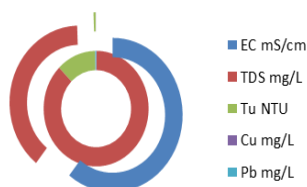


## Pemanfaatan *Moringa oleifera* melalui Proses Elektroflotasi Biokoagulasi dalam Penjernihan Limbah Cair Laboratorium

Rr Diah Nugraheni Setyowati, Arik Wijayanti, Efa Suriani, Surya Puspa Adila  
Achmad Syahri Al Hikmi  
Faculty of Sains and Technology, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia

\*Corresponding author  
[diahnugraheni@uinsa.ac.id](mailto:diahnugraheni@uinsa.ac.id)

### Graphical Abstract



### Abstract

The problem of waste was a serious concern of the world, as well as for the government and the people of Indonesia. The particular concern regarding waste does not only apply in the industrial and trade sectors, but also in other sectors that generate waste such as in the tourism, health, research development, and education sectors, especially those that have integration laboratory. The biocoagulant used were moringa seeds with a dose variation of 0.025; 0.05; and 0.1 grams/250 mL. The electroflotation process was carried out electrodes, namely graphite electrodes at the anode and stainless steel at the cathode with a constant voltage of DC 21 V for 60 minutes. The effectiveness of the electroflotation-biocoagulation process was valued by looking at the decrease in the electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), turbidity, metal Pb and Cu. The study's result was the electroflotation-biocoagulation process was more effective than the electroflotation and coagulation processes. Electrical conductivity (EC) was successfully reduced to 9.76% by 0.1 gram/500 mL, TDS (dissolved solids) was reduced to 8.78% by moringa oleifera, waste turbidity was decreased to 91.70%, the concentration of Pb was reduced to 12.80 % and Cu was reduced to 0,119.

Keywords: Electroflotation, Biocoagulants, Moringa Oleifera, Waste, Purification



based under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### 1. PENDAHULUAN

Limbah merupakan salah satu permasalahan serius bagi dunia, begitupun bagi pemerintah beserta masyarakat Indonesia (Malayadi, 2017). Perhatian khusus mengenai limbah ini tidak hanya berlaku di sektor industri dan perdagangan, tapi juga di sektor lain yang menghasilkan limbah seperti di sektor pariwisata, kesehatan, penelitian pengembangan dan pendidikan terutama yang mempunyai laboratorium integrasi. Oleh karenanya diperlukan adanya penelitian mengenai limbah cair dari laboratorium integrasi.

Limbah cair adalah air yang diperoleh dari lingkungan, tempat kerja, perusahaan dan usaha yang telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia. Limbah cair dikumpulkan kemudian dibuang dan ditangani untuk menahan iklim agar tidak terkontaminasi (Khaliq, 2015). Limbah merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan manusia, sedangkan limbah cair merupakan bahan buangan berbentuk cair yang berbahaya dan mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan, sehingga limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu atau dijernihkan terlebih dahulu sebelum dibuang (agar tidak membahayakan dan tidak mencemari lingkungan sekitar).

Biji kelor digunakan dalam penelitian ini untuk mengkonfirmasi kemampuan biji kelor dalam proses penjernihan air (Amina, 2015). Biji kelor mengandung protein dengan sifat polielektrolit kationik dan biasa digunakan untuk menjernihkan air. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui kemampuan biji kelor pada pada pengolahan limbah cair laboratorium integrasi. Mengetahui efektifitas dan efwasiensi proses elektroflotasi-biokoagulasi pada pengolahan limbah cair laboratorium integrasi melalui analwaswas pH, elektrokonduktfitas, TDS (zat padat terlarut), turbiditas, persen berat endapan dan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Penelitian ini diharapkan dapat efektif dan efisien pada pengolahan limbah cair integrated laboratory dan dapat berguna bagi ilmu pengetahuan untuk diaplikasikan pada berbagai macam pengolahan limbah cair.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan melibatkan pengumpulan data dan analisis data numerik dengan kontrol variabel. Penelitian ini menggambarkan efek samping dari kejadian dan kejadian yang terjadi secara benar, metode dan tepat. Penelitian menggambarkan informasi kuantitatif yang diperoleh sehubungan dengan kondisi subjek atau kekhasan suatu populasi. Penggunaan data dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

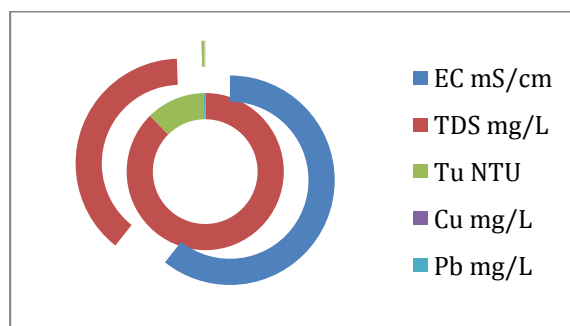
### Karakteristik limbah laboratorium

Berikut karakteristik limbah laboratorium dan grafik yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu limbah, merujuk dari PermenLKH 68/2016.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Laboratorium

Parameter	Satuan	Kadar Limbah Laboratorium	Standar Baku Mutu Air Limbah
pHa	-	5,9	6-9
Elektrokonduktivitas (EC)	mS/cm	0,41	3.125
Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	296	2.000
Turbiditas	NTU	41,0	25
Tembaga (C)	mg/L	0,022	2
Timbal (Pb)	mg/L	0,962	0,1

Sumber : PermenLKH 68/2016



Gambar 1. Grafik Karakteristik Limbah Laboratorium Integrasi

### Proses elektroflotasi

Elektroflotasi dapat menjadi alternatif karena efisien dan dapat untuk skala kecil, menengah atau bahkan besar (Kurniawan, 2006). Proses koagulasi biasa digunakan sebagai pengolahan air minum dan air limbah, tetapi menggabungkan koagulasi dengan proses lainnya dapat meningkatkan keseluruhan kinerja untuk berbagai tugas rehabilitasi lingkungan (Ramadhani, 2013).

Metode koagulasi-elektroflotasi telah dilakukan dengan sistem bertahap. Pada tabel 2. proses elektroflotasi yang mengandalkan tegangan listrik untuk menghasilkan gelembung dari elektroda mampu berturut-turut menurunkan nilai EC sampai 4,88%, TDS sampai 3,72% dan turbiditas sampai 81,09%.

Tabel 2. Proses Elektroflotasi

Kondisi	Parameter			
	pH	EC (mS/cm)	TDS (mg/L)	Turbiditas (NTU)
Kondisi Awal	5,9	0,41	296	41,0
ElektroFlotasi	7,0	0,39 (4,88%)	285 (3,72%)	7,75 (81,09%)

Sumber : Hasil Penelitian 2024

### Hasil Proses Koagulasi dengan biokoagulan

Koagulasi adalah pencampuran koagulan dengan pencampuran cepat untuk menyeimbangkan padatan tersuspensi halus dan koloid, dan massa pusat molekul, kemudian membentuk miniatur tonjolan atau flok mini (Rahimah et al., 2018). Koagulasi juga dicirikan sebagai rangkaian senyawa yang sebenarnya dari pencampuran zat sintetis ke dalam aliran limbah. Selain itu, pencampuran cepat selesai sebagai pengaturan campuran (Steel E W, 1985). Cara dalam siklus koagulasi adalah pemuai zat koagulan ke dalam limbah cair secara merata dengan pengadukan cepat. Penggumpalan terjadi karena respon sains sintetis dan aktual yang membingungkan dan terjadi perubahan yang mendorong penataan simpanan yang kuat dan halus (Subiarto & Martono H, 2007). Tabel 3 merupakan hasil proses koagulasi biji kelor untuk mengolah limbah laboratorium dengan tereduksinya parameter lingkungan seperti elektrokonduktifitas (EC), total padatan terlarut (TDS) dan turbiditas.

Tabel 3. Proses Koagulasi

Doswas (g/250 mL)	Parameter			
	pH	EC (mS/cm)	TDS (mg/L)	Turbiditas (NTU)
Limbah Laboratorium	8,1	,64	459	41,0
Biji Kelor 0,025	7,7	0,64 (0%)	456 (0,65%)	5,87 (85,6%)
Biji Kelor 0,05	7,5	0,67 (-4,68%)	480 (-4,58%)	13,51 (67%)
Biji Kelor 0,1	8,6	0,70 (-9,38%)	505 (10,02%)	9,40 (77%)

Sumber : Hasil Penelitian 2024

### Proses Elektro Biokoagulasi

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum proses elektroflotasi- biokoagulasi biji kelor mampu menurunkan nilai EC, TDS dan turbiditas sebesar 9,76%, 8,78%, dan 91,7%. Berikut tabel hasil proses elektroflotasi biokoagulasi.

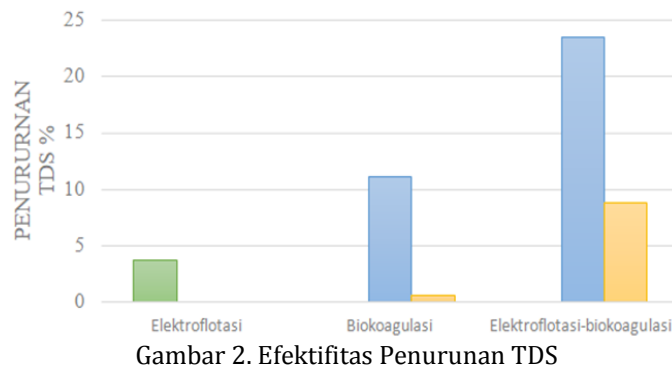
Tabel 3.4. Proses Elektroflotasi Biokoagulasi

Doswas (g/250 mL)	Parameter			
	pH	EC (mS/cm)	TDS (mg/L)	Turbiditas (NTU)
Limbah Laboratorium	5,9	0,41	296	41,0
Biji Kelor 0,025	6,7	0,41(0%)	294 (0,68%)	4,38 (89,3%)
Biji Kelor 0,05	7,3	0,37 (9,76%)	270 (8,788%)	3,83 (91,7%)
Biji Kelor 0,1	7,0	0,42 (-2,44%)	302 (-2,08%)	36,7 (10,4%)

Sumber : Hasil Penelitian 2024

### Efektifitas persen penurunan TDS

Data persen penurunan TDS diambil dari nilai optimal setiap proses pengolahan dari koagulan biji kelor yang dapat dilihat pada gambar 2 efektifitas penurunan TDS



### Persen penurunan konsentrasi logam berat

Pada persen penurunan logam berat menunjukkan tingkat keefektifan proses elektroflotasi-biokoagulasi. Tabel 5. merupakan hasil pengolahan limbah pengaruh proses elektroflotasi dan pengaruh biokoagulan dengan proses elektroflotasi-biokoagulasi terhadap konsentrasi logam Pb dan Cu.

Tabel 5. Hasil Pengolahan Limbah Pengaruh Proses Elektroflotasi

Doswas koagulan (g/500 mL)	Konsentrasi (mg/L)	
	Logam Pb	Logam Cu
Limbah Laboratorium	0,968	0,0222
Proses elektroflotasi		
Elektroflotasi	0,953(1,549%)	0,107
Proses koagulasi		
Biji Kelor 0,025*	0,937(3,202%)	0,047
Proses elektroflotasi-biokoagulasi		
Biji Kelor 0,05	0,906 (6,405%)	0,152
Biji Kelor 0,1	0,844 (12,809%)	0,119
* Doswas dengan volume 250 ml		

Sumber : Hasil Penelitian 2024

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian adalah proses elektroflotasi-biokoagulasi lebih efektif dibandingkan proses elektroflotasi dan koagulasi. Daya hantar listrik (EC) berhasil diturunkan menjadi 9,76% sebesar 0,1 gram/500 mL, TDS (dissolved solids) diturunkan menjadi 8,78% oleh moringa oleifera, kekeruhan limbah diturunkan menjadi 91,70%, konsentrasi Pb diturunkan menjadi 12,80% dan Cu berkurang menjadi 0,119.

Pengolahan limbah dengan proses elektroflotasi-biokoagulasi merupakan inovasi baru, sehingga masih sangat perlu pengembangan lanjutan untuk memperoleh hasil yang lebih optimal dan mengoptimalkan pengurangan dampak limbah terhadap lingkungan.

## REFERENSI

- [1] Andre, Wardhana, I. W., & Sutrawasno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4), 1-5.

- [2] Adjeroud, N., dkk., 2017, Effect of *Opuntia Ficus Indica* Mucilage on Copper Removal from Water by Electrocoagulation-Electroflotation Technique, *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 811, 26–36.
- [3] Aho, I.M., and Lagasi, J.E., 2012, A New Water Treatment System Using *Moringa Oleifera* Seed, *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 3, 487- 492.
- [4] Al-Snafi, A.E., 2016, The Medical Importance of *Cicer arietinum*: A Review, *IOSR Journal of Pharmacy*, 6, 3, 29-40.
- [5] Andiwijaya, A.F., 2016, Alternatif Koagulan Alami sebagai Pengganti atau Pembantu Aluminium Sulfat pada Proses Pengolahan Air Minum, *Journal of Water Resource and Protection*, 8, 1-6.
- [6] APHA, 1989, *Standard Methods For The Examination Of Waters And Wastewater*. 17th Ed, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, D.C.
- [7] Aoudj, S., Khelifa, A., Drouiche, I., 2017, Removal of Fluoride, SDS, Ammonia and Turbidity from Semiconductor Wastewater by Combined Electrocoagulation -Electroflotation. *Chemosphere* 180, 379-387.
- [8] Asrafuzzaman, M., Fakhruddin, A.N.M., Hossain, M.A., 2011, Reduction of Turbidity of Water Using Locally Available Natural Coagulants, *WASRN Microbiology* 11,
- [9] Audiana, M., 2017, Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Teknik Lingkungan dengan Koagulasi dan Adsorpsi untuk Menurunkan COD, Fe dan Pb, Penelitian, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [10] Effendi, H., Hidayah, R., & Hariyadi, S. (2017). *Tamarindus indica* Seed as Natural Coagulant for Traditional Gold Mining Wastewater Treatment. *World Applied Sciences Journal*, 35(3), 330-333.
- [11] Filliazati, M., Wasna Apriani, Titin Anita Zahara. "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang." 2016: 1-10.
- [12] Hariyadi, S. (2004). *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [13] Hayati, E. I. (2015). *Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (Tamarindus indica) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [14] Hendriarianti, E., & Suhastri, H. (2011). Penentuan Doswas Optimum Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dalam Penurunan TSS dan COD Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit di Kota Malang. *Jurnal Spectra*, 9(17), 12-22.
- [15] Hidayah, R. (2016). Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Sebagai Koagulan Alami pada Pengolahan Limbah Cair Tambang Emas Tradisional. Bogor: IPB.
- [16] Irawan, H., Rochmawati, & Asmadi. (2014). Efektifitas Penambahan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dalam Menurunkan TSS pada Limbah Cair Tahu di Kecamatan Pontianak Utara. *Jurnal Mahaswaswa dan Peneliti Kesehatan*, 67-75.
- [17] Javid, A.M, et al. (2015). Investigation of Ozone and Coagulant Materials (Aluminum Sulfate, Ferric Chloride, Poly Aluminum Chloride and Lime) Efficiency in "Kerman Kork" Industry Wastewater Treatment. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 2(1), 1-6.
- [18] Kartika, D., Nurjazuli, & Budiyono. (2016). Kemampuan Serbuk Biji Asam Jawa dalam Menurunkan TSS, Turbiditas dan Amoniak Pengolahan Limbah Cair PT. Utama Multiniaga Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 917-924.
- [19] Khaliq, A. (2015). *Analwaswas Swastem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin*. Print) *Jurnal POROS TEKNIK*, 7(1), 1–53.
- [20] Krwastijarti, A. P., Suharto, I., & Marieanna. (2013). Penentuan Jenwas Koagulan dan Doswas Optimum untuk Meningkatkan Efisiensi Sedimentasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah Pabrik Jamu X. Laporan Penelitian.
- [21] Margaretha, J. A. et al. "The Effectiveness of Calcium Hydroxide and Sodium Hydroxide as Neutralizer in Coagulation for Reducing Flouride in Hazardous Wastewater." *International Journal of Chemical Studies* 6, no. 3 (2018): 786-791.
- [22] Mawaddah, D., Zaharah, T. A., & Gusrizal. (2014). Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn). *Jurnal JKK*, 3(1), 27-31.
- [23] Nasir, M., Edy Purwo Saputro. "Manajemen Pengelolaan Limbah Industri."
- [24] Nurkholwas, A., & dkk. (2016). *Proses Pengelolaan Air Limbah secara Biologi* Andre, Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Biokoagulan untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Air Limbah Usaha Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4), 1-5.
- [25] Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
- [26] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. (2016). **PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA**.
- [27] Pulungan, A. S. "Analisis Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit di Pabrik PT. X Tahun 2017." [Skripsi], 2017. Universitas Indonesia : Depok
- [28] Rahayu, S. S. (2009). *Proses Lumpur Aktif (Activated Sludge Process)*.
- [29] Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2018). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur dan PAC. *Konversi*, 5(2), 13. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4767>
- [30] Rahma, Surahma Asti Mulasari. "Pengaruh Metode Koagulasi, Sedimentasi dan Variasi Filtrasi terhadap Penurunan Kadar TSS, COD dan Warna pada Limbah Cair Batik." *Jurnal The Chemical* 2, no. 1 (2015): 7-12.
- [31] Ramadhani. (2013). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindusindica*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Teknik Pomits*

- [32] Steel E W. (1985). Water Supply and Sewerage.
- [33] Subiarto, & Martono H. (2007). Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Secara Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Natrium Hidrofosfat. Prosiding Seminar Teknologi, 1–7.