-SBR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Lingkungan Pada Fakultas Teknik Dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



OLEH :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH

20034010043

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN ORGANIK
PADA LIMBAH CAIR TEMPE DENGAN SISTEM
ANOXIC-SBR**

Disusun Oleh :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH
NPM. 20034010043

Telah disetujui untuk mengikuti penelitian/verifikasi artikel ilmiah

Menyetujui,

Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui,
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN ORGANIK
PADA LIMBAH CAIR TEMPE DENGAN SISTEM
ANOXIC-SBR**

Disusun Oleh :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH

NPM. 20034010043

Telah diuji kebenarannya oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
JSE: Jurnal Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing

TIM PENGUJI

1. Ketua

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.

Dr. Ir. Munawar Ali, M.T

NIP. 19681126 199403 2 001

NIP. 196004101 198803 1 001

2. Anggota

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.

NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**EFISIENSI PENGURANGAN TSS DAN BAHAN ORGANIK
PADA LIMBAH CAIR TEMPE DENGAN SISTEM
ANOXIC-SBR**

Disusun Oleh :

NAURA NISRINE HIDAYATULLAH

20034010043


Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 10 Desember 2024

TIM PENILAI

Ketua

Anggota


Dr. Ir. Munawar Ali, M.T
NIP. 196004101 198803 1 001


Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naura Nisrine Hidayatullah
NIM : 20034010043
Fakultas /Program Studi : Teknik/Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Efisiensi Pengurangan TSS dan Bahan Organik pada Limbah Cair Tempe dengan Sistem *Anoxic*-SBR

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, 10 Desember 2024

Yang Menyatakan



(NAURA NISRINE HIDAYATULLAH)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efisiensi Pengurangan TSS dan Bahan Organik pada Limbah Cair Tempe dengan Sistem Anoxic-SBR”** dengan tepat waktu. Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana bagi mahasiswa S1 pada program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu serta meluangkan banyak waktu dan tenaganya untuk memberikan arahan dalam penyusunan ide hingga tersusunnya laporan akhir.
4. Bapak Dr. Munawar Ali, MT. dan ibu Aussie Amalia ST., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran serta masukan yang membangun untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang.

Surabaya, Desember 2024

(Naura Nisrine Hidayatullah)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Limbah Cair Tempe.....	5
2.1.2 Karakteristik Limbah Cair Tempe.....	6
2.1.3 Komposisi Limbah Cair Tempe.....	7
2.1.4 Pengolahan Limbah Secara Biologis.....	9
2.1.5 Proses Lumpur Aktif (<i>Activated Sludge</i>).....	10
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 <i>Sequencing Batch Reactor</i>	12
2.2.2 Reaktor <i>Anoxic</i>	15
2.2.3 Mekanisme Proses Unit <i>Sequencing Batch Reactor</i>	16
2.2.4 Faktor yang Dapat Mempengaruhi Proses SBR.....	17
2.3 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Kerangka Penelitian.....	22
3.2 Bahan dan Alat.....	23
3.2.1 Bahan.....	23
3.2.2 Alat.....	23
3.3 Cara Kerja.....	25
3.3.1 Persiapan Air Sampel.....	25

3.3.2 Penelitian Pendahuluan	25
3.3.3 Penelitian Utama	27
3.4 Variabel Penelitian	28
3.5 Analisis Penelitian.....	29
3.6 Jadwal Pelaksanaan	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pengaruh Penambahan <i>Anoxic Reactor</i> Sebagai <i>Pre-Treatment</i>	31
4.1.1 Penurunan Parameter Limbah Tempe pada <i>Anoxic Reactor</i>	31
4.1.2 Perbandingan Pengolahan Limbah dengan dan Tanpa Penggunaan <i>Anoxic Reactor</i> sebagai <i>Pre-treatment</i>	36
4.2 HRT, Debit Aerasi, dan Waktu Pengendapan yang Optimal pada Unit SBR ..	
.....	38
4.2.1 Efisiensi Penurunan Parameter Ditinjau dari Waktu Retensi Hidraulik (HRT)	
.....	38
4.2.2 Efisiensi Penurunan Parameter Ditinjau dari Debit Aerasi yang Optimal... 43	
4.2.3 Efisiensi Penurunan Parameter Ditinjau dari Waktu Pengendapan yang Optimal.....	48
4.2.4 Analisis Data Regresi Linear Pengaruh HRT, Debit Aerasi, dan Waktu Pengendapan Terhadap Efisiensi Penyisihan Parameter	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN A	65
DATA HASIL ANALISA	65
LAMPIRAN B.....	68
PROSEDUR ANALISA DAN PERHITUNGAN	68
LAMPIRAN C.....	73
DOKUMENTASI	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Lumpur Aktif (Metcalf & Eddy, 2003)	11
Gambar 2. 2 Skema Proses Sequencing Batch Reactor (SBR) (Hendrasarie, 2021)	13
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Susunan Reaktor Unit Pengolahan Limbah Cair Tempe Tampak Samping	24
Gambar 3. 3 Susunan Reaktor Unit Pengolahan Limbah Cair Tempe Tampak Atas	24
Gambar 3. 4 Mekanisme Kerja Reaktor <i>Sequencing Batch Reactor</i> Sistem <i>Batch</i>	25
Gambar 4. 1 Pengaruh Variasi HRT Terhadap Penurunan Parameter Pada Unit Anoxic Reactor.....	34
Gambar 4. 2 Perbandingan Persentase Penyisihan Parameter Pencemar	37
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan HRT Terhadap Penyisihan Pada Unit SBR (a) Debit Aerasi 10 L/m (b) Debit Aerasi 14 L/m	41
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan HRT Terhadap Penyisihan Pada Unit SBR (a) HRT 18 (b) HRT 24 (c) HRT 32	45
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan HRT, Debit Aerasi dan Waktu Pengendapan Terhadap Penyisihan (a) HRT 18 (b) HRT 24 (c) HRT 32.....	50
Gambar 4. 6 Hasil Uji Regresi Linear HRT, Debit Aerasi dan Waktu Pengendapan Terhadap Konsentrasi BOD	54
Gambar 4. 7 Hasil Uji Regresi Linear HRT, Debit Aerasi dan Waktu Pengendapan Terhadap Konsentrasi COD	55
Gambar 4. 8 Hasil Uji Regresi Linear HRT, Debit Aerasi dan Waktu Pengendapan Terhadap Konsentrasi TSS	56
Gambar 4. 9 Hasil Uji Regresi Linear HRT, Debit Aerasi, dan Waktu Pengendapan Terhadap Konsentrasi Total P	57
Gambar 4. 10 Hasil Uji Regresi Linear HRT, Debit Aerasi Terhadap Konsentrasi Total N.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai	6
Tabel 2. 2 Skema Proses Sequencing Batch Reactor.....	17
Tabel 2. 3 Rangkuman Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3. 1 Desain Reaktor Sequencing Batch Reactor (SBR).....	23
Tabel 3. 2 Pembagian Waktu HRT Unit SBR Pada Penelitian	28
Tabel 3. 4 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	30
Tabel 4. 1 Karakteristik Uji Awal Limbah Tempe	31
Tabel 4. 2 Karakteristik Effluent Pengolahan pada Setiap HRT	33
Tabel 4. 3 %Removal Pengolahan pada Setiap HRT.....	34
Tabel 4. 4 Perbandingan Parameter Pencemar Limbah Tempe	36
Tabel 4. 5 Hasil Penyisihan Parameter Pencemar Pada Reaktor SBR	38
Tabel 4. 6 Persen Penyisihan Parameter Pada Reaktor SBR.....	39

ABSTRAK

Limbah cair tempe memerlukan pengolahan khusus karena tingginya kadar organik untuk memenuhi standar lingkungan. *Sequencing Batch Reactor* (SBR) digunakan karena hemat ruang dan biaya, serta efektif dalam menurunkan BOD, COD, Total P, dan Total N. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas unit SBR dengan tambahan Reaktor Anoksik sebagai *pre-treatment* dan Bak Pengendap sebagai *post-treatment*. Variasi waktu retensi hidraulik (HRT) dan debit aerasi diuji untuk mengoptimalkan pengolahan. Hasil menunjukkan Reaktor Anoksik secara signifikan meningkatkan penyisihan TSS, Total P, dan Total N hingga 82%, 27%, dan 45% pada HRT 12 jam. Sementara itu, pada unit *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dengan HRT 32 jam dan debit aerasi 14 L/menit dengan pengendapan didalam reaktor Bak Pengendap selama 1 jam mampu mencapai penyisihan parameter pencemar sebesar BOD 99%, COD 99%, TSS 99%, Total P 98%, dan Total N 99%. Rangkaian pengolahan Reaktor Anoksik, SBR, dan Bak Pengendap untuk mengolah air limbah tempe jauh lebih baik dibandingkan pengolahan tanpa *pre-treatment* yang hanya mampu menyisihkan BOD 63%, COD 45%, TSS 86%, Total P 37%, dan Total N 53%.

Kata kunci: Limbah Cair Tempe, Reaktor Anoksik, *Sequencing Batch Reactor*, Bak Pengendap

ABSTRACT

Tempe wastewater requires special treatment due to high organic content to meet environmental standards. Sequencing Batch Reactor (SBR) was used because it is space and cost efficient, and effective in reducing BOD, COD, Total P, and Total N. This study evaluated the effectiveness of SBR unit with additional Anoxic Reactor as pre-treatment and Settling Basin as post-treatment. Variations of hydraulic retention time (HRT) and aeration discharge were tested to optimize treatment. Results showed the Anoxic Reactor significantly increased the removal of TSS, Total P, and Total N to 82%, 27%, and 45% at a HRT of 12 hours. Meanwhile, the Sequencing Batch Reactor (SBR) unit with a HRT of 32 hours and an aeration discharge of 14 L/min with settling in the settling basin reactor for 1 hour was able to achieve 99% BOD, 99% COD, 99% TSS, 98% Total P, and 99% Total N removal. The treatment circuit of Anoxic Reactor, SBR, and Settling Basin to treat tempeh wastewater is much better than treatment without pre-treatment which is only able to remove BOD 63%, COD 45%, TSS 86%, Total P 37%, and Total N 53%.

Keywords: Tempeh Wastewater, Anoxic Reactor, Sequencing Batch Reactor, Settling Basin