

**VARIASI EKOENZIM DAN *Pistia stratiotes* (L.) SEBAGAI AGEN
REMEDIASI LIMBAH CAIR BATIK
(STUDI KASUS: SENTRA BATIK GIRILOYO)**

Usulan Penelitian untuk Tesis S-2
Program Studi Ilmu Lingkungan



diajukan oleh

Aprillia Tika Purwaningrum

23/512508/PMU/11433

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA

2025



TESIS

VARIASI EKOENZIM DAN *Pistia stratiotes* (L.) SEBAGAI AGEN REMEDIASI LIMBAH CAIR BATIK (STUDI KASUS : SENTRA BATIK GIRILOYO)

dipersiapkan dan disusun oleh
Aprillia Tika Purwaningrum
23/512508/PMU/11433

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal ...2.5.AUG 2025

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

Prof. Ir. Suryo Purwono, M.A.Sc., Ph.D.,
IPU, ASEAN Eng., ACPE.

Anggota Dewan Penguji lain

Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S.

Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. rer. nat. Andhika Puspito Nugroho, S.Si., M.Si. Siti Nurleily Marlina, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar master
Tanggal2.8.AUG 2025
Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Ig. Setyawan Purnama, M.Si.
NIP 196608311992031001

Mengetahui,
Wakil Dekan Bidang Akademik,
Kemahasiswaan, dan Kerja Sama
Sekolah Pascasarjana UGM

Prof. Dr. Ir. Widyanto Dwi Nugroho, S.Hut., M.Agr.
NIP. 197804192002121004

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprillia Tika Purwaningrum

NIM : 23/512508/PMU/11433

Tahun Terdaftar : 2023

Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan

Fakultas/Sekolah : Sekolah Pascasarjana

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah tesis ini tidak terdapat bagian 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 lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tesis ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, Agustus 2025



Aprillia Tika Purwaningrum

23/512508/PMU/11433

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis masih diberikan kesempatan menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Variasi Ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.) Sebagai Agen Remediasi Limbah Cair Batik (Studi Kasus : Sentra Batik Giriloyo)” dapat terselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar *Master of Science* pada Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.

Penulis menyadari dalam proses penulisan tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu, mengarahkan, dan membimbing penulis dalam penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada;
2. Prof. Ig. L. Setyawan Purnama, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada;
3. Prof. Ir. Suryo Purwono, M.A.Sc., Ph.D, IPU, ASEAN Eng., ACPE. dan Prof. Dr. rer. nat. Andhika Puspito Nugroho, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memotivasi, membimbing, serta memberikan arahan dan masukan dalam proses penulisan tesis sehingga dapat selesai dengan baik;
4. Prof. Dr. Endang Tri Wahyuni, M.S. dan Siti Nurleily Marlina, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dan perbaikan dan penyempurnaan tesis;
5. Keluarga penulis, terkhusus untuk kedua orang tua saya, Bapak Agus Supriyadi dan Ibu Almh. Tri Endarti, S.Pd. serta bude Saya Ibu Suprapti yang telah memberikan dukungan, motivasi, doa kepada penulis selama perkuliahan dan penyusunan tesis;
6. Seluruh Dosen Program Studi Magister Ilmu Lingkungan yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis;

7. Seluruh staff akademik Program Studi Magister Ilmu Lingkungan yang telah membantu dalam hal administrasi selama masa perkuliahan penulis;
8. Ketua Pengelola Industri Batik Giriloyo dan stafnya serta masyarakat Padukuhan Wukirsari yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses pengambilan data tesis penulis;
9. Teman-teman MIL, terkhusus MIL 23 Ganjil yang selalu memberikan motivasi, bantuan, dan semangat kepada penulis selama masa perkuliahan;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Agustus 2025



Aprillia Tika Purwaningrum

ABSTRAK

Limbah cair batik di Giriloyo mengandung zat warna sintesis, logam berat, zat organik, dan padatan tersuspensi yang memiliki potensi merusak lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pengolahan limbah cair batik menggunakan ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.) di Sentra Batik Giriloyo, menganalisis pengaruh pengolahan limbah cair batik menggunakan ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.) terhadap pertumbuhan dan kondisi fisiologi *Pistia stratiotes* (L.), mengkaji persepsi masyarakat di Sentra Batik Giriloyo terhadap pengolahan limbah cair batik menggunakan ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.).

Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan RAL dan survei. Perlakuan mencakup antara variasi volume ekoenzim (10 ml, 20 ml) dan biomassa kayu apu (50 g, 60 g). Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi BOD, COD, TDS, TSS, krom total, pH, suhu, dan warna. Pertumbuhan *Pistia stratiotes* (L.) yang diamati meliputi pengukuran berat basah dan kering serta pengamatan warna daun. Pengetahuan masyarakat dikaji melalui wawancara dan kuesioner.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas variasi ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.) sebagai agen remediasi limbah cair batik mengalami penurunan pada parameter BOD sebesar 72-90%, COD sebesar 78-93%, TDS sebesar 74-85%, TSS sebesar 68-86%, dan pH menjadi netral. Parameter suhu dan warna meningkat. Tidak terjadi penurunan krom total. Perlakuan *Pistia stratiotes* (L.) 60 gram memberikan efektivitas penurunan paling tinggi. Tanaman *Pistia stratiotes* (L.) diaplikasikan selama 9 hari masih hidup, meskipun menunjukkan perubahan warna daun menjadi menguning dan peningkatan biomassa tanaman. Pengetahuan masyarakat di Sentra Batik Giriloyo terkait pengolahan limbah cair batik menggunakan ekoenzim dan *Pistia stratiotes* (L.) masih sangat terbatas.

Kata kunci : Giriloyo, limbah cair batik, remediasi, ekoenzim, *Pistia stratiotes* (L.).

ABSTRACT

Batik wastewater in Giriloyo contains synthetic dyes, heavy metals, organic substances, and suspended solids that have the potential to damage the environment if not treated first. This study aims to examine the effectiveness of treating batik wastewater using ecoenzymes and *Pistia stratiotes* (L.) at the Giriloyo Batik Center, analyze the effect of batik wastewater treatment using ecoenzymes and *Pistia stratiotes* (L.) on the growth and physiological condition of *Pistia stratiotes* (L.), and examine the perception of the community at the Giriloyo Batik Center regarding batik wastewater treatment using ecoenzymes and *Pistia stratiotes* (L.).

The methods used were experiments with RAL and surveys. The treatments included variations in ecoenzyme volume (10 ml, 20 ml) and water hyacinth biomass (50 g, 60 g). The water quality parameters analyzed included BOD, COD, TDS, TSS, total chromium, pH, temperature, and color. The growth of *Pistia stratiotes* (L.) observed included measurements of wet and dry weight and observation of leaf color. Community knowledge was assessed through interviews and questionnaires.

The results showed that the effectiveness of the ecoenzyme and *Pistia stratiotes* (L.) variations as batik wastewater remediation agents decreased in the parameters of BOD by 72-90%, COD by 78-93%, TDS by 74-85%, TSS by 68-86%, and pH to neutral. The temperature and color parameters increased. There was no decrease in total chromium. Treatment with 60 grams of *Pistia stratiotes* (L.) provided the highest reduction effectiveness. The *Pistia stratiotes* (L.) plants applied for 9 days were still alive, although they showed a change in leaf color to yellow and an increase in plant biomass. The knowledge of the community in the Giriloyo Batik Center regarding the treatment of batik wastewater using ecoenzymes and *Pistia stratiotes* (L.) is still very limited.

Keywords: Giriloyo, batik wastewater, remediation, eco-enzyme, *Pistia stratiotes* (L.).

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 MANFAAT PENELITIAN	5
1.5 KEASLIAN PENELITIAN	6
BAB II TINJAUAN DAN TELAAH PUSTAKA	18
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1.1. Sentra Batik Giriloyo	18
2.1.2. Limbah Cair Industri Batik	20
2.1.3. REMEDIASI.....	24
2.1.4. EKOENZIM	25
2.1.5. Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i> (L.)	27
2.1.6. Pertumbuhan Tanaman	31
2.2 KERANGKA BERPIKIR.....	33
2.3 HIPOTESIS	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	37
3.2.1. Alat Penelitian	37
3.2.2. Bahan Penelitian	38

3.3	Pengumpulan Data	39
3.3.1.	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	39
3.3.2.	Variabel Penelitian.....	40
3.3.3.	Pengambilan Sampel Air Limbah Batik.....	40
3.3.4.	Pengambilan Sampel Pengetahuan Masyarakat.....	41
3.3.5.	Aklimatisasi Tanaman <i>Pistia stratiotes</i> (L.)	41
3.3.6.	Pembuatan Ekoenzim	42
3.3.7.	Pengujian dan Pengukuran Karakteristik Air Limbah Batik (Aplikasi).....	43
3.3.8.	Pengamatan Parameter Pertumbuhan dan Fisiologis Tanaman Kayu Apu.....	44
3.4	Metode Analisis Data.....	44
3.4.1.	Analisis Efektivitas Remediasi Limbah Cair Batik	44
3.4.2.	Analisis Sampel Pengetahuan Masyarakat.....	45
3.4.3.	Uji Statistik	45
3.5	Penyajian Data.....	46
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Karakteristik Awal Limbah Cair Batik.....	47
4.2	Efektivitas Pengolahan Limbah.....	49
4.2.1.	Perlakuan Ekoenzim	50
	Kesesuaian dengan Baku Mutu	71
4.3.2	Kondisi Fisiologis Warna Daun Tanaman Kayu Apu.....	76
4.4	Pengetahuan masyarakat terhadap metode pengolahan limbah batik di Sentra Batik Giriloyo menggunakan ekoenzim dan <i>Pistia stratiotes</i> (L.).....	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	82
	DAFTAR PUSTAKA	83
	LAMPIRAN PENELITIAN	90

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Keaslian Penelitian	7
Tabel 3-1 Alat yang digunakan dalam penelitian	38
Tabel 3-2 Bahan yang digunakan dalam penelitian	39
Tabel 3-3 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	39
Tabel 3-4 Parameter uji limbah cair batik.....	44
Tabel 4-1 Hasil uji awal karakteristik limbah cair batik (parameter kimia)	47
Tabel 4-2 Hasil uji awal karakteristik limbah cair batik (parameter fisik)	48
Tabel 4-3 Uji statistik two way anova terhadap parameter BOD5	63
Tabel 4-4 Uji lanjut Tukey volume ekoenzim	64
Tabel 4-5 Uji statistik friedman terhadap parameter COD	65
Tabel 4-6 Uji statistik two way anova terhadap parameter TDS	65
Tabel 4-7 Uji lanjut Tukey terhadap volume ekoenzim.....	66
Tabel 4-8 Uji lanjut Tukey terhadap biomassa kayu apu.....	67
Tabel 4-9 Uji statistik friedman terhadap parameter TSS.....	67
Tabel 4-10 Nilai krom total.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4-11 Uji statistik two way anova terhadap parameter suhu	68
Tabel 4-12 Uji lanjut Tukey biomassa kayu apu	68
Tabel 4-13 Uji statistik two way anova terhadap parameter pH.....	69
Tabel 4-14 Uji lanjut Tukey volume ekoenzim terhadap parameter pH.....	70
Tabel 4-15 Uji lanjut Tukey biomassa kayu apu terhadap parameter pH.....	70
Tabel 4-16 Hasil uji akhir karakteristik limbah cair batik (parameter kimia).....	71
Tabel 4-17 Hasil uji akhir karakteristik limbah cair batik (parameter fisik).....	71
Tabel 4-18 Hasil Uji statistik two way anova Berat Basah (BB) tanaman kayu apu	73
Tabel 4-19 Hasil uji statistik Berat Kering (BK) tanaman kayu apu	75
Tabel 4-20 Pengamatan faktor lingkungan selama 9 hari.....	76
Tabel 4-21 Pengamatan kondisi fisik warna daun kayu apu.....	77
Tabel 4-22 Karakteristik Responden.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kampung Batik Giriloyo.....	18
Gambar 2. Proses produksi batik	20
Gambar 3. Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Batik	21
Gambar 4. Baku mutu parameter warna	22
Gambar 5. Mekanisme fitoremediasi	25
Gambar 6. Tanaman Kayu Apu	28
Gambar 7. Mekanisme <i>Pistia stratiotes</i> (L.) dalam penyerapan logam.....	30
Gambar 8. Kerangka berpikir.....	34
Gambar 9. Alur rencana tahapan penelitian.....	36
Gambar 10. Peta lokasi penelitian industri batik di Dusun Giriloyo, Karang Kulon, Wukirsari, Kec. Imogiri, Kab. Bantul.....	37
Gambar 11. Sampel air limbah batik.....	47
Gambar 12 Diagram penurunan nilai BOD5, COD, TDS, TSS.....	50
Gambar 13 Diagram efisiensi penurunan nilai BOD5	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14 Diagram efisiensi penurunan nilai COD	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15 Diagram efisiensi penurunan nilai TDS	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16 Diagram efisiensi penurunan nilai TSS.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17 Diagram penurunan nilai suhu dan pH.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18 Diagram penurunan nilai warna	Error! Bookmark not defined.
Gambar 19 Diagram rata-rata berat basah tanaman kayu apu	73
Gambar 20 Diagram rata-rata berat kering tanaman kayu apu	74
Gambar 21. Kondisi warna daun tanaman kayu apu yang mengalami klorosis ...	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji RFT	90
Lampiran 2 Hasil efisiensi penurunan parameter limbah cair batik	91
Lampiran 3 Uji Statistik Parameter BOD5, COD, TDS, TSS, Suhu, pH	93
Lampiran 4 Uji Statistik Berat Basah dan Berat Kering	95
Lampiran 5 Dokumentasi Kegiatan	96
Lampiran 6 Hasil Uji Awal Karakteristik Limbah Cair Batik di Giriloyo	97
Lampiran 7 Hasil Uji Akhir Karakteristik Limbah Cair Batik di Giriloyo.....	124

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Batik merupakan kekayaan budaya Indonesia yang diakui oleh UNESCO dan populer di kalangan konsumen lokal maupun internasional (Hidayat *et al.*, 2020). Penghasil batik tersebar di berbagai wilayah, salah satunya Daerah Istimewa Yogyakarta. Sentra batik yang terkenal adalah Sentra Batik Giriloyo, Kabupaten Bantul yang terdiri dari tiga Padukuhan yaitu Padukuhan Giriloyo, Padukuhan Karang Kulon, dan Padukuhan Cengkehan (Rahmadanti *et al.*, 2024). Terdapat dampak positif dan negatif dalam pembuatan batik. Dampak positif berupa sumber penghasilan bagi warga sekitar. Menurut Kementerian Perindustrian (2024), industri tekstil dan produk tekstil termasuk sektor unggulan manufaktur yang membantu meningkatkan devisa negara. Batik memberikan keuntungan ekonomi bagi Indonesia dan menarik minat masyarakat internasional. Dalam pembuatan batik, limbah cair dihasilkan dari beberapa tahap, meliputi proses pencucian awal kain (*clear starch*), pewarnaan kain (*dyeing*), dan pelepasan malam (lilin) dengan merebus kain dalam air mendidih (*wax removal*) (Sari *et al.*, 2018).

Di dalam air limbah hasil produksi batik mengandung zat pewarna sintesis, logam berat (Cu, Fe, Zn, Pb, dan Cr), resin, lilin, silikat, surfaktan, dan padatan tersuspensi (Birgani *et al.*, 2016; Daud *et al.*, 2022; Qomariyah *et al.*, 2024). Proses pewarnaan pada Sentra Batik Giriloyo masih menggunakan pewarna sintesis naphthol. Menurut Apriyani (2018), pada proses pengolahan kain dan pewarnaan berpotensi meningkatkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada air limbah. Hal tersebut menunjukkan tingginya kandungan senyawa organik pada air yang berhubungan dengan kemurnian air. Pada kondisi tersebut, apabila limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan, maka dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air tanah, berkurangnya cadangan air bersih serta menimbulkan penyakit pada warga sekitar. Menurut Sari *et al.* (2014), limbah yang langsung dibuang ke badan air maupun ke lingkungan, maka menyebabkan penurunan kualitas lingkungan dan kerusakan

ekosistem. Perlunya dilakukan pengolahan limbah cair batik tersebut agar sesuai baku mutu air limbah batik yang tertera pada PERDA DIY No. 7 Tahun 2016 dan No P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 sehingga meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah melakukan remediasi untuk pengolahan limbah tersebut. Pengolahan limbah yang diterapkan adalah biologis. Diharapkan mengolah air limbah dengan sangat efisien dan murah serta aman dari sudut pandang kesehatan dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Ekoenzim adalah larutan organik yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan organik, gula molase, dan air (Low *et al.*, 2021). Sampah organik seperti sampah kulit buah dan sayur merupakan contoh bahan organik yang digunakan dalam fermentasi ekoenzim. Pemanfaatan sampah organik ini menjadi upaya untuk mengurangi jumlah sampah organik di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Kemampuan ekoenzim dalam yang memecah bahan organik yang kompleks menjadi bentuk lebih sederhana. Ekoenzim yang berperan sebagai biokatalis yang mempercepat degradasi polutan organik (Das *et al.*, 2024). Dalam ekoenzim terdapat enzim diantaranya enzim amilase, lipase, dan protease berperan mempercepat peruraian karbohidrat, lemak, dan protein yang terdapat pada limbah (Widyastuti *et al.*, 2023). Menurut penelitian Das *et al.*, (2024), berkaitan dengan potensi pengolahan air limbah tekstil dengan ekoenzim bahwa air limbah tekstil menunjukkan penurunan BOD 80-85%, penurunan COD 81-85% , penurunan TDS 35-37%, penurunan TSS 55-60%, substansial pengurangan pH, dan peningkatan kandungan oksigen terlarut (DO) setelah 100 jam perawatan.

Di sisi lain, pengolahan limbah dilakukan dengan cara memanfaatkan tanaman yang disebut fitoremediasi. Keunggulan mengolah limbah menggunakan tanaman ini antara lain ramah lingkungan, mudah didapat, mudah diaplikasikan, dan mudah dikendalikan (Ramadhan *et al.*, 2017). Menurut Ningsih *et al.* (2014), fitoremediasi yaitu metode penggunaan tanaman untuk menghilangkan atau memecahkan bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan. Tanaman bersifat hipotoleran yang memiliki potensi sebagai agen fitoremediator. Artinya tanaman tersebut dapat hidup di lingkungan tercemar yang