

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN
FITOREMEDIASI UNTUK PENYISIHAN KADAR
PENCEMAR BOD, N-TOTAL DARI AIR LINDI**

SKRIPSI



Oleh :

CHANDRA NABILA RAHMAWATI

NPM 21034010018

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN
FITOREMEDIASI UNTUK PENYISIHAN KADAR
PENCEMAR BOD, N-TOTAL DARI AIR LINDI**

SKRIPSI



Oleh :

CHANDRA NABILA RAHMAWATI

NPM 21034010018

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

2025

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN FITOREMEDIASI
UNTUK PENYISIHAN KADAR PENCEMAR BOD, N-TOTAL
DARI AIR LINDI**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

CHANDRA NABILA RAHMAWATI

NPM: 21034010018

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN FITOREMEDIASI
UNTUK PENYISIHAN KADAR PENCEMAR BOD, N-TOTAL
DARI AIR LINDI**

Disusun Oleh:



Chandra Nabila Rahmawati

NPM. 21034010018

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Firra Rosariawati, S.T., M.T
NIP. 19750409 20212 2 004



Syadzadhtya Q.Z. Nisa, S.T., M.T
NPT. 21219940930296

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN FITOREMEDIASI
UNTUK PENYISIHAN KADAR PENCEMAR BOD, N-TOTAL
DARI AIR LINDI**

Disusun Oleh:

Chandra Nabila Rahmawati

NPM. 21034010018

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)**

Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua

Pembimbing 1

Firra Rosaklawari, S.T., M.T.
NIP. 19750409 2012 2 004

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

Pembimbing 2

2. Anggota

Svadzadhiva Q.Z.Nisa, S.T., M.T.
NPT. 21219940930296

Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

Mengetahui,

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

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

LEMBAR REVISI

**KOMBINASI METODE BIOFILTER DAN FITOREMEDIASI
UNTUK PENYISIHAN KADAR PENCEMAR BOD, N-TOTAL
DARI AIR LINDI**

Disusun Oleh:

Chandra Nabila Rahmawati
NPM. 21034010018

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 10 September 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1 001

Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Chandra Nabila Rahmawati
NPM : 21034010018
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, 10 September 2025

Yang Membuat pernyataan



Chandra Nabila Rahmawati
NPM. 21034010018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi dengan judul "Kombinasi Metode Biofilter dan Fitoremediasi Untuk Penyisihan Kadar Pencemar BOD, N-Total Dari Air Lindi". Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN "Veteran" Jawa Timur.

Penulis laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
3. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan skripsi ini berlangsung
4. Ibu Syadzadhiya Qothrunada Zakiyayasin Nisa', S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan skripsi ini berlangsung
5. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT., dan Bapak Mohamad Mirwan, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik
6. Orang tua dan semua saudara penulis yang tiada henti selalu memberikan semangat, kasih sayang, nasihat, serta dukungan baik bentuk moril, materi maupun doa.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2021 yang senantiasa membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas kerja sama seluruh pihak yang membantu penyelesaian tugas akhir skripsi dari awal hingga akhir. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perkembangan penelitian dan ilmu pengetahuan yang lebih baik lagi.

Surabaya, September 2025

Penulis

ABSTRAK

TPA Selopuro di Kabupaten Ngawi menggunakan sistem controlled landfill namun belum memiliki instalasi pengolahan air lindi yang memadai, sehingga berisiko mencemari lingkungan. Penelitian ini mengkaji efektivitas kombinasi biofilter dan fitoremediasi dalam menurunkan kadar BOD dan Nitrogen Total pada air lindi. Sistem menggunakan media honeycomb dengan aliran upflow serta tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*). Kombinasi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penyisihan polutan, mengurangi kebutuhan lahan, serta menekan biaya operasional, sehingga kualitas air lindi memenuhi baku mutu lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi kerapatan tanaman dan waktu tinggal hidraulik (Hydraulic Retention Time/HRT) terhadap efektivitas penyisihan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Nitrogen Total dalam sistem kombinasi biofilter dan fitoremediasi. Penelitian dilakukan dengan mengaplikasikan variasi kerapatan tanaman dan HRT pada sistem uji, kemudian dianalisis efektivitasnya dalam menurunkan konsentrasi BOD dan Nitrogen Total. Hasil menunjukkan bahwa variasi kerapatan tanaman secara praktis mampu meningkatkan efisiensi penyisihan BOD hingga 96% dan Nitrogen Total hingga 98%. Namun, berdasarkan uji statistik, pengaruh kerapatan tanaman terhadap penyisihan kedua parameter tersebut tidak signifikan ($p\text{-value} > 0,05$). Sebaliknya, variasi HRT menunjukkan peningkatan efisiensi penyisihan BOD hingga 97% dan Nitrogen Total hingga 99%, dengan hasil uji statistik yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa HRT memiliki pengaruh nyata terhadap efektivitas penyisihan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa HRT merupakan faktor yang lebih dominan dalam meningkatkan kinerja sistem biofilter dan fitoremediasi dibandingkan variasi kerapatan tanaman.

ABSTRAK

*Selopuro Landfill in Ngawi Regency operates using a controlled landfill system but lacks a proper leachate treatment facility, posing potential risks to the surrounding environment. This study investigates the effectiveness of a combined biofilter and phytoremediation system in reducing Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Total Nitrogen (N-Total) levels in landfill leachate. The system utilizes honeycomb media in an upflow biofilter configuration and water lettuce (*Pistia stratiotes*) as the phytoremediator. This combination is expected to enhance pollutant removal efficiency, minimize land use, and reduce operational costs, thereby improving leachate quality to meet environmental standards. The research specifically aimed to evaluate the effects of plant density and Hydraulic Retention Time (HRT) on the removal efficiency of BOD and N-Total. The system was tested under various plant densities and HRT conditions, and the removal performance was analyzed. Results showed that increasing plant density could practically enhance BOD removal up to 96% and N-Total up to 98%. However, statistical analysis indicated that the effect of plant density was not significant ($p\text{-value} > 0.05$). In contrast, variation in HRT significantly improved removal efficiency, with BOD reduction up to 97% and N-Total up to 99%, and a statistically significant effect ($p\text{-value} < 0.05$). Therefore, HRT was identified as the more dominant factor influencing the performance of the biofilter-phytoremediation system compared to plant density.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Lindi.....	4
2.1.1 Standar Baku Mutu Air Lindi	5
2.1.2 Parameter Air Lindi.....	5
2.2 Biofilter	7
2.2.1 Mekanisme Proses Biofilter.....	8
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Biofilter	8
2.2.3 Media Biofilter Honeycomb	9
2.3 Fitoremediasi.....	10
2.3.1 Mekanisme Fitoremediasi	10
2.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Fitoremediasi	11
2.4 Tanaman Kayu Apu	12
2.5 Pembentukan Biofilm	13
2.6 Mekanisme Penyisihan BOD dan N-Total.....	14
2.6.1 Penyisihan BOD.....	14

2.6.2 Penyisihan N-Total.....	15
2.7 Penelitian Terdahulu	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Kerangka Penelitian.....	19
3.2 Variabel Penelitian	19
3.3 Pengambilan Sampel	20
3.4 Persiapan Penelitian.....	20
3.5 Cara Kerja	22
3.5.1 Penumbuhan Mikroorganisme	22
3.5.2 Aklimatisasi Kayu Apu.....	22
3.5.3 Prosedur Operasional	22
3.6 Analisis Data	23
3.7 Matriks Penelitian.....	24
3.8 Jadwal Penelitian	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Uji Statistik	27
4.1.1 Analisis Anova One Way.....	27
4.2 Uji Karakteristik Air Lindi.....	33
4.3 Analisis Parameter BOD	35
4.4 Analisis Parameter N-Total	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN A.....	50
LAMPIRAN B.....	55
LAMPIRAN C.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Media Honeycomb (Sali et al., 2018).....	9
Gambar 2. 2 Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>).....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Layout TPA Selopuro	20
Gambar 3. 3 (a) Tampak samping, (b) Tampak atas	21
Gambar 4. 1 Hubungan HRT Terhadap Penyisihan BOD.....	27
Gambar 4. 2 Uji Tukey Hubungan HRT Terhadap Penyisihan BOD	28
Gambar 4. 3 Hubungan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan BOD	29
Gambar 4. 4 Uji Tukey Hubungan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan BOD	30
Gambar 4. 5 Hubungan HRT Terhadap Penyisihan N-Total.....	30
Gambar 4. 6 Uji Tukey Hubungan HRT Terhadap Penyisihan N-Total	31
Gambar 4. 7 Hubungan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan N-Total.....	32
Gambar 4. 8 Uji Tukey Hubungan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan N-Total	32
Gambar 4. 9 Hubungan HRT (hari) dan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan BOD	35
Gambar 4. 10 Hubungan HRT (hari) dan Kerapatan Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan BOD	38
Gambar 4. 11 Hubungan HRT dan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan Nitrogen Total.....	39
Gambar 4. 12 Hubungan HRT (hari) dan Kerapatan Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan Nitrogen Total	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Baku Mutu Air Lindi.....	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian.....	24
Tabel 4. 1 Hasil Uji Karakteristik Air Lindi.....	33
Tabel 4. 2 Pengaruh HRT dan Kerapatan Tanaman Terhadap Penyisihan BOD dan Nitrogen Total.....	34