

**“FITOREMEDIASI MONOKULTUR DAN POLIKULTUR TANAMAN
COONTAIL (*Ceratophyllum demersum*) DAN PAKIS LIDAH KOLAM
(*Leptochilus pteropus*) TERHADAP PENURUNAN KADAR *CADMIUM* (Cd)
PADA LIMBAH CAIR BATIK *HOME INDUSTRY* X DI SURABAYA”**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi
Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

Ummu Khoirun Nisa'

NIM 09020522044

Dosen Pembimbing:

Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL.

Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Ummu Khoirun Nisa'

NIM : 09020522044

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "Fitoremediasi Monokultur dan Polikultur Tanaman Coontail (*Ceratophyllum demersum*) dan Pakis Lidah Kolam (*Leptochilus pteropus*) Terhadap Penurunan Kadar *Cadmium* (Cd) Pada Limbah Cair Batik *Home Industry X* di Surabaya". Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan Tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Juni 2026

Yang Menyatakan



(Ummu Khoirun Nisa')

NIM 09020522044

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

Nama : Ummu Khoirun Nisa'

NIM : 09020522044

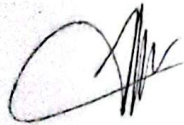
Judul : Fitoremediasi Monokultur dan Polikultur Tanaman Coontail
(*Ceratophyllum demersum*) dan Pakis Lidah Kolam (*Leptochilus pteropus*)
Terhadap Penurunan Kadar *Cadmium* (Cd) Pada Limbah Cair Batik *Home Industry X* di Surabaya

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 19 Juni 2026

Pembimbing I

Pembimbing II



Dedy Suprayogi, S.KM., M.KL

NIP. 198512112014031002



Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T

NIP. 198705022023211021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Oleh,

Nama : Ummu Khoirun Nisa'

NIM : 09020522044

Judul : Fitoremediasi Monokultur dan Polikultur Tanaman Coontail (*Ceratophyllum demersum*) dan Pakis Lidah Kolam (*Leptochilus pteropus*) Terhadap Penurunan Kadar Cadmium (Cd) Pada Limbah Cair Batik Home Industry X di Surabaya

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Surabaya, 19 Juni 2026

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Dosen Penguji I



Dedy Supravogi, S.KM, M.KL

NIP. 198512112014031102

Dosen Penguji II



Ir. Teguh Taruna Utama, S.T., M.T.

NIP. 198705022023211021

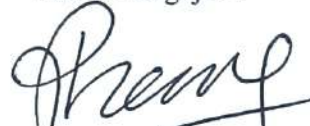
Dosen Penguji III



Amrullah, M.Ag

NIP. 197309032006041001

Dosen Penguji IV



Dr. Rhenny Ratnawati, S.T., M.T

NIP. 198705272025052001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M. Pd

NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : UMMU KHOIRUN NISA'
NIM : 09020522044
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : 09020522044@student.uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul:

Fitoremediasi Monokultur dan Polikultur Tanaman Coontail (*Ceratophyllum*
Demersum) dan Pakis Lidah Kolan (*Leptochilus Pteropus*) Terhadap Penurunan
Kadar Cadmium (Cd) Pada Limbah Cair Batik Home Industry X di Surabaya.

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juni 2026

Penulis



(UMMU KHOIRUN NISA')

ABSTRAK

Industri batik menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung logam berat, salah satunya cadmium (Cd). Berdasarkan hasil uji pendahuluan, kadar Cd pada limbah cair Batik *Home Industry X* di Surabaya sebesar 0,21 mg/L, melebihi baku mutu yang ditetapkan sebesar 0,05 mg/L. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas fitoremediasi menggunakan tanaman coontail (*Ceratophyllum demersum*) dan pakis lidah kolam (*Leptochilus pteropus*) dengan sistem monokultur dan polikultur dalam menurunkan kadar Cd pada limbah cair batik. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan sistem batch selama 12 hari dengan pengamatan pada hari ke-0, 4, 8, dan 12. Parameter utama yang dianalisis adalah konsentrasi Cd menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), sedangkan parameter pendukung meliputi pH, suhu, intensitas cahaya, dan perubahan morfologi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mampu menurunkan kadar Cd. Efisiensi removal tertinggi diperoleh pada perlakuan monokultur pakis lidah kolam sebesar 98,82%, diikuti polikultur sebesar 84,67% dan monokultur coontail sebesar 79,23%. Penurunan konsentrasi Cd meningkat seiring bertambahnya waktu kontak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakis lidah kolam memiliki potensi paling tinggi sebagai agen fitoremediasi untuk menurunkan kadar Cd pada limbah cair batik.

Kata kunci: *Ceratophyllum demersum*, fitoremediasi, kadmium (Cd), *Leptochilus pteropus*, limbah cair batik

ABSTRACT

*The batik industry generates wastewater that has the potential to pollute the environment due to the presence of heavy metals, one of which is cadmium (Cd). Based on preliminary testing, the Cd concentration in the wastewater of Batik Home Industry X in Surabaya was 0.21 mg/L, exceeding the established quality standard of 0.05 mg/L. This study aimed to analyze the effectiveness of phytoremediation using coontail (*Ceratophyllum demersum*) and Java fern (*Leptochilus pteropus*) in monoculture and polyculture systems for reducing Cd levels in batik wastewater. The research was conducted experimentally using a batch system for 12 days, with observations carried out on days 0, 4, 8, and 12. The main parameter analyzed was Cd concentration measured using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method, while supporting parameters included pH, temperature, light intensity, and plant morphological changes. The results showed that all treatments were capable of reducing Cd concentrations. The highest removal efficiency was achieved by the monoculture treatment of *Leptochilus pteropus* at 98.82%, followed by the polyculture treatment at 84.67% and the monoculture treatment of *Ceratophyllum demersum* at 79.23%. The reduction in Cd concentration increased with longer contact time. The findings indicate that *Leptochilus pteropus* has the greatest potential as a phytoremediation agent for reducing Cd levels in batik wastewater.*

*Keywords: batik wastewater; cadmium (Cd), *Ceratophyllum demersum*, *Leptochilus pteropus*, phytoremediation*

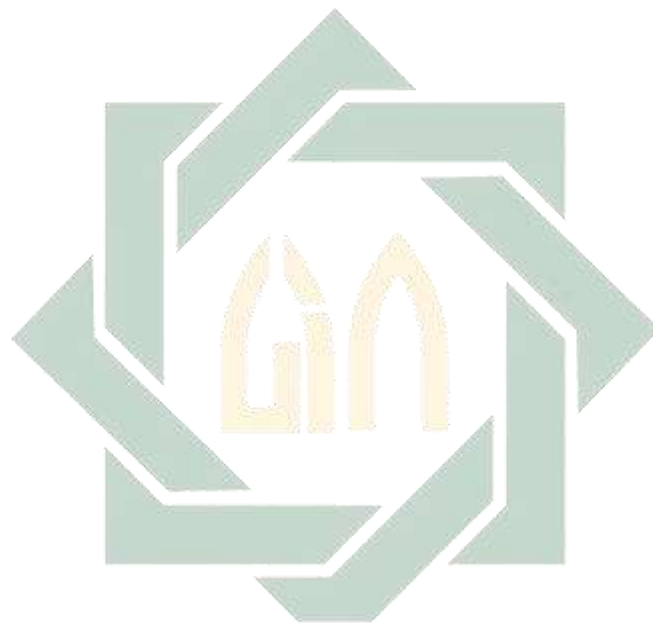
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Fitoremediasi.....	7
2.1.1 Jenis Fitoremediasi.....	7
2.1.2 Keunggulan dan Keterbatasan Fitoremediasi.....	11
2.2 Aklimatisasi.....	11

2.3 Tanaman Hiperakumulator	12
2.4 Pencemaran Air	13
2.5 Air Limbah	14
2.5.1 Air Limbah Batik	14
2.5.2 Karakteristik dan Parameter Air Limbah	18
2.5.3 Baku Mutu Air Limbah	21
2.6 Monokultur dan Polikultur	21
2.7 Logam Berat	22
2.7.1 Logam Berat Cadmium (Cd)	22
2.8 Agen Fitoremediasi	23
2.8.1 Coontail (<i>Ceratophyllum demersum</i>)	24
2.8.2 Pakis Lidah Kolam (<i>Leptochilus pteropus</i>)	25
2.9 Kriteria Tanaman Sehat dan Tidak Sehat	26
2.10 Sistem <i>Batch</i>	27
2.11 Nilai Efisiensi	27
2.12 Integrasi Keislaman	28
2.13 Penelitian Terdahulu	32
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Rancangan Penelitian	38
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.3.1 Alat	39
3.3.2 Bahan	39
3.4 Variabel Penelitian	40
3.5 Kerangka Pikir Penelitian	40
3.6 Tahapan Penelitian	41

3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian.....	43
3.6.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian	43
3.6.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan Penelitian	49
3.7 Analisis Data	49
3.7.1 Metode Deskriptif	50
3.7.2 Metode Statistik	50
3.8 Hipotesis Penelitian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Persiapan Penelitian	53
4.1.1 Aklimatisasi Tanaman	53
4.1.2 Uji <i>Range Finding Test</i> (RFT)	59
4.2 Pelaksanaan Penelitian	62
4.2.1 Uji Fitoremediasi.....	62
4.2.2 Pengukuran pH.....	74
4.2.3 Pengukuran Suhu	76
4.2.4 Pengukuran Intensitas Cahaya	78
4.3 Hasil Uji Penurunan Logam Cadmium (Cd).....	79
4.5 Efisiensi Removal Tanaman Terhadap Penurunan Cadmium (Cd).....	84
4.6 Analisis Perbedaan Variasi Tanaman dan Waktu Kontak Terhadap Penurunan Kadar Cadmium (Cd).....	91
BAB V PENUTUP.....	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	105
Lampiran 1. <i>Adminitrasi</i>	105

Lampiran 2. <i>Data dan Analisis</i>	114
Lampiran 3. <i>Dokumentasi Penelitian</i>	124



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keunggulan dan Keterbatasan Fitoremediasi	11
Tabel 2. 2 Karakteristik Limbah Cair Batik Berdasarkan Penelitian Terdahulu ..	19
Tabel 2. 3 Baku Mutu Logam Cadmium (Cd).....	21
Tabel 2. 4 Kriteria Tanaman Sehat dan Tidak Sehat.....	26
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu	32
Tabel 3. 1 Pengenceran Uji <i>Range Finding Test</i> (RFT).....	45
Tabel 3. 2 Rancangan Percobaan	46
Tabel 4. 1 Tahap Aklimatisasi.....	55
Tabel 4. 2 Kode Perlakuan Uji <i>Range Finding Test</i> (RFT)	59
Tabel 4. 3 Hasil <i>Range Finding Test</i> (RFT).....	60
Tabel 4. 4 Hasil Uji Fitoremediasi.....	64
Tabel 4. 5 Perubahan Morfologi Tanaman Berdasarkan Lama Waktu Pemaparan	70
Tabel 4. 6 Hasil Uji Konsentrasi Kadmium.....	80
Tabel 4. 7 Efisiensi Removal Logam Kadmium (Cd)	84
Tabel 4. 8 Hasil Akhir Efisiensi Setiap Perlakuan.....	89
Tabel 4. 9 Perbandingan Efisiensi Penyerapan Cd di Berbagai Studi	90

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses dan Fungsi Jenis Fitoremediasi	10
Gambar 2. 2 Skema Pembuatan Batik dan Sumber Limbah	18
Gambar 2. 3 <i>Ceratophyllum demersum</i>	24
Gambar 2. 4 <i>Leptochilus pteropus</i>	26
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian	41
Gambar 3. 2 Diagram Tahapan Penelitian	42
Gambar 3. 3 Reaktor C1 dan C2.....	48
Gambar 3. 4 Reaktor P1 dan P2	48
Gambar 3. 5 Reaktor CP1 dan CP2	48
Gambar 4. 1 Karakteristik Tanaman	54
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji RFT	62
Gambar 4. 3 Grafik Pengukuran pH	75
Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Suhu.....	77
Gambar 4. 5 Grafik Pengukuran Intensitas Cahaya.....	78
Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi Cd Kontrol.....	81
Gambar 4. 7 Grafik Konsentrasi Cd Reaktor Coontail.....	82
Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi Cd Reaktor Pakis Lidah Kolam.....	82
Gambar 4. 9 Grafik Konsentrasi Cd Reaktor Kombinasi	83
Gambar 4. 10 Grafik Efisiensi Removal Reaktor Kontrol	85
Gambar 4. 11 Grafik Efisiensi Removal Reaktor Coontail	86
Gambar 4. 12 Grafik Efisiensi Removal Reaktor Pakis Lidah Kolam	87
Gambar 4. 13 Grafik Efisiensi Removal Reaktor Kombinasi	88
Gambar 4. 14 Hasil Uji Normalitas Penurunan Konsentrasi Cd	92
Gambar 4. 15 Hasil Uji Kruskal Wallis Variasi Tanaman.....	93
Gambar 4. 16 Hasil Uji Kruskal Wallis Variasi Waktu	94

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulwahid, K. D. (2023). Phytoremediation of Cadmium Pollutants in Wastewater by Using Ceratophyllum Demersum L. as an Aquatic Macrophytes. *Water Conservation & Management*. <https://doi.org/http://doi.org/10.26480/wcm.02.2023.83.88>
- Adelia Saputri, Muhammad Suwignyo Prayogo, & Faiqotun Ni'mah. (2025). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Laju Fotosintesis pada Tanaman Bayam (Amaranthus Sp.). *Flora : Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 2(2), 01–13. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i2.312>
- Al-thahaibawi, B. M. H. (2021). Preliminary Assessment of Several Heavy Metal Ions (Fe, Cu, Ni, Zn, Cr, Pb, and Cd) in Water, Sediment, Ceratophyllum demersum, and Potamogeton pectinatus Plants from Marsh Al-Hawizeh, Iraq. *Journal of Water and Environment Technology*, 19(4), 185–197. <https://doi.org/10.2965/jwet.20-160>
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals- Concepts and applications. *Chemosphere*, 91(7), 869–881. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075>
- Aloud, S. S., Alotaibi, K. D., Almutairi, K. F., & Albarakah, F. N. (2022). Assessment of Heavy Metals Accumulation in Soil and Native Plants in an Industrial Environment, Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su14105993>
- Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. In *Media Ilmiah Teknik Lingkungan* (Vol. 3, Issue 1, pp. 21–29). <https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>
- Athiyyatun. (2025). Efektivitas Agen Fitoremediator Hydrilla verticillata (L. f.) Royle dan Pistia stratiotes L Dalam Menurunkan Kadar Cadmium (Cd) Pada Limbah Cair Batik Cap Kebumen.
- Bastiana, A. P., Siswanta, D., & Suherman. (2025). Batik Wastewater Treatment by Using Mono and Polyculture Phytoremediation Utilized Giant Salvinia (Salvinia molesta) and Water Spinach (Ipomoea aquatica). *Molekul*, 20(3),

446–454. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2025.20.3.12164>

- Butarbutar, Y., Simamora, H. A. P., Manik, M. G. P., Napitu, A. T., Rangkuti, M. N. S., & Febriyossa, A. (2024). FITOREMEDIASI LIMBAH RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN TUMBUHAN SEMANGGI AIR (*Marsilea crenata*). *Biogenerasi Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 1405–1411.
- Chauhan, S., Mahawar, S., Jain, D., Udpadhyay, S. K., Mohanty, S. R., Singh, A., & Maharjan, E. (2022). Boosting Sustainable Agriculture by Arbuscular Mycorrhiza under Stress Condition: Mechanism and Future Prospective. *Genetics Research*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5275449>
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*.
- Djoronga, M. I., Pandiangan, D., Kandou, F. E. F., & Tangapo, A. M. (2014). Penapisan Alkaloid Pada Tumbuhan Paku dari Halmahera Utara. *Jurnal MIPA*, 3(2), 102. <https://doi.org/10.35799/jm.3.2.2014.5860>
- Eskani, I. N., carlo, I. de, & Sulaeman, sulaeman. (2006). Efektivitas Pengolahan Air Limbah Batik. In *Jurnal Ilmiah* (pp. 16–27).
- Farias, J. P., Okeke, B. C., Demarco, C. F., Carlos, F. S., da Silva, R. F., da Silva, M. A., Quadro, M. S., Pieniz, S., & Andreazza, R. (2024). Cadmium Contamination in Aquatic Environments: Detoxification Mechanisms and Phytoremediation Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 16(22), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su162210072>
- Fatiha, I. I., Firdhausi, N. F., & Zummah, A. (2025). Potensi Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus radicans*) Terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair Home Industry Batik di Desa Sendang Kabupaten Lamongan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), 176. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i1.14892>
- Haerudin, A., & Atika, V. (2018). *Komposisi Lilin Batik (Malam) Biron untuk Batik Warna Alam Pada Kain Katun dan Sutera*. 35(1), 25–32.
- Hakim, L., Rahayu, A., & Jamilatun, S. (2024). *Pengelolaan Dan Pemanfaatan Biomassa Yang Terkontaminasi Pasca-Fitoremediasi : November*, 89–100.
- Handayani, I. (2013). Efisiensi fitoremediasi pada air terkontaminasi Cu

menggunakan *Salvinia molesta*. *Acta Obstetrica et Gynaecologica Japonica*, 45(9), N-185-"N-188".

Ilmi, T. (2021). *Cara Mengatasi Abang-abangan: Sebuah penyakit tanaman akibat kekurangan nutrisi zinc*. *Elementa Agro Lestari*.

Irawanto, R., & Munandar, A. A. (2017). Kemampuan tumbuhan akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 3(3), : 446-452. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m030325>

Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A., & Aryal, N. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 8(November 2021), 100203. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203>

Kementerian Agama, R. (2026a). *Q.S. Al-A'raf ayat 56*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kementerian Agama, R. (2026b). *Q.S. Al-An'am ayat 99*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kementerian Agama, R. (2026c). *Q.S. An-Nahl ayat 10-11*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kementerian Agama, R. (2026d). *Q.S. Ar-Ra'd ayat 3*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kementerian Agama, R. (2026e). *Q.S. Ar-Rum ayat 41*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kementerian Agama, R. (2026f). *Q.S. Thaha ayat 53*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Kencana, E. M., & Radityaningrum, A. D. (2022). Combination of filtration and phytoremediation for liquid waste treatment of Batik industry. *Dampak*, 19(2), 56–65. <https://doi.org/10.25077/dampak.19.2.56-65.2022>

Lan, X. Y., Yan, Y. Y., Yang, B., Li, X. Y., & Xu, F. L. (2019). Subcellular distribution of cadmium in a novel potential aquatic hyperaccumulator – *Microsorium pteropus*. *Environmental Pollution*, 248, 1020–1027. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.123>

- Linggawati, A., Maryani, Nugroho, A. P., & Rachmawati, D. (2022). Anatomical and Histochemical Responses of Vetiver Grass (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) to Phytoremediation Ability of Liquid Batik Waste. *Environment and Natural Resources Journal*, 20(4), 359–368. <https://doi.org/10.32526/enrj/20/202100232>
- Lupitasari, D., & Kusumaningtyas, V. A. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), 33–38. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i1.53>
- Marín-Muñiz, J. L., Zitácuaro-Contreras, I., Ortega-Pineda, G., López-Roldán, A., Vidal-Álvarez, M., Martínez-Aguilar, K. E., Álvarez-Hernández, L. M., & Zamora-Castro, S. (2024). Phytoremediation Performance with Ornamental Plants in Monocultures and Polycultures Conditions Using Constructed Wetlands Technology. *Plants*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/plants13071051>
- Maryana. (2020). *Fitoremediasi Menggunakan Variasi Kombinasi Tanaman Kiambang (Salvinia molesta M) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes L) Dalam Menurunkan Besi (Fe) dengan Sistem Batch* (p. 65).
- Melanie, A., & Fairus, S. (2024). Efektivitas Tanaman Pakis Lidah Kolam Dan Melati Air Dalam Menurunkan Parameter Bod Dan Cod Pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Reka Lingkungan ISSN*, 12(3), 211–225. <http://dx.doi.org/10.26760/rekalingkungan.v12i3.211-225>
- Montreemuk, J., Stewart, T. N., & Prapagdee, B. (2024). Bacterial-assisted phytoremediation of heavy metals: Concepts, current knowledge, and future directions. *Environmental Technology and Innovation*, 33(November 2023), 103488. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103488>
- Morin, J. V., & Santi, D. (2020). STUDI FITOREMEDIASI LOGAM TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) OLEH TANAMAN KAYAMBANG (*Salvinia molesta*). *Jurnal Natural*, 16(2), 85–95. <https://doi.org/10.30862/jn.v16i2.112>
- Muzaiyanah, A. M., Vita Amalia, A., Haris, A., Ngabekti, S., & Putri Heriyanti, A. (2025). Fitoremediasi Kadar Logam Berat Kromium (Cr) pada Limbah Batik Menggunakan Eceng Gondok dan Kangkung Air. *Environmental Science Journal (Esjo) : Jurnal Ilmu Lingkungan*, 28–37.

<https://doi.org/10.31851/esjo.v4i1.20571>

- Nadhila, U., & Titah, S. (2020). *Kajian Penambahan EDTA Pada Fitoremediasi*. 9(2), 2–7.
- Nasution, H., Fatimah, S., Perdana, F., & Siregar, S. H. (2021). *Tanaman Apu-Apu (Pistia stratiotes L) dengan Penambahan Zeolit sebagai Agen Fitoremediasi Air Terkontaminasi Logam Kadmium (Cd), Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb)*. 11(2), 6.
- Ng, Y. S., & Chan, D. J. C. (2021). The role and effectiveness of monoculture and polyculture phytoremediation systems in fish farm wastewater. *RSC Advances*, 11(23), 13853–13866. <https://doi.org/10.1039/d1ra00160d>
- Noviyanti, N., Jumiaty, J., & Sulastri, A. (2023). Fitoremediasi Limbah Amalgamasi Pemurnian Bijih Emas Pertambangan Rakyat di Kecamatan Monterado. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 609–619. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i3.67920>
- Nugroho, P. A. (2021). *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Fitoremediasi Logam Krom Heksavalen (Cr 6+) Pada Limbah Cair Industri Batik di Yogyakarta*.
- Oktavia, Z., Budiyono, & Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik “X” Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm%0APENGARUH>
- Parasni, F. N. (2023). *Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Dalam Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Air Sumur Masyarakat di Kawasan TPA Talang Gulo Kota Jambi*.
- Parnian, A., Furze, J. N., Chorom, M., & Jaafarzadeh, N. (2022). Competitive Bioaccumulation by *Ceratophyllum demersum* L. *Earth Systems Protection and Sustainability*, 2, 15–30. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-98584-4_1
- Pratama, E. (2017). *FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA PENDEDERAN KERAPU BEBEK (Cromileptes altivelis) MENGGUNAKAN Spirulina sp.*

- Rahmawati, A., Noerhayati, E., Sholikhin, G. N., & Sahroni, M. I. (2022). Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman *Cyperus papyrus*. *Jurnal Envirotek*, 14(2), 164–168. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v14i2.231>
- Ramadhani, J., Asrifah, R. D., & Wahyuning, I. (2019). Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Geo-Environmental Scientific Journal*, 1(12), 1–8.
- Rasool, S., Ahmad, I., Jamal, A., Saeed, M. F., Zakir, A., Abbas, G., Seleiman, M. F., & Caballero-Calvo, A. (2023). Evaluation of Phytoremediation Potential of an Aquatic Macrophyte (*Eichhornia crassipes*) in Wastewater Treatment. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su151511533>
- Ridha, N. (2017). Proses Penelitian, Masalah, Variabel dan Paradigma Penelitian. *Computer Graphics Forum*, 14(1), 62–70.
- Rimantho, D., & Athiyah. (2019). Analisis Kapabilitas Proses Untuk Pengendalian Air Limbah di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1–8.
- Rosya, A., & Winarto. (2013). Keragaman Komunitas Fitonematoda pada Sayuran Lahan Monokultur dan Polikultur di Sumatera Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(3), 71–76. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.3.71>
- Saleksi, R., Yanova, S., & Irawan, B. (2025). Efektivitas *Sansevieria trifasciata laurentii* Menurunkan Cemaran Logam Timbal dan Kadmium di Tanah Tercemar Air Lindi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 12(2), 347–354. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2025.012.2.12>
- Situmorang, M. (2017). *Kimia Lingkungan*.
- Suharjo, M. H., Ernawati, R., & . N. (2022). Cekaman Logam Berat Cromium Terhadap Tanaman. *Jurnal Teknologi Mineral Ft Unmul*, 10(1), 8–16. <https://doi.org/10.30872/jtm.v10i1.7496>
- Sulaiman, A. (2023). *Fitoremediasi Memanfaatkan Tanaman Coontail (Ceratophyllum demersum) Untuk Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Batch. Cd*.
- Syahroni, M. I. (2022). Prosedur Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Al-Musthafa STIT*

- Al-Aziziyah Lombok Barat*, 2(3), 43–56.
- Wafiq, M. (2023). *Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tanaman Myriophyllum aquaticum Dengan Sistem Batch*.
- Widyasari, N. L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Ecocentrism*, 1(Cd), 17–24.
- Yamin, M., Kadarini, T., & Solichah, L. (2019). Perbanyak Tanaman Hias Air *Microsorium pteropus* Melalui Kultur Kantong Spora Pada Berbagai Substrat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(4), 253–260.
<https://doi.org/10.15578/jra.14.4.2019.253-260>
- Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). Phytoremediation: A Promising Approach for Revegetation of Heavy Metal-Polluted Land. *Frontiers in Plant Science*, 11(April), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00359>
- Yanova, S., Juita Anggraini, F., & Refmayola, R. (2025). Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman Eceng Gondok Dalam Fitoremediasi Logam Kadmium Pada Air Sumur Gali. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 12, 43–49.
<https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2025.012.01.5>
- Zhakypbek, Y., Kossalbayev, B. D., Belkozhaev, A. M., Murat, T., Tursbekov, S., Abdalimov, E., Pashkovskiy, P., Kreslavski, V., Kuznetsov, V., & Allakhverdiev, S. I. (2024). Reducing Heavy Metal Contamination in Soil and Water Using Phytoremediation. *Plants*, 13(11).
<https://doi.org/10.3390/plants13111534>