

TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI
MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN
BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA
RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG



Disusun Oleh :
Keizhanov Zerafim Marthin
22.26.014

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026



TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI
MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN
BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA
RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG

Disusun Oleh :
KEIZHANOV ZERAFIM MARTHIN
22.26.014



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI
MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN
BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA
RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG

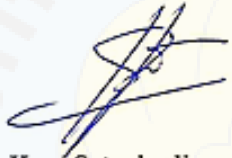
Oleh:

KEIZHANOV ZERAFIM MARTHIN

2226014

Telah disetujui untuk dipresentasikan dalam Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I,


Dr. Ir. Hery Setvobudiarso, M. Sc
NIP. 1961062019911031002

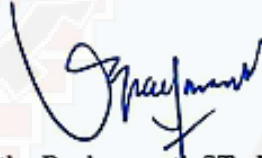
Dosen Pembimbing II,


Candra Dwi Ratna, ST., MT
NIP. Y. 1030000349

Dosen Pembahas I,


Dr. Hardianto, S.T., M.T
NIP. Y. 1030000350

Dosen Pembahas II,


Vitha Rachmawati, ST., MT
NIP. 1031900560

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Anis Artiyani, ST., MT
NIP. P. 1030300384

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI
MENGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN
BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA
RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG

Oleh :

KEIZHANOV ZERAFIM MARTHIN
2226014

Telah dipertahankan di depan penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Strata
(S-I) pada 04 – 08 – 2026 dan dinyatakan memenuhi syarat.

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Herv Setvobudiarso, M.Sc
NIP. 1961062019911031002

Dosen Pembimbing II,



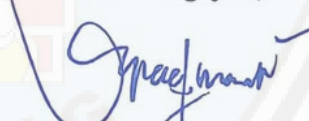
Candra Dwiratna Wulandari, ST., MT
NIP. Y. 1030000349

Dosen Penguji I,



Dr. Hardianto, ST., MT
NIP. Y. 1030000350

Dosen Penguji II,



Yitha Rachmawati, ST., MT
NIP. P. 1031900560

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan



Anis Artivani, ST., MT
NIP. P. 1030300384



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : KEIZHANOV ZERAFIM MARTHIN
NIM : 2226014
PROGRAM STUDI : TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JUDUL : EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN
FILTRASI MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA*
DALAM MENURUNKAN BOD DAN COD PADA AIR
LINDI TERENCERKAN DI TPA RANDUAGUNG,
KABUPATEN MALANG

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Program Strata
(S-1), pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 04 Agustus 2026

Panitia Ujian Tugas Akhir,

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan

Anis Artivani, ST., MT
NIP. P. 1030300384

Sekretaris Program Studi
Teknik Lingkungan

Vitha Rachmawati, ST., MT
NIP. P. 1031900560

Tim Penguji,

Dosen Penguji I,

Dr. Hardianto, ST., MT
NIP. Y. 1030000350

Dosen Penguji II,

Vitha Rachmawati, ST., MT
NIP. P. 1031900560

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Keizhanov Zerafim Marthin

NIM : 2226014

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir yang saya susun dan saya tulis dengan judul “EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG adalah benar-benar merupakan hasil pemikiran, penelitian serta karya intelektual saya sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain.
2. Semua sumber referensi yang dikutip dan dirujuk tertulis dalam lembar daftar pustaka.
3. Apabila kemudian hari diketahui terjadi penyimpangan dari pernyataan yang saya buat, maka saya siap menerima sanksi sebagaimana aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Malang, 11 Agustus 2026

Yang Menyatakan,



Keizhanov Zerafim Marthin
2226014

**EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI
MENGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN
BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA
RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG**

Keizhanov Zerafim Marthin¹, Hery Setyobudiarso², Candra Dwi Ratna³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: ¹Keizhanovzm15@gmail.com ²hery_sba@yahoo.com

³candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Lindi merupakan limbah cair yang terbentuk akibat proses dekomposisi sampah dan infiltrasi air hujan ke dalam timbunan sampah. Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Randuagung, Kabupaten Malang. Lindi dialirkan melalui saluran terbuka menuju kolam penampungan sehingga berpotensi mengalami pengenceran alami akibat infiltrasi dan pencampuran dengan air hujan. Kondisi tersebut memengaruhi karakteristik air lindi termasuk *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas metode fitoremediasi dan filtrasi menggunakan tanaman *Azolla Microphylla* dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air lindi terencerkan di TPA Randuagung, Kabupaten Malang. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan sistem *batch*, variasi massa tanaman *Azolla Microphylla* sebesar 400 gram dan 500 gram serta reaktor kontrol dengan variasi waktu tinggal 0, 7 dan 14 hari. Sampel air lindi diambil menggunakan metode *grab sampling*, kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA Two-Way. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada massa tanaman 500 gram dengan waktu tinggal 14 hari yang mampu menurunkan kadar BOD menjadi 148 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 67% sedangkan kadar COD menurun menjadi 515,2 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 32,9%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa variasi massa tanaman dan waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan BOD dan COD ($p < 0,05$). Metode fitoremediasi dan filtrasi menggunakan *Azolla Microphylla* efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air lindi TPA Randuagung. Nilai BOD hasil pengolahan telah memenuhi standar baku mutu, sedangkan nilai COD masih berada di atas baku mutu sehingga memerlukan pengolahan lanjutan. Kondisi pada saat pengambilan sampel akibat infiltrasi hujan juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi karakteristik awal air lindi yang diperoleh selama penelitian.

Kata Kunci : Air Lindi, *Azolla Microphylla*, BOD, COD, Filtrasi, Fitoremediasi

**EFFECTIVENESS OF PHYTOREMEDIATION AND FILTRATION
METHODS USING AZOLLA MICROPHYLLA IN REDUCING BOD AND
COD OF DILUTED LEACHATE AT RANDUAGUNG LANDFILL, MALANG
REGENCY**

Keizhanov Zerafim Marthin¹, Hery Setyobudiarso², Candra Dwi Ratna³

^{1,2,3}*Eviromental Engineering Study Program*

Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang

Email: ¹Keizhanovzm15@gmail.com ²hery_sba@yahoo.com
³candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

Leachate is a liquid waste generated from the decomposition of solid waste and the infiltration of rainwater into waste piles. At the Randuagung Landfill (TPA Randuagung), Malang Regency, leachate is conveyed through an open drainage channel to a collection pond, making it susceptible to natural dilution due to rainwater infiltration and mixing. This condition affects the characteristics of the leachate, including its Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) concentrations. This study aimed to evaluate the effectiveness of phytoremediation and filtration methods using Azolla Microphylla in reducing BOD and COD levels in diluted leachate at Randuagung Landfill, Malang Regency. The research was conducted experimentally using a batch system with Azolla Microphylla biomass variations of 400 g and 500 g, along with a control reactor, and hydraulic retention times of 0, 7, and 14 days. Leachate samples were collected using the grab sampling method and analyzed using Two-Way Analysis of Variance (Two-Way ANOVA). The results showed that the best treatment was achieved using 500 g of Azolla Microphylla with a retention time of 14 days, reducing the BOD concentration to 148 mg/L with a removal efficiency of 67%, while the COD concentration decreased to 515.2 mg/L with a removal efficiency of 32.9%. Statistical analysis indicated that both plant biomass and retention time had a significant effect on the reduction of BOD and COD ($p < 0.05$). The combination of phytoremediation and filtration using Azolla Microphylla was effective in reducing BOD and COD concentrations in leachate from Randuagung Landfill. The treated BOD concentration met the applicable wastewater quality standard, whereas the COD concentration remained above the regulatory limit, indicating the need for further treatment. In addition, rainfall infiltration at the time of sampling was identified as one of the factors influencing the initial characteristics of the leachate during the study.

Keywords: *Azolla Microphylla, BOD, COD, Filtration, Leachate, Phytoremediation.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat dan Karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ **EFEKTIVITAS METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI MENGGUNAKAN *AZOLLA MICROPHYLLA* DALAM MENURUNKAN BOD DAN COD PADA AIR LINDI TERENCERKAN DI TPA RANDUAGUNG, KABUPATEN MALANG** ”.

Penyusun tugas akhir ini tidak terlepas dari pihak yang dengan tulus memberikan dorongan dan bimbingan. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada sumber segala kasih dan karunia, sumber pengetahuan, sumber inspirasi, sumber kekuatan, sumber sukacita selama proses penulisan skripsi ini. Dialah Allah Bapa, Putra dan Roh kudus, yang menyertai penulis dalam berbagai hal dan memberikan semua nya indah pada waktu-Nya.
2. Seluruh jajaran pimpinan Institut Teknologi Nasional Malang (ITN) Malang yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk menempuh pendidikan.
3. Ibu Anis Artiyani, S.T., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Candra Dwi Ratna ST., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, masukan dan nasihat yang sangat bermanfaat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
5. Bapak Dr. Hardianto, ST., MT selaku Dosen Penguji I dan Ibu Vitha Rachmawati, ST., MT selaku Dosen Penguji II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu serta dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Terima kasih kepada Opa Lao Lede, BA dan Oma Helena Lado, yang telah mendampingi, menyayangi, dan memberikan doa serta dukungan kepada penulis sejak kecil hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi. Terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dan pengorbanan yang tidak ternilai selama perjalanan hidup penulis.
8. Kedua orang tua tercinta saya Bapak Johny Marthin Here Manutede dan Ibu Afliani Lede, S. AP yang senantiasa memberikan doa, kasih sayanng, dukungan, perhatian serta pengorbanan yang tiada henti kepada penulis. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan motivasi bagi penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini dengan baik.
9. Kepada Dayat, sebagai sosok yang senantiasa menemani penulis dalam setiap proses perjalanan perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran, perhatian, dukungan, semangat dan waktu yang selalu diberikan, serta telah menjadi tempat berbagi cerita dalam suka maupun duka.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, maka dari itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan peneliti selanjutnya. Demikian proposal tugas akhir ini disusun, semoga dapat bermanfaat di kemudian hari.

Malang, 06 Agustus 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pengolahan Sampah.....	7
2.2. Profil TPA Randuagung.....	8
2.3. Air Lindi.....	9
2.3.1. Sumber Air Lindi	9
2.3.2. Karakteristik Air Lindi	10
2.3.3. Air Lindi Terencerkan	13
2.3.4. Dampak Pencemaran Air Lindi.....	14
2.3.5. Pengolahan Air Lindi	15
2.4. Fitoremediasi	17
2.5. Filtrasi	20
2.6. Tanaman <i>Azolla Microphylla</i> Sebagai Fitoremediator.....	21
2.7. Aklimatisasi Tanaman	23
2.8. <i>Range Finding Test</i> (RFT).....	24
2.9. Penelitian Terbaru.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27

3.1.	Jenis Penelitian	27
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.3.1.	Alat.....	27
3.3.2.	Bahan.....	27
3.4.	Variabel Penelitian	27
3.5.	Pelaksanaan Penelitian	28
3.5.1.	Pengambilan Sampel.....	28
3.5.2.	Persiapan Media Filter	28
3.5.3.	Aklimatisasi Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	29
3.5.4.	<i>Range Finding Test</i> (RFT).....	30
3.5.5.	Pelaksanaan Penelitian Utama	31
3.6.	Parameter Uji	32
3.6.1.	Pengukuran BOD	32
3.6.2.	Pengukuran COD	33
3.7.	Analisis Data	34
3.7.1.	Analisis Data Deskriptif.....	34
3.7.2.	Analisis Data Statistik.....	34
3.8.	Alat Penelitian	34
3.9.	Diagram Alir Penelitian	37
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1.	Karakteristik Air Lindi Terencerkan	38
4.2.	Hasil Persiapan Media Filter	40
4.3.	Hasil Aklimatisasi Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	41
4.4.	Hasil <i>Range Finding Test</i> (RFT).....	42
4.5.	Analisis Deskriptif.....	44
4.5.1.	Analisis BOD	44
4.5.2.	Analisis COD	47
4.6.	Analisis Statistik.....	50
4.6.1.	Analisis ANOVA Two-Way BOD	50
4.6.2.	Analisis ANOVA Two-Way COD	54

4.7. Pembahasan	57
4.7.1. Penurunan Parameter BOD (Biological Oxygen Demand)	57
4.7.2. Penurunan Parameter COD (Chemical Oxygen Demand).....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Baku Mutu Air Lindi.....	12
Tabel 2. 2 Riview Penelitian Terbaru	25
Tabel 4. 1 Tabel Parameter Air Lindi	39
Tabel 4.2 <i>Range Finding Test</i>	43
Tabel 4. 3 Hasil Penurunan Konsentrasi dan Persentase Penyisihan BOD.....	45
Tabel 4. 4 Hasil Penurunan Konsentrasi dan Persentase Penyisihan COD.....	47
Tabel 4. 5 Hasil Uji Normalitas BOD	50
Tabel 4. 6 Hasil Uji Homogenitas BOD.....	51
Tabel 4. 7 Hasil Uji ANOVA Two-Way	52
Tabel 4. 8 Hasil Uji Tukey Waktu Tinggal dan Massa.....	53
Tabel 4. 9 Hasil uji normalitas COD	54
Tabel 4. 10 Hasil Uji Homogenitas COD.....	55
Tabel 4. 11 Hasil uji ANOVA Two-way	56
Tabel 4. 12 Hasil Uji Tukey Waktu Tinggal dan Massa.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air Lindi Yang Terencerkan di TPA Randuagung	13
Gambar 2. 2 Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	22
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel	28
Gambar 3. 2 400 gram Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	30
Gambar 3. 3 500 gram Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	30
Gambar 3.4 Alat Penelitian	36
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4. 1 Proses Pengambilan Sampel.....	39
Gambar 4. 2 Media Filter	41
Gambar 4.3 Aklimatisasi Tanaman <i>Azolla Microphylla</i>	42
Gambar 4. 4 Tanaman <i>Azolla Microphylla</i> Setelah RFT pada Konsentrasi 10% Air Lindi Terencerkan	43
Gambar 4. 5 Grafik Nilai pH dan Suhu Pada Proses <i>Range Finding Test</i> (RFT) .	43
Gambar 4. 6 Grafik Penurunan Konsentrasi BOD.....	46
Gambar 4. 7 Grafik Persentase Penyisihan BOD.....	46
Gambar 4. 8 Grafik Penurunan Konsentrasi COD.....	49
Gambar 4. 9 Persentase Penyisihan COD	49