

***MAGIC MORINGA SEED POWDER* SEBAGAI UPAYA
PENJERNIHAN AIR LIMBAH SUNGAI TROSO JEPARA
DENGAN METODE PERENDAMAN SERBUK BIJI
KELOMAGIC MORINGA SEED POWDER SEBAGAI UPAYA
PENJERNIHAN AIR LIMBAH SUNGAI TROSO JEPARA
DENGAN METODE PERENDAMAN SERBUK BIJI KELOR**

Berlian Nugraini, Wardah Alfa Syahra, Nunuk Sulistyaningrum Suprpto, S.Pd.

MAN 1 Jepara

Abstrak

Jepara merupakan salah satu kota penghasil kain tenun troso yang banyak diminati konsumen karena diproduksi mengikuti trend fashion masa kini. Banyaknya permintaan konsumen mengakibatkan semakin banyak kain yang diproduksi sehingga semakin banyak pula limbah sisa pewarnaan kain tenun troso yang dihasilkan. Oleh karena itu sungai troso yang terletak di Desa Troso saat ini mengalami peralihan fungsi menjadi tempat pembuangan limbah industri kain tenun troso. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pelaku industri tenun kain Troso didapatkan fakta bahwa pembuangan limbah sisa pewarna tenun langsung ke sungai sekitar pemukiman menyebabkan air sumur dirumah-Nya dan beberapa warga yang lain ikut terkontaminasi dengan indikasi air yang telah keruh dan berubah menyerupai warna limbah. Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) termasuk jenis tumbuhan perdu dan memiliki biji yang mengandung protein bermuatan positif sehingga berperan penting dalam penjernihan air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen kuantitatif yang dilakukan di laboratorium dimana data hasil eksperimen kemudian dianalisis kuantitatif dengan pengolahan statistik. Proses perendaman dibutuhkan 1 liter air limbah kemudian dimasukkan 10 gram serbuk biji kelor dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, 8 jam, dan 24 jam. Kesimpulan yang didapat adalah perbandingan variasi waktu yang paling efektif penjernihan air limbah sungai Troso pada waktu perendaman 8 jam.

Kata Kunci : *Limbah, Moringa oleifera, perendaman.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan tempat lahir, tumbuh dan berkembangnya peradaban dunia. Kebenaran sejarah ini dibuktikan dengan ditemukannya beberapa artefak kuno diluar daerah aliran sungai (DAS) seperti sungai Nil, Efrat dan Tigris [1]. Tercatat 5.590 sungai dan 6.500 anak sungai yang mempunyai peranan penting dalam pembentukan peradaban di Indonesia, termasuk sungai-sungai yang berada di kabupaten Jepara Provinsi Jawa tengah [2].

Seiring dengan perkembangan zaman beberapa sungai di Jepara telah mengalami pergeseran fungsi sebagai pembuangan limbah rumah tangga dan limbah industri. Salah satu contohnya adalah Sungai Troso yang terletak di desa Troso Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara. Sungai Troso saat ini beralih fungsi sebagai tempat pembuangan limbah rumah tangga dan limbah tekstil industri tenun kain Troso [3].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menangani limbah cair industri tekstil kain Troso adalah metode koagulasi. Metode koagulasi adalah metode pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk mengurangi zat pencemar dan partikel koloid dalam suatu limbah cair. Kelebihan dari metode koagulasi adalah biayanya relatif murah, prosesnya sederhana dan mampu menyerap polutan pencemar. Koagulan yang digunakan dalam pengolahan limbah dapat berupa koagulan kimia maupun alami. Koagulan kimia yang sering digunakan adalah tawas, namun menurut Rudy Syah Putra dkk. Penggunaan tawas kurang aman dalam proses pengolahan limbah sehingga diperlukan alternatif koagulan yaitu koagulan alami/biokoagulan [4].

Salah satu koagulan alami adalah biji kelor atau *Moringa oleifera*. Karena kandungan proteinnya yang cukup tinggi sehingga biji kelor sering dimanfaatkan sebagai biokoagulan dalam pengolahan limbah. Biji kelor berfungsi mengadopsi dan menetralkan partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam air limbah suspensi. Biji kelor biasanya dimanfaatkan pada pengolahan air skala rumah tangga di beberapa wilayah. Contohnya wanita-wanita pada daerah kedalaman sudah memasukkan serbuk biji kelor dalam kantong kecil yang terbuat dari kain kemudian mencelupkannya pada air keruh yang mereka ambil [5].

Biji Pepaya (*Carica pepaya L.*) merupakan salah satu alternatif koagulan alami yang biodegradable dan aman bagi kesehatan. Pada saat mengonsumsi buah pepaya umumnya bijinya dibuang, karena rasanya yang pahit dan berwarna hitam sehingga dianggap tidak bisa dikonsumsi dan tidak bermanfaat. Biji pepaya mengandung polimer

alami yaitu protein dan karbohidrat yang dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami [6]. Namun pemanfaatan biji pepaya sebagai koagulan alami belum banyak dikembangkan dalam proses penjernihan air.

Dari paparan diatas potensi biji kelor dan biji pepaya sebagai biokoagulan dapat dimanfaatkan untuk menjernihkan air limbah tekstil pada sungai Troso karena bahannya alami sehingga ramah lingkungan dan biodegradable. Oleh karena itu penelitian ini mengambil judul “*Magic Moringa Seed Powder* Sebagai Upaya Penjernihan Air Limbah Sungai Troso Jepara Dengan Metode Perendaman Serbuk Biji Kelor”.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh serbuk biji kelor sebagai penjernih air limbah sungai Troso?
2. Bagaimana variasi waktu yang efektif pada proses perendaman serbuk biji kelor sebagai penjernih air limbah Sungai Troso?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh serbuk biji kelor sebagai penjernih air limbah Sungai Troso.
2. Untuk mengetahui variasi waktu yang paling efektif pada proses perendaman biji kelor sebagai penjernih air limbah Sungai Troso.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mempertajam penguasaan ilmu, terutama berkaitan dengan mengaktualisasikan ilmu pengetahuan yang didapat dalam upaya pengolahan biji kelor sebagai penjernih air untuk mengurangi pencemaran air sungai Troso Jepara.

2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengolahan limbah cair tekstil industri kain Troso dengan menggunakan biokoagulan serbuk biji kelor dalam upaya pengendalian pencemaran lingkungan.

3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan akan dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi,

perumusan, dan penyempurnaan kebijakan dalam melakukan pengendalian pencemaran terhadap lingkungan hidup.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Sungai

Definisi sungai menurut PP No. 38 tahun 2011[7] yaitu alur atau wadah alami dan atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. Menurut Junaidi [8] proses terbentuknya sungai berasal dari mata air yang mengalir di atas permukaan bumi. Proses selanjutnya aliran air akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpas air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai.

B. Limbah Tekstil Tenun Troso

Berdasarkan PP No.22 Tahun 2021[9], limbah adalah sisa suatu usaha/ kegiatan baik dalam bentuk cair, padat maupun yang berupa gas. Limbah industri merupakan salah satu jenis limbah yang dibedakan menurut jenis dan proses industri. Limbah industri sebelum dibuang di penyaluran harus terlebih dahulu dilakukan pra pengolahan agar memenuhi standar.

Limbah cair pada proses produksi kain Troso berasal dari proses pencelupan kain/benang Troso. Limbah cair tekstil ini merupakan limbah kimia karena pewarna yang dipakai menggunakan bahan-bahan kimia. Pada umumnya limbah cair tekstil ini langsung dibuang ke sungai melalui saluran-saluran. Bila air sungai cukup deras dan lancar serta pengenceran cukup maka air limbah tersebut tidak menimbulkan masalah. Tetapi bila daya dukung lingkungan sudah terlampaui, maka air limbah tekstil akan mencemari lingkungan [3].

C. Biji Kelor

Moringa oliefera atau yang biasa dikenal sebagai kelor termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki ketinggian batang 7 – 11 meter. Batang kayunya mudah patah dan cabangnya jarang tetapi mempunyai akar yang kuat. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil tersusun majemuk dalam satu tangkai. Bunganya berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Buahnya berbentuk seperti kacang panjang berwarna hijau dan keras serta memiliki panjang 120 cm.

Biji kelor merupakan bagian dari tanaman kelor (*Moringa oliefera*) yang memiliki

protein dengan konsentrasi tinggi yaitu *polielektrolit kationik*. Protein ini berperan penting sebagai koagulan partikel pada proses penjernihan air. Mekanisme koagulasi biji kelor didominasi oleh proses adsorpsi dan penetralan muatan. Penggunaan biji kelor sebagai koagulan tidak beracun, dapat diuraikan secara biologis dan ramah lingkungan [10].

D. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai biji kelor dan biji pepaya antara lain sebagai berikut :

1. Jurnal milik Irmayana, Eko Prabowo Hadisantoso, dan Soeharti Isnaini [11] yang berjudul “*Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit*” menyatakan bahwa koagulan biji kelor dapat memperbaiki kualitas air limbah cair industri tekstil kulit. Koagulan biji kelor pada dosis 5 gram dapat menurunkan kadar TSS sebesar 0,012 mg/L, COD sebesar 104,96 mg/L, ammonium sebesar 1,7 mg/L. Sedangkan pada dosis 1 gram dapat menurunkan kadar BOD sebesar 20,52 mg/L, warna sebesar 68,518 Pt.Co, krom sebesar 0,483 mg/L dan sulfida sebesar 0,021 mg/L.
2. Jurnal milik Octo Berkat Geal, I Ketut Suada², I Made Merdana [12] yang berjudul “*Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Penanganan Limbah Peternakan Sapi Ditinjau dari Total Coliform dan Total Suspended Solid*” menyatakan bahwa konsentrasi serbuk biji kelor 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L dan lama pengendapan 20 menit, 40 menit, 60 menit berpengaruh menurunkan total bakteri coliform dan nilai TSS limbah peternakan sapi.
3. Jurnal milik Neny Rasnyanti M Aras dan Asriani¹ [5] yang berjudul “*Efektifitas Biji Kelor (Moringa oleifera L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan*” menyatakan bahwa penggunaan koagulan biji kelor dapat memperbaiki kualitas limbah cair industri minuman ringan. Proses pengolahan limbah cair industri minuman ringan menggunakan biji kelor dapat menurunkan kadar kekeruhan, TSS dan COD. Dosis optimum yang paling efektif yaitu pada 1,5 gram koagulan biji kelor dapat menurunkan TSS sebesar 89%, kekeruhan 65% dan COD 88%.

Persamaan penelitian kami dengan jurnal diatas adalah menggunakan biji kelor sebagai koagulan. Sedangkan perbedaannya yaitu sampel yang digunakan adalah limbah sungai Troso dan bahan penjernih yang digunakan merupakan variasi waktu pada proses

perendaman biji kelor

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variasi waktu pengendapan (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, 8 jam)

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Praktik penjernihan limbah sungai Troso dengan koagulan serbuk kelor ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Mei 2022 di Laboratorium IPA Terpadu Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Jepara.

C. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah air limbah tekstil hasil pencelupan kain/benang tenun Troso yang dialirkan ke sungai Troso yang terletak di desa Troso Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara. Limbah sungai Troso yang belum diolah dan ditampung ditempat penampungan sementara kemudian diberikan perlakuan penjernihan serbuk kelor dengan variasi waktu pengendapan (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, 8 jam).

D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan observasi dalam teknik pengumpulan datanya dengan cara mengamati secara langsung parameter yang dilakukan terhadap sampel yang diteliti. Parameter yang diamati adalah bau, warna, endapan, dan pH.

Pengumpulan data dilakukan melalui eksperimen dengan terlebih dahulu melakukan variasi waktu (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, 8 jam) yang setiap perlakuan menggunakan 1 liter air limbah dan 10 gram serbuk biji kelor. Kemudian didapatkan waktu paling efektif serbuk biji kelor untuk menjernihkan air dengan mengamati warna, bau, endapan, dan pH.

E. Prosedur Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak penampung dari plastik, kertas pH, neraca analitik, oven, blender, ayakan, kertas saring, beker gelas, cawan porselen, pengaduk, pipet. Adapun bahan yang digunakan meliputi air limbah sungai

Troso yang belum dilakukan penjernihan, serta serbuk biji kelor Sebelum digunakan, biji kelor dipilih yang sudah tua dari pohon dan dikeringkan selama 1 hari, selanjutnya dikupas kulit luarnya. Biji kelor yang sudah dikupas kulitnya dihaluskan dengan blender lalu serbuk biji kelor diayak dengan ayakan 70 mesh, kemudian disimpan di dalam wadah pada suhu ruangan selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk mengurangi kandungan kadar air di dalam biji kelor.

Tahapan proses penjernihan air limbah tekstil adalah sebagai berikut:

1. 10 gram Serbuk biji kelor kemudian dicampur dengan air limbah tekstil sebanyak 1 liter per dosis setiap perlakuan.
2. Diaduk secara perlahan dan beraturan selama 10 menit dengan kecepatan 100 putaran/menit.
3. Setelah dilakukan pengadukan, air diendapkan dengan variasi waktu (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, 8 jam).
4. Pisahkan air yang jernih dari endapan, pemisahan dilakukan hati-hati agar tidak tercampur dengan endapan.
5. Hasil pemisahan kemudian dilakukan pengamatan karakteristik fisik yaitu suhu, bau, warna, endapan, dan pH.

F. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah proses pengumpulan data. Parameter yang diamati adalah karakter fisik dari limbah sebelum dan sesudah perlakuan. Karakter fisik yang diamati meliputi bau, warna, padatan dan pH. Parameter bau merupakan parameter subjektif karena tergantung pada sensitivitas seorang. Bau pada limbah menunjukkan adanya komponen-komponen lain di dalam air tersebut. Pengukuran bau dilakukan dengan mencium sampel air. Jika air berbau maka air tidak layak digunakan sebagai air bersih. Parameter warna biasanya menunjukkan adanya material atau zat pada limbah yang menyebabkan spektrum warna terjadi, Semakin terang atau jernih warna air maka air tersebut layak digunakan sebagai air bersih. Parameter pengukuran endapan adalah tidak memiliki endapan atau sedikit memiliki endapan pada proses perendaman. Pengukuran pH menggunakan indikator universal dimana rentang pH air bersih yang layak digunakan ialah 6-9 [11].

Data hasil pengamatan bau, warna, endapan, dan pH di analisa menggunakan metode statistik deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan presentasi grafik sebagai dasar untuk mengambil keputusan.

BAB IV HASIL ATAU PEMBAHASAN

A. Karakteristik Awal Limbah Sungai Troso

Limbah sungai Troso merupakan limbah cair tekstil hasil proses produksi kain tenun Troso yang berasal dari industri rumahan di sekitar sungai. Limbah cair tekstil yang belum dilakukan pengolahan ini belum memenuhi baku mutu untuk dibuang ke lingkungan. Perbandingan nilai limbah cair tekstil sebelum dilakukan pengolahan dengan parameter kualitas limbah cair tekstil berdasarkan baku mutu standar nasional, yaitu Peraturan Pemerintah RI No.22 Tahun 2021 [9] dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Perbandingan Baku Mutu air limbah tekstil dengan kualitas limbah sungai Troso

Parameter	Kadar Limbah Sungai Troso	Baku Mutu Limbah Tekstil
Warna	Berwarna	-
Bau	Bau	-
Ketampakan	Keruh	-
pH	6-8	69
TSS	123	≤ 400 mg/L

Secara umum karakteristik awal limbah sungai Troso masih belum memenuhi standar baku mutu yang dianjurkan sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran-saluran. Oleh karena itu diperlukan pengolahan terlebih dahulu untuk memperbaiki kualitas karakteristik limbah sungai Troso.

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah bahan organik yang melayang dan larut dalam air serta berhubungan dengan tingkat kekeruhan air. Data tabel 1 menunjukkan konsentrasi TSS sebesar 123 mg/ L berada di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 400 mg/ L. Keberadaan konsentrasi TSS yang rendah di sepanjang Sungai Troso disebabkan tidak terlalu banyak sampah yang menumpuk di sekitar sungai oleh permukiman penduduk. Namun meskipun kadar TSS cukup rendah, namun harus tetap dilakukan pengawasan.

B. Karakteristik Limbah Sungai Troso Setelah Perlakuan

Karakteristik limbah sungai troso setelah dilakukan perendaman dengan serbuk kelor dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Pengamatan perlakuan variasi waktu pengendapan

Parameter (jam)	Warna	Bau	Endapan	PH
1	Hitam Pekat	Tidak Enak	Tidak Ada	8
2	Hitam Pekat	Tidak Enak	Sedikit	8
3	Hitam	Tidak Enak	Sedikit	7

4	Keabuan Hitam Keabuan	Bau Biji Kelor	Agak Banyak	7
5	Hitam Keabuan	Bau Biji Kelor	Agak Banyak	7
6	Abu-abu Hitam	Bau Biji Kelor	Banyak	7
7	Abu-abu Hitam	Tidak Ada Bau	Banyak	6
8	Jernih Keabuan	Tidak Ada Bau	Banyak	6

Berdasarkan tabel 2 terlihat karakter fisik yang diamati meliputi bau, warna, padatan yang sesuai dengan pengukuran adalah pada variasi pengendapan dengan waktu tinggal 8 jam. Karena kejernihan air terlihat, bau tidak ada, meskipun endapan banyak tetapi mengendap di bawah gelas beker sedangkan air di bagian atasnya tampak jernih. Untuk parameter pH sudah sesuai dengan baku mutu limbah yaitu 6-9.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan eksperimen dapat diambil kesimpulan diantara-Nya:

1. Penggunaan *moringa seed powder* dapat menjernihkan air melalui proses perendaman.
2. Waktu paling efektif untuk penjernihan air adalah 8 jam dengan komposisi 1 liter air limbah sungai Troso dengan 10 gram serbuk biji kelor.

B. Saran

Perlu adanya pembudidayaan tanaman kelor sehingga dapat dimanfaatkan biji nya untuk digunakan dalam penjernihan air limbah sungai Troso dalam skala besar di masyarakat khususnya di desa Troso, kecamatan Pecangaan kabupaten Jepara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Royani, A. S. Fitriana, A. Bias, P. Enarga, and Z. Bagaskara, "Kajian COD dan BOD Dalam Air Di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas," *J. Sains dan Teknol. Lingkung.*, vol. 13, no. 1, pp. 40–49, 2021.

- [2] W. Widyaningsih, S. Supriharyono, and N. Widyorini, "Analisis Total Bakteri Coliform Di Perairan Muara Kali Wisu Jepara," *Manag. Aquat. Resour. J.*, vol. 5, no. 3, pp. 157–164, 2016, doi: 10.14710/marj.v5i3.14403.
- [3] Wasiyanto, "Pengendalian Pencemaran Lingkungan Hidup Pada Industri Tenun Ikat Di desa Troso Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara.," Universitas Diponegoro, 2004.
- [4] R. S. Putra, A. M. Iqbal, I. A. Rahman, and M. Sobari, "Evaluas Perbandingan Koadulan Sintesis Dengan Koagulan Alami Dalam Proses Koagulasi Untuk Mengolah Limbah Laboratorium," *KhazanahJurnal Mhs.*, vol. 11, no. 01, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://journal.uii.ac.id/khazanah/article/view/16687>
- [5] N. R. M. Aras and Asriani, "Efektifitas Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Biokoagulan dalam Menurunkan Cemaran Limbah Cair Industri Minuman Ringan," *J. Sainsmat*, vol. X, no. 1, pp. 42–52, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- [6] A. A. Anggorowati, "Serbuk Biji Buah Semangka Dan Pepaya Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air," *Cakra Kim.*, vol. 9, pp. 18–23, 2021.
- [7] Peraturan Presiden RI, "PP No. 38 Tahun 2011 Tentang Sungai," no. Turnbull 1986, pp. 6–17, 2011.
- [8] Y. K. Ashar, "Analisis Kualitas (BOD, COD, DO) Air Sungai Pesanggrahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkaan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota Depok," Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, 2020.
- [9] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- [10] Riko Putra, Buyung Lebu, MHD Darwis Munthe, and Ahmad Mulia Rambe, "Pemanfaatan Biji Kelor Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Jar Test," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 2, no. 2, pp. 28–31, 2013, doi: 10.32734/jtk.v2i2.1435.
- [11] I. Irmayana, E. P. Hadisantoso, and S. Isnaini, "Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil Kulit," *J. Istek*, vol. 10, no. 2, pp. 48–61, 2017, [Online]. Available: <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/1477/1039>
- [12] O. Berkat Gea et al., "Penggunaan Serbuk Biji Kelor untuk Penanganan Limbah Peternakan Sapi Ditinjau dari Total Coliform dan Total Suspended Solid.," *Indones. Med. Veterinus Mei*, vol. 8, no. 3, pp. 2477–6637, 2019, doi: 10.19087/imv.2019.8.3.303.