

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN
IKAN MENGGUNAKAN METODE *MULTI SOIL-LAYERING*
DENGAN UJI MORTALITAS IKAN SEBAGAI
BIOINDIKATOR**

SKRIPSI



Oleh

MAULIDAH SYAKIROH

NPM 21034010102

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

2025

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN
IKAN MENGGUNAKAN METODE *MULTI SOIL LAYERING*
DENGAN UJI MORTALITAS IKAN SEBAGAI
BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

MAULIDAH SYAKIROH

NPM: 21034010102

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN MENGGUNAKAN METODE *MULTI SOIL LAYERING* DENGAN UJI MORTALITAS IKAN SEBAGAI BIOINDIKATOR

Disusun Oleh:

AMA

Maulidah Syakiroh
NPM. 21034010102

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing

Rizka Novembrianto
Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NIP. 198711272025211062

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN MENGGUNAKAN METODE *MULTI SOIL LAYERING* DENGAN UJI MORTALITAS IKAN SEBAGAI BIOINDIKATOR

Disusun Oleh:


Maulidah Syakiroh
NPM. 21034010102

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Chemical Engineering Research Articles (Terakreditasi Sinta 3)

Menyetujui,

Pembimbing 1


Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NIP. 198711272025211062

TIM PENGUJI

1. Ketua


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

2. Anggota


R. Kokoh Haryo Putro S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


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

LEMBAR REVISI

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN
IKAN MENGGUNAKAN METODE *MULTI SOIL LAYERING*
DENGAN UJI MORTALITAS IKAN SEBAGAI
BIOINDIKATOR**

Disusun Oleh:


Maulidah Syakiroh
NPM. 21034010102

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 3 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA


Prof. Dr. Ir. Novirina H., MT
NIP. 19681126 199403 2 001


R. Kokoh Haryo Putro S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Maulidah Syakiroh
NPM : 21034010102
Program : Sarjana (S1)/Magister (S2)/Doktor (S3)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 3 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan



Maulidah Syakiroh
NPM. 21034010102

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi yang berjudul **Pengolahan Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan menggunakan Metode *Multi Soil Layering* dengan Uji Mortalitas Ikan sebagai Bioindikator**. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Rizka Novembrianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik
4. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. dan Raden Kokoh Haryo Putro S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian ini.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Yaskur dan Ibu Asyrifah yang selalu memberikan kasih sayang, nasehat, serta dukungan dan doa yang tiada hentinya.
6. Teman-teman penulis yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan selama pengerjaan penelitian ini, Irenia, Rifa, Diva, Devi dan Dela.

Akhir kata, masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan penelitian dan ilmu pengetahuan yang lebih baik lagi dan bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 1 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Umum	5
2.1.1. Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan	5
2.1.2. Baku Mutu Limbah Cair Perikanan	6
2.1.3. Parameter Beban Pencemar Limbah Cair Pengolahan Ikan	6
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. <i>Multi Soil Layering</i> Aliran <i>Upflow</i>	8
2.2.2. Mekanisme Kerja <i>Multi Soil Layering</i>	10
2.2.3. Material <i>Multi Soil Layering</i>	11
2.2.3.1. <i>Soil Mixture Block</i> (SMB).....	11
2.2.3.2. <i>Permeable Layer</i> (PL).....	15
2.2.4. Faktor yang Mempengaruhi <i>Multi Soil Layering</i>	16
2.2.5. Bioindikator	18
2.2.7. Uji XRD.....	19
2.3. Penelitian Terdahulu	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1. Kerangka Penelitian	22
3.2. Bahan dan Alat	24

3.2.1. Bahan	24
3.2.2. Alat.....	25
3.2.3. Gambar Reaktor.....	25
3.3. Cara Kerja.....	27
3.3.1. Tahap Persiapan Reaktor <i>Multi Soil Layering</i>	27
3.3.2. Tahap Persiapan Pembuatan <i>Soil Mixture Block</i>	28
3.3.3. Tahap Prosedur <i>Running</i> Pada Reaktor <i>Multi Soil Layering</i>	28
3.3.5. Tahap Uji Bioindikator Ikan	29
3.4. Variabel.....	29
3.4.1. Variabel Bebas	29
3.4.2. Variabel Tetap	31
3.4.3. Variabel <i>Respons</i>	31
3.5. Analisis	32
3.6. Jadwal Pelaksanaan	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil Analisis Kandungan Mineralogi Tanah.....	34
4.1.1. Tanah Andosol	34
4.1.2. <i>Sludge</i> IPAM.....	36
4.1.3. Tanah Merah	37
4.2. Analisis Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS, BOD, dan COD	39
4.2.1. Analisis Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS	39
4.2.2. Analisis Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter BOD	46
4.2.3. Analisis Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter COD	55
4.3. Analisis Pengaruh Jenis Tanah dalam Pengolahan Air Limbah terhadap Mortalitas Ikan	65

4.4. Analisis Data Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS, BOD, dan COD serta Mortalitas Ikan	67
4.4.1. Analisis Data Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter TSS	69
4.4.2. Analisis Data Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter BOD	71
4.4.3. Analisis Data Pengaruh Jenis Tanah, <i>Hydraulic Loading Rate</i> dan Waktu Sampling terhadap Persen Penyisihan Parameter COD	72
4.4.4. Analisis Data Pengaruh Variasi Jenis Tanah dan Interval Waktu terhadap Mortalitas Ikan	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN A	84
LAMPIRAN B	87
LAMPIRAN C	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Karakteristik Air Limbah	5
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Untuk Industri Pengolahan Hasil Perikanan.....	6
Tabel 2.3. Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1 Keterangan Reaktor Penelitian	25
Tabel 3.2 Matriks Variabel Penelitian	31
Tabel 3.3 Metode Uji Setiap Parameter	32
Tabel 3.4 Jadwal Kegiatan Pelaksanaan Penelitian.....	32
Tabel 4.1 <i>Peak List</i> hasil pengukuran XRD Tanah Andosol	34
Tabel 4.2 <i>Peak List</i> hasil pengukuran XRD <i>Sludge</i> IPAM	36
Tabel 4.3 <i>Peak List</i> hasil pengukuran XRD Tanah Merah	37
Tabel 4.4 Hasil Persen Removal Parameter TSS	39
Tabel 4. 5 Efektivitas Metode <i>Multi Soil Layering</i> dalam Penyisihan Kadar TSS	43
Tabel 4.6 Hasil Persen Removal Parameter BOD ₅	46
Tabel 4. 7 Efektivitas Metode <i>Multi Soil Layering</i> dalam Penyisihan Kadar BOD ₅	50
Tabel 4.8 Hasil Persen Removal Parameter COD	55
Tabel 4. 9 Efektivitas Metode <i>Multi Soil Layering</i> dalam Penyisihan Kadar COD	59
Tabel 4.10 Hasil Uji Air Limbah Setelah Pengolahan	65
Tabel 4. 11 Hasil Uji Air Limbah dengan Baku Mutu Air Sungai Kelas III	66
Tabel 4. 12 Hasil Uji Mortalitas Ikan	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Multi Soil Layering</i> Aliran <i>Upflow</i>	9
Gambar 2. 2 Tanah Andosol.....	12
Gambar 2. 3 <i>Sludge</i> PDAM	13
Gambar 2. 4 Tanah Merah (Laterit)	14
Gambar 2. 5 Arang	15
Gambar 2. 6 Kerikil.....	16
Gambar 2. 7 Zeolit	16
Gambar 3.1 Rangkaian Reaktor Tampak Samping	25
Gambar 3. 2 Susunan Media Pada Reaktor.....	27
Gambar 4.1 Kurva Difraktogram Hasil Pengukuran XRD Tanah Andosol	35
Gambar 4.2 Kurva Difraktogram Hasil Pengukuran XRD <i>Sludge</i> IPAM.....	37
Gambar 4.3 Kurva Difraktogram Hasil Pengukuran XRD Tanah Merah	38
Gambar 4.4 Grafik Persen Penyisihan TSS	40
Gambar 4.5 Grafik Persen Penyisihan TSS HLR $0,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	41
Gambar 4.6 Grafik Persen Penyisihan TSS HLR $0,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	42
Gambar 4.7 Grafik Persen Penyisihan BOD_5	47
Gambar 4.8 Grafik Persen Penyisihan BOD_5 HLR $0,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	48
Gambar 4.9 Grafik Persen Penyisihan BOD_5 HLR $0,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	49
Gambar 4.10 Grafik Persen Penyisihan COD.....	56
Gambar 4.11 Grafik Persen Penyisihan COD HLR $0,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	57
Gambar 4.12 Grafik Persen Penyisihan COD HLR $0,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{jam}$	58
Gambar 4.13 Grafik Mortalitas Hewan Uji (Ikan Mas).....	67
Gambar 4.14 Analisis Statistika terhadap Persen Penyisihan TSS	70
Gambar 4.15 Analisis Statistika terhadap Persen Penyisihan BOD_5	71
Gambar 4.16 Analisis Statistika terhadap Persen Penyisihan COD.....	72
Gambar 4.17 Analisis Statistika terhadap Mortalitas Ikan.....	73

ABSTRAK

Limbah cair industri pengolahan ikan di Kabupaten Lamongan memiliki kadar TSS, BOD₅ dan COD yang melebihi baku mutu Pergub Jatim 72/2013. Media pada metode *multi soil layering* ini terdiri dari campuran tanah dan arang serta lapisan *permeable layer*. Penelitian bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode MSL dengan variasi jenis tanah, *Hydraulic Loading Rate* dan waktu pengambilan sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah merah paling efektif menyisihkan TSS (89,26%), sedangkan tanah andosol lebih efisien dalam mereduksi BOD₅ (42,86%) dan COD (68,33%). Sifat fisik, kimia maupun kandungan mineral pada setiap jenis tanah berpengaruh terhadap efektivitas reduksi polutan pada air limbah. Reduksi polutan pada HLR 0,2 m³/m².jam lebih optimal dibandingkan HLR 0,4 m³/m².jam, dikarenakan HLR rendah memungkinkan waktu kontak yang lebih lama antara air limbah dengan media pada reaktor. Waktu sampling pada jam ke-7 menghasilkan efisiensi paling optimal, karena media belum mencapai titik jenuh. Uji bioindikator menunjukkan tingkat kelangsungan hidup ikan <75%, sehingga air limbah masih bersifat toksik. Secara keseluruhan, metode MSL cukup efektif menurunkan beban pencemar, tetapi belum memenuhi standar kelayakan secara biologis.

Kata Kunci: air limbah pengolahan ikan, *multi soil layering*, jenis tanah, HLR, waktu sampling, bioindikator.

ABSTRACT

The wastewater generated by fish-processing industries in Lamongan Regency contains TSS, BOD₅ and COD concentrations that exceed the quality standards specified in East Java Provincial Regulation No. 72/2013. The media in the Multi Soil Layering method consist of a mixture of soil and charcoal, along with a permeable layer. This research aims to analyze the effectiveness of MSL method with variations in soil type, Hydraulic Loading Rate, and sampling time. The results indicate that red soil is the most effective in removing TSS (89.26%), while andosol soil is more efficient in reducing BOD₅ (42.86%) and COD (68.33%). The physical, chemical, and mineral properties of each soil type significantly influence pollutant removal performance. Pollutant removal at an HLR of 0,2 m³/m².hour was more optimal compared to 0,4 m³/m².hour, as the lower HLR allows longer contact time between the wastewater and the media in the reactor. Sampling at the 7-hour mark yields optimal efficiency, indicating that the media had not yet reached saturation. Bioindicator tests showed a fish survival rate of less than 75%, indicating that the treated wastewater remains toxic. Overall, the MSL method is fairly effective in reducing pollutant loads, however it has not yet met biological safety standards.

Keywords: *fish processing wastewater, multi soil layering, soil type, HLR, sampling time, bioindicator.*