

**KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN BAKTERI
AZOSPIRILLUM SP. DALAM BIOFERMENTASI AIR LINDI
MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR**

SKRIPSI



Oleh :

SALSABILA PUSPITA WULANDARI

NPM 21034010087

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

2025

**KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN BAKTERI
AZOSPIRILLUM SP. DALAM BIOFERMENTASI AIR LINDI
MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

SALSABILA PUSPITA WULANDARI

NPM. 21034010087

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN BAKTERI
AZOSPIRILLUM SP. DALAM BIOFERMENTASI AIR LINDI
MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR**

Disusun Oleh:


Salsabila Puspita Wulandari
NPM. 21034010087

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Syadzadhiva Oothrunada Zakiyavasin Nisa', ST., MT.
NIP./NPT. 21219940930296

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

**KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN BAKTERI
AZOSPIRILLUM SP. DALAM BIOFERMENTASI AIR LINDI
MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR**

Disusun Oleh:

Salsabila Fuspita Wulandari

NPM. 21034010087

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Lingkar *Journal of Enviromental Engineering* (Terakreditasi Sinta 4)**

Menyetujui,

TIM PENGUJI

1. Ketua

Pembimbing

**Syadzadhiya Oothrunada
Zakiyavasin Nisa', ST., MT.
NIP./NPT. 21219940930296**

**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP./NPT. 19570314 198603 2 001**

2. Anggota

**Raden Kokoh Haryo Putra, ST., MT.
NIP./NPT. 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

**KINETIKA LAJU PERTUMBUHAN BAKTERI
AZOSPIRILLUM SP. DALAM BIOFERMENTASI AIR LINDI
MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR**

Disusun Oleh:

Salsabila Puspita Wulandari

NPM. 21034010087

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 01 Desember 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP./NPT. 19570314 198603 2 001

Raden Kekoh Harjo Putro, ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Salsabila Puspita Wulandari
NPM : 21034010087
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, 28 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Salsabila Puspita Wulandari
NPM. 21034010087

KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Kinetika Laju Pertumbuhan Bakteri *Azospirillum sp.* dalam Biofermentasi Air Lindi Menjadi Pupuk Organik Cair”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinetika pertumbuhan bakteri *Azospirillum sp.* dalam proses biofermentasi, serta memanfaatkan air lindi menjadi pupuk organik cair. Harapannya, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi bidang pertanian agar bisa menggunakan pupuk organik yang lebih ramah lingkungan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Syadzadhiya Qothrunada Zakiyayasin Nisa’, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan penuh kesabaran telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains UPN "Veteran" Jawa Timur, yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berharga selama masa perkuliahan.

5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moril, materil, doa yang tiada henti, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Teman-teman angkatan 2021 khususnya NPM 119 yang selalu kebersamai, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis selama berproses dalam penyusunan skripsi dan penelitian ini.
7. Dya, Syafta, Wilu yang selalu memberikan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
8. Intan, Nabilla, Afifah yang telah menemani dan menjadi teman baik penulis sejak SMP dan selalu memberikan semangat selama penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan saran serta semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap, skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif, tidak hanya bagi penulis sendiri, tetapi juga bagi pembaca serta pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, 21 November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 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.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Lindi.....	5
2.1.1 Karakteristik Air Lindi	5
2.1.2 Parameter Pencemar Air Lindi	6
2.1.3 Baku Mutu Air Lindi.....	8
2.2 Pupuk Organik Cair.....	10
2.2.1 Proses Fermentasi Pupuk Organik Cair	11
2.2.2 Persyaratan Kandungan Pupuk Organik Cair	11
2.3 Bakteri Penambat Nitrogen	12
2.3.1 Bakteri <i>Azospirillum sp.</i>	15
2.4 Fermentasi Anaerobik	15
2.4.1 Fase Pertumbuhan Bakteri	17
2.4.2 Kinetika Laju Pertumbuhan Bakteri	19
2.5 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Kerangka Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.2.1 Alat Penelitian.....	26
3.2.2 Bahan Penelitian.....	26
3.3 Cara Kerja	26

3.3.1	Pembuatan Reaktor	26
3.3.2	Prosedur Kerja.....	27
3.4	Variabel	31
3.4.1	Variabel Terikat	31
3.4.2	Variabel Bebas.....	32
3.4.3	Variabel Kontrol	32
3.5	Analisis.....	32
3.5.1	Analisis Laboratorium.....	32
3.5.2	Analisis Kinetika Laju Pertumbuhan Bakteri	32
3.6	Matriks Penelitian	34
3.6.1	Uji Kadar C-Organik sebagai Substrat.....	34
3.6.2	Uji Konsentrasi Biomassa	34
3.6.3	Analisis Sifat Fisik Air Lindi Hasil Fementasi	35
3.7	Jadwal Kegiatan	35
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Penelitian	36
4.1.1	Hasil Karakteristik Awal Air Lindi.....	36
4.1.2	Hasil Fermentasi.....	36
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Analisis Kinetika Pertumbuhan Bakteri dengan Persamaan Monod.....	40
4.2.2	Analisis Sifat Fisik Air Lindi Hasil Fermentasi	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA.....	49
	LAMPIRAN.....	55
	LAMPIRAN A HASIL ANALISIS.....	56
	LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....	57
	LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN.....	76
	LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Lindi	9
Tabel 2.2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik.....	12
Tabel 2.3 Persyaratan Teknis Minimal Bakteri pada Pupuk	14
Tabel 3.1 Matriks Uji Kadar C-Organik.....	34
Tabel 3. 2 Matriks Uji Konsentrasi Biomassa.....	34
Tabel 3.3 Sifat Fisik Warna dan Aroma Air Lindi Hasil Fermentasi	35
Tabel 3.4 Jadwal Kegiatan	35
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Air Lindi	36
Tabel 4.2 Kadar C-Organik Setiap Saat (CA).....	37
Tabel 4.3 Konsentrasi Biomassa Setiap Saat (CC)	39
Tabel 4.4 Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi dan Konstanta Monod	42
Tabel 4.5 Laju Pertumbuhan Bakteri (rC)	44
Tabel 4.6 Analisis Sifat Fisik Warna Air Lindi Hasil Fermentasi	46
Tabel 4.7 Analisis Sifat Fisik Aroma Air Lindi Hasil Fermentasi	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme	18
Gambar 2.2 grafik evaluasi konstanta persamaan Monod metode (a)	21
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	25
Gambar 3.2 Reaktor Biofermentasi.....	27
Gambar 3.3 Kultur murni bakteri <i>Azospirillum sp.</i>	29
Gambar 3.4 Susunan Reaktor.....	30
Gambar 3.5 Grafik evaluasi konstanta persamaan Monod metode (a)	33
Gambar 4.1 Grafik penurunan kadar C-Organik.....	37
Gambar 4.2 Grafik peningkatan konsentrasi biomassa.....	39
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara $\ln(CA_0/CA)/\ln(Cc/Cc_0)$ dengan $t_b/\ln(Cc/Cc_0)$	41

ABSTRAK

Kinetika Laju Pertumbuhan Bakteri *Azospirillum sp.* dalam Biofermentasi Air Lindi Menjadi Pupuk Organik Cair

Air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) mengandung senyawa organik, anorganik, serta logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinetika pertumbuhan bakteri *Azospirillum sp.* dalam proses biofermentasi air lindi serta mengevaluasi karakteristik pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan. Proses fermentasi dilakukan selama 8 hari dengan variasi volume penambahan bakteri (4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml) dan pengujian konsentrasi bakteri menggunakan metode *Mixed Liquor Volatile Suspended Solids* (MLVSS). Parameter yang dianalisis meliputi kadar C-organik dan konsentrasi bakteri. Hasil penelitian menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri yang signifikan, dengan laju pertumbuhan mengikuti persamaan Monod berdasarkan perhitungan konstanta kecepatan reaksi (k) dan konstanta Monod (C_M). Kandungan C-organik mengalami penurunan seiring waktu, sedangkan kadar nitrogen, fosfor, dan kalium meningkat hingga memenuhi standar pupuk organik cair. Dengan demikian, biofermentasi air lindi menggunakan *Azospirillum sp.* dapat menurunkan tingkat pencemar sekaligus menghasilkan POC yang layak digunakan sebagai pupuk organik ramah lingkungan.

Kata kunci: air lindi, biofermentasi, *Azospirillum sp.*, pupuk organik cair, kinetika pertumbuhan.

ABSTRACT

Growth Rate Kinetics of Azospirillum sp. in Leachate Biofermentation for the Production of Liquid Organic Fertilizer

Leachate generated from landfill sites contains organic compounds, inorganic substances, and heavy metals that pose a risk of environmental pollution. This study aims to analyze the growth kinetics of Azospirillum sp. during the biofermentation of leachate and to evaluate the characteristics of the resulting liquid organic fertilizer (LOF). The fermentation process was carried out for 8 days with varying bacterial inoculum volumes (4 ml, 6 ml, 8 ml, and 10 ml), and bacterial concentration was measured using the Mixed Liquor Volatile Suspended Solids (MLVSS) method. The analyzed parameters included organic carbon content and bacterial concentration. The results revealed significant bacterial growth, with growth rates following the Monod model based on reaction rate constants (k) and Monod constant (C_M). Organic carbon concentration decreased over time, while nitrogen, phosphorus, and potassium levels increased, meeting the quality standards of liquid organic fertilizer. Therefore, the biofermentation of leachate with Azospirillum sp. effectively reduces pollutants and produces environmentally friendly as an organic to chemical fertilizers.

Keywords: *leachate, biofermentation, Azospirillum sp., liquid organic fertilizer, growth kinetics.*