FITOREMEDIASI LOGAM BERAT KROMIUM TOTAL (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN TANAMAN BAMBU AIR (*EQUISETUM HYMALE*) DI *HOME INDUSTRY X* SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Lingkungan

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh:

Erva Tri Ananta

NIM 09040522056

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 PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir oleh:

Nama	: Erva Tri Ananta
NIM	: 09040522056
Judul Tugas Akhir	: Fitoremediasi Logam Berat Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Tanaman Bambu Air (Equisetum Hymale) di Home Industri X Surabaya

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan,

Surabaya, 19 Juni 2026

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Dedy Suprayogi, S.KM., M.Kl.	**Ir. Tegoeh Taruna Utama, S.T., M.T.**
NIP. 198512112014031002	NIP. 198705022023211021

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama	: Erva Tri Ananta
NIM	: 09040522056
Judul Tugas Akhir	: Fitoremediasi Logam Berat Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Batik Menggunakan Tanaman Bambu Air (*Equisetum hymale*) di *Home Industry* X Surabaya

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 19 Juni 2026

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I

Dedy Suprayogi, S.KM., M.Kl.

NIP. 198512112014031002

Penguji II

Ir. Teguh Taruna Utama, M.T.

NIP. 198705022023211021

Penguji III

Sarita Oktorina, M. Kes

NIP. 198710052014032003

Penguji IV

Amrullah, M. Ag

NIP. 197509032006041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.

NIP. 196507312000031002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erva Tri Ananta

NIM : 09040522056

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "FITOREMEDIASI LOGAM BERAT KROMIUM TOTAL (Cr) MENGGUNAKAN TANAMAN BAMBU AIR (*EQUISETUM HYMALE*) PADA LIMBAH CAIR BATIK DI *HOME INDUSTRY* X SURABAYA". Apabila suatu nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Juni 2026

Yang Menyatakan,



(Erva Tri Ananta)

NIM. 09040522056

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama	: ERVA TRI ANANTA
NIM	: 09040522056
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address	: 09040522056@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 LOGAM BERAT KROMIUM TOTAL (Cr) PADA LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN TANAMAN BAMBU AIR (*EQUISETUM HYMALE*) DI *HOME INDUSTRY* X SURABAYA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif 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



(ERVA TRI ANANTA)

ABSTRAK

Industri batik merupakan salah satu sektor yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan logam berat, salah satunya kromium total (Cr), yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi logam berat Kromium total (Cr) pada limbah batik menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum hymale*) dengan sistem batch. Penelitian menggunakan rancangan eksperimen dengan variasi jumlah tanaman sebanyak 50, 100, dan 150 batang serta kontrol tanpa tanaman. Pengamatan dilakukan selama 12 hari dengan pengujian kadar Cr pada hari ke-0, 4, 8, dan 12 menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Parameter pendukung yang diamati meliputi pH, suhu, intensitas cahaya, dan perubahan morfologi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi removal tertinggi diperoleh pada perlakuan 100 batang tanaman dengan nilai sebesar 96% pada hari ke-4. Seluruh perlakuan pada hari ke-12 menghasilkan konsentrasi Cr di bawah baku mutu air limbah tekstil sebesar 1 mg/L. Analisis statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai signifikansi 0,255 ($p>0,05$), yang mengindikasikan bahwa variasi jumlah tanaman tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar kromium total.

Kata kunci : Fitoremediasi, Tanaman Bambu Air (Equisetum hymale), Sistem batch

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

ABSTRACT

The batik industry is one of the sectors that generates liquid waste containing heavy metals, including total chromium (Cr), which has the potential to pollute the environment if not properly treated. This study aims to reduce the concentration of total chromium (Cr) in batik wastewater using water bamboo (Equisetum hymale) in a batch system. This study employed an experimental design with variations in the number of plants at 50, 100, and 150 stems, as well as a control group without plants. Observations were conducted over 12 days, with Cr concentration testing performed on days 0, 4, 8, and 12 using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Supporting parameters observed included pH, temperature, light intensity, and changes in plant morphology. The results showed that the highest removal efficiency was achieved in the treatment with 100 plant stms, reaching 96% on day 4. All treatments on day 12 resulted in Cr concentrations below the textile wastewater quality standard of 1 mg/L. Statistical analysis using the Kruskal-Wallis test showed a significance value of 0.255 ($p > 0.05$), indicating that variations in the number of plants did not result in significant differences in the reduction of total chromium levels.

***Keywords** : Phytoremediation, Water Bamboo Plant (Equisetum hymale), Batch System*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR vii
ABSTRAK ix
ABSTRACT x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan masalah 4
1.3 Tujuan penelitian 4
1.4 Manfaat penelitian 4
1.5 Batasan masalah 5
BAB II 6
TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Industri Batik 6
2.2 Bahan dan Proses Produksi Batik 6
2.2.1 Bahan Produksi Batik 6
2.2.2 Proses Produksi Batik 8
2.3 Limbah Cair Batik 11
2.4 Logam Berat Kromium (Cr) 12
2.4.1 Karakteristik Logam Berat Kromium (Cr) 13
2.4.2 Dampak Logam Berat Kromium (Cr) 13
2.5 Teknologi Pengolahan Limbah 14
2.5.1 Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi 15
2.5.2 Pengolahan Limbah Cair Secara Fisika 15
2.5.3 Pengolahan Limbah Cair Secara Kimia 16
2.6 Fitoremediasi 16
2.6.1 Mekanisme Fitoremediasi 17
2.6.2 Tanaman Hiperakumulator 20
2.6.3 Bambu air (Equisetum hymale) 20
2.6.4 Aklimatisasi 22
2.7 Jenis-jenis Reaktor 22
2.7.1 Reaktor Batch 22

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

2.7.2 Reaktor Kontinu 23
2.7.3 Reaktor Fed-Batch 23
2.8 Integrasi keislaman 23
2.9 Penelitian terdahulu 26
BAB III 36
METODE PENELITIAN 36
3.1 Rancangan Penelitian 36
3.2 Lokasi Penelitian 36
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 36
3.4 Variabel Penelitian 37
3.5 Kerangka Penelitian 38
3.6 Tahap Penelitian 39
3.7 Hipotesis Penelitian 48
3.8 Rencana Anggaran Biaya 48
BAB IV 49
HASIL DAN PEMBAHASAN 49
4.1 Persiapan Penelitian 49
4.1.1 Aklimatisasi 49
4.1.2 Uji Range Finding Test 52
4.2 Morfologi Tanaman Proses Fitoremediasi 58
4.2.1 Nilai pH Air Limbah 73
4.2.2 Nilai Suhu Air Limbah 75
4.2.3 Nilai Intensitas Cahaya 77
4.2.4 Nilai Kadar Kromium Total (Cr) 79
4.3 Efisiensi removal tanaman bambu air dalam mengurangi Cr 86
4.4 Analisa Perbedaan Tanaman Bambu Air dalam mengurangi konsentrasi Cr ... 92
BAB V 95
KESIMPULAN 95
DAFTAR PUSTAKA 96

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Proses Pembuatan Batik 11
Gambar 2. 2 Mekanisme Fitoremediasi. A (Fitoakumulasi), B (Rhizofiltrasi), C (Fitostabilisasi), D (Rhizodegradasi&Fitodegradasi), E (Fitovolatilisasi)..... 19
Gambar 2. 3 Bambu air (Equisetum hymale)..... 21
Gambar 3. 1 Kerangka pikir penelitian 38
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahap Penelitian..... 40
Gambar 3. 3 Reaktor Kontrol (0 Tanaman)..... 45
Gambar 3. 4 Reaktor 50 Tanaman..... 45
Gambar 3. 5 Reaktor 100 Tanaman..... 45
Gambar 3. 6 Reaktor 150 Tanaman..... 45
Gambar 4. 1 Hasil Uji Range Finding Test 57
Gambar 4. 2 Hasil pengukuran pH Air Limbah 74
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Suhu Air Limbah..... 77
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya 78
Gambar 4. 5 Hasil Efisiensi removal tanaman bambu air dalam mengurangi Cr 88

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku mutu air limbah 13
Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu 26
Tabel 3. 1 Rancangan percobaan penelitian. 43
Tabel 3. 2 Rencana Anggaran Biaya 48
Tabel 4. 1 Aklimatisasi Tanaman Bambu Air 50
Tabel 4. 2 Uji Range Finding Test 53
Tabel 4. 3 Penelitian Fitoremediasi 60
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran pH 73
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Suhu 76
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya 78
Tabel 4. 7 Hasil penurunan tanaman bambu air terhadap kadar kromium total (Cr) 79
Tabel 4. 8 Efisiensi removal tanaman bambu air dalam mengurangi Cr 87
Tabel 4. 9 Perbandingan penurunan tanaman terhadap logam berat 90
Tabel 4. 10 Uji Normalitas 92
Tabel 4. 11 Uji Kruskall Wallis 93

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Alifah, A. N. A., Jamdin, Z., Natsir, N. A., & Rosmawati, T. (2025). Pola Sebaran Logam Berat Kromium (Cr) Di Perairan Tulehu Maluku Tengah. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, *9*(1), 21–33. https://doi.org/10.29080/biotropic.v9i1.2249

Ardiatma, D., Ilman, N., Nadya, I., & Sara, U. (2023). Efektivitas Metode Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes L .) terhadap Penurunan Kadar BOD dalam Limbah Domestik di Jakarta peningkatan badan air penerima baik dari aspek kapasitas maupun kualitasnya , Upaya yang harus dilakukan untuk. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, *15*, 121–133. https://doi.org/10.20885/jstl.vol15.iss2.art2

Astuti, D., Sukmawati, N., Asyfiradayati, R., & Darnoto, S. (2022). Kajian Literatur Tentang Reduksi Kromium Dalam Air Limbah Penyamakan Kulit Dengan Fitoremediasi. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, *7*(1). https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i1.5723

Ayani, S., Arifin, & Fitrianingsih, Y. (2022). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Tailing Bauksit Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia Stratiotes). *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, *3*(1), 45–55.

Aziz, K. H. H. (2024). Removal of toxic heavy metals from aquatic systems using low-cost and sustainable biochar : A review. *Desalination and Water Treatment*, *320*(July), 100757. https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100757

Dini, L., Kusumadewi, R. A., Rositayanti, & Hadisoebroto. (2023). Penyisihan Logam Berat Krom (Cr) Dan Zat Warna Menggunakan Adsorben Kulit Pisang Kepok Dalam Air Limbah Batik. *Jurnal Reka Lingkungan*, *11*(1), 37–48. https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v11i1.37-48

Diyah, N., Ratuannisa, T., Ekawati, E., Yulia, E., Purwasasmita, B. S., & Nugraha, A. B. (2023). Studi Pengolahan Air Limbah Batik pada Skala Industri Rumah Tangga dan Usaha Kecil Menengah di Cirebon , Indonesia. *Dampak:Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, *1*, 8–15. https://doi.org/10.25077/dampak.20.1.8-15.2023

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Eben, P., Mohri, M., Pauleit, S., Duthweiler, S., & Helmreich, B. (2024). Phytoextraction potential of herbaceous plant species and the influence of environmental factors – A meta-analytical approach. *Ecological Engineering*, *199*(September 2023), 107169. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.107169

Eka, N., Sari, P., & Wardoyo, S. E. (2019). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd Menggunakan Tanaman Hanjuang (Cordyline fruticosa). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, *9*(2), 57–65.

Emmanuel, J. U. (2020). *Phytoremediation Of Industrial Effluent From Paper Recycling Industry Using Ceratophyllum Demersum, Ludwigia Abyssinica and Hydrolea Glabra In Constructed Wetland*. Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

Endro, S., & Oktiawan, W. (2009). *PENGURANGAN CHROM (Cr) DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI KULIT PADA PROSES TANNERY MENGGUNAKAN SENYAWA ALKALI Ca (OH) 2 , NaOH DAN NaHCO 3 (STUDI KASUS PT . TRIMULYO KENCANA MAS SEMARANG)*. *5*(1).

Fadillah, G. E., & Airlangga, U. (2025). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat Kromium pada Beras di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto. *Environmental Pollution Journal*, *5*(2), 201–210. https://doi.org/10.58954/epj.v5i2.301

Faizsyahrani, L. P., Ulfah, M., Sumarno, & Hayat, M. S. (2023). Phytoremediation potential of Equisetum hyemale in diverse waste management : A decade-long literature synthesis on water Bamboo ' s role in industrial and domestic effluent treatment. *Biological Environment Pollution*, *3*(2), 69–75. https://doi.org/10.31763/bioenvipo.v3i2.685

Fatimah, D. A. S. (2023). *Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) Dengan Sistem Batch*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Fazaya, S., Suparmin, & Widiyanto, T. (2020). Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (Eichhorniacrassipes . sp) Dalam Menurunkan Kadar Warna Pada Limbah Batik " X ." *Buletin Keslingmas*, *40*(4), 149–158.

Febrita, J., & Roosmini, D. (2022). Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industri

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

terhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, *07*(01), 77–88. https://doi.org/10.29244/jsil.7.1.77-88

Fitri, N., Sintadani, E. G. A. D. W. I., & Pratiwi, L. (2021). Adsorption And Distribution Of Cadmium, Chromium, And Copper In Water Bamboo (Equisetum hymale). *Journal of Engineering Science and Technology*, 113–121.

Hanarisanty, L., Kurniati, R. I., Sari, A. W., & Syawal, F. A. (2026). Variasi Konsentrasi Air Limbah Cucian Laundry dalam Menentukan Range Finding Test. *Jurnal Serambi Engineering*, *XI*(1), 17109–17115.

Herniawati. (2021). *Fitoremediasi Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang (Phytoremediation of acid mine wastewater management)* (W. Afrida (ed.)). CV. Mitra Cendekita Media.

Hidayat, N., Pangestuti, M. B., Utami, R. N., & Suhartini, S. (2021). Potensi Limbah Cair Batik sebagai Sumber Bioenergi (Studi Kasus di UKM Batik Blimbing Malang). *Agritech*, *41*(4), 305–315. https://doi.org/10.22146/agritech.54099

Hidayatullah, A., Masyruroh, A., Akbari, T., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Jaya, U. B., & Serang, K. (2023). Efektivitas Koagulan Lidah Buaya (Aloe Vera) dan PAC (Poly Alumunium Chloride) Dalam Menurunkan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Batik. *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, *6*(April), 61–75. https://doi.org/10.47080/jls.v6i1.2425

Ihtiar, A. (2024). *Efektivitas Bambu Air (Equisetum hymale) Sebagai Agen Fitoremediasi Lindi TPA Jatibarang Terhadap BOD dan COD serta Implementasi Hasil Penelitian Pada Pembelajaran Biologi*. Universitas PGRI Semarang.

Irianto, K. (2006). *Penanganan Limbah Cair*. PT. Percetakan Bali.

Izza, A. Q., & Pujiati, R. S. (2025). Penurunan logam berat kromium dengan arang aktif batang tembakau pada limbah cair batik. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *6*, 4683–4689. https://doi.org/10.31004/jkt.v6i2.35651

Jamil, A., Darundiati, Y. H., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Waktu Kontak dan Jumlah Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes) Terhadap Penurunan Kadar Cadmium (Cd) Limbah Cair Batik Home Industry X di

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *4*, 763–770.

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

Kango, S. F., Jusuf, H., & Nurfadillah, A. R. (2026). *Uji Efektivitas Daya Serap Tanaman Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Ayula Tilango Kabupaten Bone Bolango Effectiveness Test of Water Spinach Absorption Capacity in Reducing Chemical Oxygen Demand (COD) Levels in Liquid Waste from the Ayula Tilango Tofu Factory in Bone Bolango Regency*. *9*(1), 1752–1763. https://doi.org/10.56338/jks.v9i1.10370

Kencana, E. M., & Radityaningrum, A. D. (2022). Kombinasi Filtrasi dan Fitoremediasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, *19*(2), 56–65. https://doi.org/10.25077/dampak.19.2.56-65.2022

Khambali, Anwar, T., & Wardoyo, S. (2024). Innovation in Utilisation of Apu-Apu (Pistia stratiotes) for Phytoremediation of Heavy Metal Contaminants in Industrial Wastewater – A Case Study on Local Biodiversity. *Journal of Ecological Engineering*, *25*(12), 333–339. https://doi.org/10.12911/22998993/194952

Khusna, K., & Fatimah, S. (2023). Tinjauan Fitoremediasi Limbah Batik Pekalongan Menggunakan Agen Eceng Gondok (Eichornia Crassipes). *Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science Journal*, *19*(2), 35–42. https://doi.org/10.14421/kaunia.4189

Kiptiah, M., Ilmannafian, A. G., & Darmawan, M. I. (2022). Pengaruh Fitoremediasi dengan Kombinasi Tanaman pada Kadar BOD dan COD Limbah Sasirangan. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, *9*(1), 72–80. https://doi.org/10.34128/jtai.v9i1.158

Koniatussa Diyah. (2025). *Studi Keanekaragaman Gulma Riparian Yang Berpotensi Sebagai Fitoremediator di Sungai Kaligarang Kota Semarang*. UIN Walisongo Semarang.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Kristianto, S., Wilujeng, S., Wahyudiarto, D., & Biologi, P. P. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulang Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, *3*(2), 66–70. https://doi.org/10.19109/Biota.v3i2.1196

Land, M., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). *Phytoremediation : A Promising Approach for Revegetation of Heavy*. *11*(April), 1–15. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00359

Larasati, F. U., Aini, N., Hery, A., Irianti, S., Malang, K., & Ngantang, K. (2021). *Proses Pembuatan Batik Tulis Remekan Di Kecamatan Ngantang*.

Latifah, L., & Marhayuni, Y. (2023). Bioremediasi sebagai Implementasi Q.S Al-A'raf Ayat 56 dalam Menangani Pencemaran Tanah. *Integration and Interconnection of Islam and Science Journal*, *19*(1), 23–28. https://doi.org/10.14421/kaunia.3780

Lian, M., Wang, J., Ma, Y., Li, J., & Zeng, X. (2022). Influence of DOM and its subfractions on the mobilization of heavy metals in rhizosphere soil solution. *Scientific Reports*, 1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-022-18419-x

Lidiana, R., Studi, P., Lingkungan, T., Negeri, U. I., Surabaya, S. A., & Timbal, L. B. (2022). Kemampuan Tanaman Genjer (Limnocharis Flava) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal Pada Air Limbah Artificial. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *8*(1), 72–83. https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.13034

Linggasari, S. (2023). PTInstalasi Pengolahan Limbah Cair di Stockpile Batubara PT.X. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. https://doi.org/10.31315/jtp.v8i2.9287

Liu, H., Meng, F., Tong, Y., & Chi, J. (2014). Effect of plant density on phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons contaminated sediments with Vallisneria spiralis. *Ecological Engineering*, *73*, 380–385. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.084

Manalu, C. C., Aritonang, C., Sihotang, F., Saragih, J., Sari, M. N., & Febriyossa, A. (2025). Efektivitas Tanaman Bambu Air (Equisetum hymale) Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Lindi (Leachate). *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, *11*(2), 155–160. https://doi.org/10.30598/biopendixvol11issue2page155-160

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Megagupita, S., Marendra, P., Widiatmono, B. R., & Sari, E. (2024). Perbandingan Efektivitas Fitoremediasi Dalam Mereduksi BOD dan COD (Studi Kasus : Industri Batik Alam , Pasuruan) Comparison Effectiveness of Phytoremediation in Reducing BOD and COD (Study Case : Batik Alam Industry , Pasuruan). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, *11*, 20–29. https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2024.011.01.3

Mifbakhuddin, Ardiani, F., & Astuti, R. (2021). *Pengaruh Berat Karbon Aktif Kulit Jagung terhadap Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Batik*. *16*, 227–232. https://doi.org/10.26714/jkmi.16.4.2021.227-232

Mihelcic, J. R. (1999). *Fundamentals of Environmental Engineering.pdf* (W. Anderson (ed.)).

Mishbahul, M., Ms, A., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum Hyemale) dan Zeolit Reduction of Pb and Cr Metals Contents of Leachate by means of Phytoremediation of Bambu Air (Equisetum hyemale) and Zeolite. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, *1*(2), 43–59.

Munuqy, W. A., & Soewondo1, P. (2024). Kinetika Penyisihan Fosfat Dari Air Limbah Laundry Menggunakan Sistem Constructed Wetland Dengan Equisetum Hymale. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup*, *24*(2), 96–102. https://doi.org/10.33751/ekologia.v24i2.10885

Muzaiyanah, A. M., Amalia, A. V., Haris, A., Ngabekti, S., & Heriyanti, A. P. (2025). Fitoremediasi Kadar Logam Berat Kromium (Cr) pada Limbah Batik Menggunakan Eceng Gondok dan Kangkung Air. *Environmental Science Journal (Esjo): Jurnal Ilmu Lingkungan*, *4*, 28–37. https://doi.org/10.31851/esjo.v4i1.20571

Nadhirah, N., Razi, A., Budi, S., Rozaimah, S., Abdullah, S., & Abu, H. (2023). Metabolic pathway of Cr (VI) reduction by bacteria : A review. *Microbiological Research*, *268*(October 2022), 127288. https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127288

Naomi, N., Putri, A., Kokoh, R., & Putro, H. (2025). Efektivitas Bambu Air (Equisetum Hyemale) dalam Fitoremediasi untuk Penurunan Kadar COD dan Surfaktan Pada Limbah Laundry. *Jurnal Serambi Engineering*, *X*(3), 12630–

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

12635.

Nugroho. (2021). *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Fitoremediator Logam Krom Hkesavalen (Cr6+) Pada Limbah Cair Industri Batik Di Yogyakarta*. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Nugroho, D. H., & Hasan, A. (2024). *Reaktor Kimia (Konsep Dasar Perancangan dan Stdu Kasus Perhitungan Neraca Massa Reaktor Kimia dengan Menggunakan Polymath)*.

Nuriana, W. (2021). *Mengenal Zat Pewarna Alam Batik Yang Ramah Lingkungan* (N. P. Asri (ed.)). CV. Ae Media Grafika.

Pasaribu, S., Hasan, Z., & Herawati, H. (2021). The effectivity rough horsetail (Equisetum hymale) and Mexican sword (Echinodorus paleafolius) as phytoremediation agent in reducing heavy lead metal (pb) in the upper Citarum River – Daeyeuhkolot. *International Journal of Fisheries And Aquatic Studies*, *9*(3), 1–6. https://doi.org/10.22271/fish.2021.v9.i3a.2467

Paulina, M., & Faradika, M. (2024). Fitoremediasi Dengan Berbagai Jenis Tumbuhan: Review. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, *4*(1).

Permadi, M. I. (2019). *Pemanfaatan Bambu Air (Equisetum Sp) Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Fitoremediasi Sistem Batch*.

Prastitianti, D., & Purwanti, I. F. (2024). Kajian Fitoremediasi Air Tanah Tercemar Lindi TPA Dengan Kandungan Logam (Studi Kasus: Fitoremediasi Fe dan Besi di Lahan Bekas TPA Keputih). *Jurnal Purifikasi*, *23*(1), 17–26. https://doi.org/10.12962/purifikasi.v23i1.457

Pratama, C. G. (2025). Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) pada Sedimen dan Akar Mangrove Avicennia marina di Wilayah Ekosistem Mangrove Wonorejo Surabaya Analysis of Chromium (Cr) Heavy Metal Content in Sediments and Mangrove Roots Avicennia marina in the Wonorejo. *JMCS (Journal of Marine and Coastal Science)*, *14*(1). https://doi.org/10.20473/jmcs.v14i1.61755

Pratiwi, C. M., Kriswandana, F., & Wardoyo, I. R. E. (2022). Efektifitas Pistia Stratiotes L.Dan Echinodorus Palaefolius Dalam Penyerapan Ferrum (FE) Dalam Air Sumur Menggunakan Metdoe Fitoremediasi. *GEMA Lingkungan*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A
http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

Kesehatan, *20*(02), 124–132. https://doi.org/10.36568/gelinkes.v20i2.33

Purnata, H., Rahmat, S., Ilahi, N. A., & Triwuri, N. A. (2025). Room of Civil Society Development Pengolahan Limbah Cair Batik dengan Elektrokoagulasi dan Filtrasi- Adsorbsi untuk Keberlanjutan. *Room of Civil Society Development*, *4*(1), 197–210. https://doi.org/10.59110/rcsd.528

Putri, N. V. (2025). *Perbandingan Inokulum Dan Substrat (ISR) Terhadap Produksi Biogas Dari Air Limbah Sisa Rebusan Cilok*. Universitas Lampung.

Rachman, R. M., Setiawati, S., Suryaningrat, R., & Tamburaka, E. (2023). Pemanfaatan Tanaman Air untuk Menurunkan Parameter Pencemar pada Kali Kadia Kota Kendari Menggunakan Metode Fitoremediasi. *AJIE-Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, *07*(September), 100–117. https://doi.org/10.20885/ajie.vol7.iss3.art4

Rahmadi, A., Sari, N. M., & Indriyani, E. (2022). *Buku Ajar:Pemanfaatan Limbah Industri* (Thamrin (ed.); Issue 38). CV. Banyubening Cipta Sejahtera.

Ramli, R. O. (2023). *Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Hydrilla (Hydrilla verticillata) Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr6+) Dengan Sistem Batch*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Ranieri, E., Tursi, A., Giuliano, S., Spagnolo, V., & Ranieri, A. C. (2020). Phytoextraction from Chromium-Contaminated Soil Using Moso Bamboo in Mediterranean Conditions. *Water Air Soil Pollut*.

Rizaldi, M. A., Montarcih, L., Suhartanto, E., & Harisuseno, D. (2022). Effectivity Of Pollutan Decay In The Constructed Wetlands By Using Water Bamboo Plants (Equisetum Hymale). *Journal of Southwest Jiatong University*, *57*(5). https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.57.5.11

Rossi, B. S., Paryanti, Ristianingsih, Y., & Tuhuloula, A. (2014). Penurunan Konsentrasi Logam Berat Pb2+ dan Cd2+ Pada Limbah Cair Industri Sasirangan dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. https://doi.org/10.34128/jtai.v1i1.29

Rozi, F., Irma, & Maulidiya, D. (2022). Analisis Perubahan Inflasi Beberapa Kota Besar di Indonesia Dengan Menggunakan Uji Kruskal-Wallis. *Multi Proximty:Jurnal Statistika Universitas Jambi*, *1*(2), 103–115.

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

https://doi.org/10.22437/multiproximity.v1i2.21418

Rusmala, K. P. D., Astarini, I. A., & Suyasa, I. W. B. (2025). Fitoremediasi Pada Limbah Laundry Menggunakan Tanaman Bambu Air (Equisetum hymale) Dengan Sistem Hidroponik. *Ecotrophic: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, *19*(1), 81–92. https://doi.org/10.24843/EJES.2025.v19.i01.p08

Said, N. I. (2008). *Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta*.

Sandi, N. M. El. (2024). Bioremediasi Kromium (Cr) Menggunakan Bakteri Indigenous Dari Limbah Cair Di Sungai Deli Medan. *Biogenerasi Jurnal Pendidikan Biologi*, *9*(1), 1001–1008. https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v9i1.3656

Sasmito, R. K. (2022). *Analisis dampak lingkungan pada proses produksi batik di ukm " x" dengan menggunakan metode life cycle assessment (lca)*.

Serang, L. K. O., Handayanto, E., & Rindyastuti, R. (2018). Fitoremediasi Air Tercemar Logam Kromium Dengan Menggunakan Sagittaria lancifolia dan Pistia stratiotes Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomea reptans). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *5*(1), 739–746.

Silviana, L., & Rachmadiarti, F. (2023). Fitoremediasi Fosfat dari Detergen Sintetis dengan Menggunakan Lemna minor dan Azolla microphylla Phytoremediation of Phosphate from Synthetic Detergent Using Lemna minor and Azolla microphylla. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, *12*(3), 281–289. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n3.p281-189

Sitia, M. (2022). Potensi Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum hymale) Dalam Mereduksi Logam Berat Kromium Limbah Cair Kain Jumputan Dengan Sistem Lahan Basah Buatan. *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek)*, 346–353.

Stefhany, C. U. T. A., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2013). Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) pada Limbah Cair Industri kecil Pencucian Pakaian (Laundry). *Reka Lingkungan Jurnal Institut Teknnlogi Nasional*, *1*(1), 13–23.

Subagyo, P. K., & Soelityowati. (2023). Pengaruh Zat Pewarna Sintetis Terhadap Pewarnaan Kain Batik. *Universitas Ciputra E-Journal*.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

https://doi.org/10.37715/folio.v2i2.3476

Sugara, B. (2024). Gerakan Ekofeminisme Batik Tulis Sebagai Bentuk Upaya Pelestarian Seni Tradisi dan Lingkungan di Kota Surakarta. *Memetika:Jurnal Kajian Budaya*, *5*, 33–39. https://doi.org/10.20961/mjkb.v5i2.79629

Suharjo, M. H., & Ernawati, R. (2022). Cekaman Logam Berat Cromium Terhadap Tanaman (Chromium Heavy Metal Stress on Plants). *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, *10*(1), 8–16. https://doi.org/10.30872/jtm.v10i1.7496

Sulaiman, A., Nilandita, W., & Suprayogi, D. (2022). *Fitoremediasi Memanfaatkan Tanaman Coontail untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) menggunakan Sistem Batch Phytoremediation Utilizing Coontail Plants to Reduce Lead (Pb) Levels using a Batch System*. *6*(1), 9–18.

Sutarya. (2014). Eksistensi batik jepara. *Jurnal Disprotek*, *5*(1), 19–31. https://doi.org/10.34001/jdpt.v5i1.154

Tampubolon, K., Boumedine, T., Zulkifli, H., Agroteknologi, P. S., Tjut, U., Dhien, N., Utara, S., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., Muhammadiyah, U., Utara, S., Utara, S., & Artikel, I. (2020). Review Article Agrinula : Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan. *Agrinula:Jurnal Agroteknologi Dan Perkebunan*, *3*(1), 1–9. https://doi.org/10.36490/agri.v3i1.82

Triastianti, R. D., Nasirudin, & Gregorius. (2023). Uji Efektivitas Penyerapan Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Typha Orientalis, Einchornia Crassipes dan Equisetum Hymale. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, *23*(2), 88–96. https://doi.org/10.37412/jrl.v23i2.208

Triwulandari, A. H., & Rosariawari, F. (2025). *Fitoremediasi Logam Berat pada Limbah Cair Elektroplating Menggunakan Tanaman Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) dan Alang-Alang (Imperata cylindrica)*. *X*(3), 13919–13925.

Utami, A. (2025). *TUGAS AKHIR Kombinasi Pengolahan Biologis dan Fitoremediasi dalam Mendegradasi Kandungan Logam pada Air Limbah Lindi Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Combination of Biological Treatment and Phytoremediation in Degrading Metal Content in Leachate Wastewater Environmental Engineering Bachelor Program Faculty*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/

of Civil Engineering and Planning Universitas Islam Indonesia.

Wahyuningsi, A., Amna, S., Studi, P., Pengolahan, T., Politeknik, M., & Palembang, A. (2020). Perancangan reaktor kompos compost reactor design. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, *11*(02), 4–9. https://doi.org/10.52506/jtpa.v11i02.108

Widayanti, E. Q. (2024). Evaluasi Energi Pada Reaktor Kontinyu Terhadap Produksi DOP Evaluation Of Energy In A Continuous Reactor On DOP Production. *Jurnal Integrasi Proses Dan Lingkungan*, *1*(2), 35–39. https://doi.org/10.30587/jipl.v1i2.7141

Widya, C., Zaman, B., & Syafrudin. (2015). Pengaruh Waktu Tinggal dan Jumlah Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan Warna. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *024*.

Widyastuti, D., Suprayitno, D., & Rahardjo, P. P. (2023). Potensi Bambu Air Sebagai Tanaman Hiperakumulator Logam Berat Zn Pada Leachate Menggunakan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Green House*, *2*(1), 32–37. https://doi.org/10.63296/jgh.v2i1.29

Widyastuti, D., Suprayitno, D., Sulastri, S., & Mondiana, Y. Q. (2025). Optimasi Pengolahan Leachate Dengan Kombinasi Biofilter Dan Fitoremediasi Berbasis Tanaman Bambu Air Untuk Menurunkan Kadar Logam Cr. *Jurnal Green House*, *4*, 40–47. https://doi.org/10.63296/jgh.v4i1.54

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/ http://digilib.uinsa.ac.id/