

Penyisihan Kadar COD, TSS, dan Minyak Lemak Limbah Cair Industri Batik Dengan Metode Fitoremediasi

Lindayani¹, Ulvi Pri Astuti^{1*}, dan Tanti Utami Dewi¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: ulvipriastuti@ppns.ac.id

Abstrak

Proses Pewarnaan dan pencelupan kain batik merupakan sumber pencemaran lingkungan akibat pewarna sintetis yang digunakan. Kandungan limbah batik seperti COD, TSS dan Minyak lemak yang tinggi menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Salah satu upaya pengelolaan yang dapat dilakukan yaitu dengan fitoremediasi Sistem *Free Water Surface*. Fitoremediator yang digunakan dalam penelitian ini adalah *T. Latifolia*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan *T. latifolia* terhadap penyisihan kadar COD, TSS, dan Minyak Lemak dalam limbah batik, penelitian dilakukan selama 15 hari. Air limbah yang digunakan adalah *efluen* dari salah satu industri batik di Sidoarjo, dengan konsentrasi awal COD sebesar 1.039 mg/l, TSS sebesar 100 mg/l, dan minyak lemak sebesar 30 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *T. latifolia* dapat menyisihkan parameter COD dengan efisiensi 73%, menghasilkan konsentrasi akhir sebesar 280 mg/l; parameter TSS dengan efisiensi 82,8%, menghasilkan konsentrasi akhir sebesar 50 mg/l; dan parameter minyak lemak dengan efisiensi 95%, menghasilkan konsentrasi akhir sebesar 1,5 mg/l.

Keywords: Fitoremediasi, *Free Water Surface*, Limbah batik, *Typha latifolia*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri semakin meningkat dari masa ke masa, salah satunya adalah industri batik yang merupakan karya seni budaya bangsa Indonesia yang telah turun-temurun. Dalam industri batik, pewarnaan adalah proses yang sangat penting dan tidak mungkin ditinggalkan. Proses ini menggunakan pewarna sintesis yang menghasilkan limbah dan dapat mencemari lingkungan.

Industri batik lebih memilih menggunakan pewarna sintesis dibandingkan pewarna alami karena pewarna sintesis memiliki keunggulan, yaitu warna yang dihasilkan lebih stabil dan penggunaannya lebih praktis serta mudah didapat. Namun, sifat stabil pewarna sintesis menyebabkan pewarna ini sulit dan lama terurai di lingkungan, sehingga menjadi polutan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan perairan. Pewarna sintesis mengandung senyawa kimia berbahaya, seperti logam berat krom (Cr), timbal (Pb), nikel (Ni), tembaga (Cu), dan mangan (Mn), yang dapat menyebabkan kanker pada makhluk hidup. Limbah cair dari industri batik mengandung senyawa berbahaya dan dapat meningkatkan COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), serta minyak lemak, yang mengganggu ekosistem perairan (Indrayani & Triwiswara, 2018).

Limbah cair industri batik berpotensi mencemari lingkungan karena belum melalui proses pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Menurut Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah tekstil, parameter yang harus dipatuhi adalah sebagai berikut: kadar BOD maksimal 60 mg/L, kadar COD maksimal 150 mg/L, kadar TSS maksimal 50 mg/L, fenol total maksimal 0,5 mg/L, krom total maksimal 1,0 mg/L, amonia total maksimal 8,0 mg/L, sulfida maksimal 0,3 mg/L, minyak dan lemak maksimal 3,0 mg/L pH antara 6-9, dan debit limbah maksimal 100 m³/ton produk tekstil. Perlunya dilakukan pengolahan limbah cair industri batik agar dibawah baku mutu.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah fitoremediasi dengan sistem *free water surface*, sistem yang pengolahannya menggunakan air mengalir pada permukaan yang terbuka. Fitoremediasi berasal dari Bahasa Yunani “*phyto*” yang berarti tanaman dan bahasa latin “*remedium*” yang berarti membersihkan atau memulihkan. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan pencemaran lingkungan. Tumbuhan membantu membersihkan berbagai jenis polusi, termasuk logam, pestisida, dan minyak bumi. Keunggulan dari teknologi ini hemat biaya yang dapat digunakan untuk meremediasi tanah yang terkontaminasi. Teknologi ini memiliki potensi besar di daerah tropis, karena kondisi iklim mendukung pertumbuhan tanaman dan merangsang aktivitas mikroba (Sukono *et al.*, 2020).

Tanaman yang digunakan sebagai fitoremediator dalam penelitian ini adalah tanaman *T. latifolia*. Tanaman ini banyak kita jumpai pada daerah tropis dan biasanya *T. latifolia* tumbuh berkelompok pada daerah yang tergenang air tanaman *T. latifolia* dapat digolongkan kepada jenis tumbuhan hiperakumulator (Irhamni *et al.*,

2020). Kemampuan tanaman *T. latifolia* dalam menyerap logam dan polutan limbah yang begitu besar. Tanaman *T. latifolia* mampu menurunkan kadar COD 82,2%, Kadar TSS 99%, dan kadar minyak lemak 94% (Thineza., 2023).

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu propagasi, tahap selanjutnya aklimatisasi, RFT dan Fitoremediasi pada tahapan ini dilakukan pengamatan harian morfologi tanaman (Tinggi tanaman, jumlah daun, serta perubahan warna pada daun), pH, dan suhu.

2.2 Persiapan Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah reaktor plastik berukuran (75 x 53 x 45) cm, kran, bak, pH meter, termometer, meteran, tanaman *T. latifolia* dan limbah cair industri batik. Reaktor penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 10. Reaktor Penelitian

2.3 Propagasi

Tahap Propagasi bertujuan untuk memperbanyak tanaman hingga terbentuknya generasi kedua (*second generation*) dari tanaman *T. latifolia*. Tanaman *T. latifolia* generasi kedua ini digunakan untuk tahap aklimatisasi, RFT dan fitoremediasi. Pada tahap propagasi ini, dihasilkan 32 tanaman generasi kedua yang berumur 1 bulan dengan rata-rata tinggi 108 cm. Tanaman *T. latifolia* memiliki usia hidup 4 bulan, mulai muncul tunas baru pada usia 11-14 hari setelah di tanam dalam tahap propagasi, tanaman mulai menguning kemudian menjadi coklat pada usia hidup 4 bulan pada usia ini tunas baru akan mulai muncul.

2.4 Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi bertujuan untuk penyesuaian tanaman *T. latifolia* terhadap lingkungan air limbah yang akan digunakan pada penelitian utama (Al Kholif *et al.*, 2021). Aklimatisasi dilakukan selama 12 hari dengan empat macam presentase volume air limbah yang berbeda 25%, 50%, 75% dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan tanaman *T. latifolia* mampu bertahan pada presentase volume air limbah 80% karena pada presentase tersebut tanaman *T. latifolia* masih mengalami pertumbuhan dan tidak mengalami perubahan warna daun. Suhu air limbah yaitu pada kisaran nilai 27,9°C – 32,17°C, pH 7-9, rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman selama proses aklimatisasi adalah 112 cm.

2.5 Range Finding Test (RFT)

Tahap RFT bertujuan untuk menganalisis kemampuan tanaman dalam menyerap polutan pada konsentrasi yang telah ditentukan (Suryo Purnomo & Wijayanti, 2021). RFT merupakan tahapan lanjutan dari tahap aklimatisasi. RFT berlangsung selama 4 hari dengan presentase volume air limbah 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Presentase volume air limbah yang digunakan pada tahap RFT merupakan hasil dari aklimatisasi yaitu 80% air limbah, bukan presentase 100% air limbah. Hasil percobaan RFT tanaman *T. latifolia* dapat bertahan sampai paparan presentase volume air limbah 80% dan tidak terdapat efek seperti layu, daun mengering dan perubahan warna pada daun tanaman. Selama proses RFT dilakukan pengamatan pH antara 6-8 dan nilai suhu antara 28 °C - 31 °C. rata-rata tinggi tanaman 138 cm, setiap tanaman *T. latifolia* memiliki jumlah daun sebanyak 6.

2.6 Fitoremediasi

Penelitian utama yaitu tahap uji fitoremediasi dengan sistem kontinu selama 15 hari, pengambilan sampel dilakukan setiap 3 hari sekali bertujuan untuk mengetahui kandungan limbah hasil dari fitoremediasi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Tanaman *T. latifolia* yang digunakan dalam penelitian ini berusia 2 bulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Limbah Awal

Karakteristik limbah awal dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

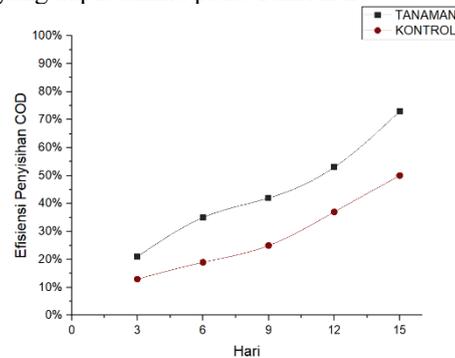
Tabel 2. Karakteristik limbah cair industry batik

No	Parameter	Hasil	Baku Mutu Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013	Keterangan
1	COD	1.086 (mg/L)	150 (mg/L)	Tidak memenuhi
2	TSS	100 (mg/L)	50 (mg/L)	Tidak memenuhi
3	Minyak lemak	30 (mg/L)	30 (mg/L)	Memenuhi
4	pH	9	6-9	Memenuhi

Berdasarkan hasil uji karakteristik, limbah cair industri batik memiliki nilai yang melebihi baku mutu menurut Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan. Metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yaitu menggunakan metode fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman *T. latifolia*.

3.2 Analisa Parameter COD

Hasil analisa kadar COD selama tahap fitoremediasi selama 15 hari disajikan dalam presentase efisiensi penyisihan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



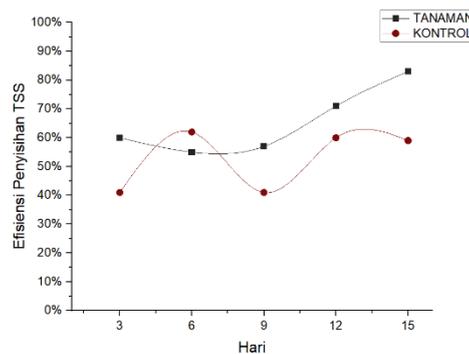
Gambar 11. Grafik Efisiensi Penyisihan COD

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan kadar COD semakin meningkat jika dibandingkan dengan reaktor kontrol yang hasilnya fluktuatif. Pada perlakuan kontrol terjadi penurunan kadar COD sebesar 522 mg/l dengan nilai efisiensi penyisihan 50%. Sedangkan pada perlakuan reaktor yang berisi tanaman *T.latifolia* penurunan kadar COD sebesar 280 mg/l dengan nilai efisiensi penyisihan 73%..

T. latifolia efektif untuk menurunkan COD pada air limbah batik, Penurunan COD ini karena mikroba akan menguraikan bahan organik menjadi zat yang sederhana dan bermanfaat oleh vegetasi yang berfungsi sebagai nutrient. Akar tanaman mempunyai pengaruh dalam menurunkan COD karena pada tanaman akan menghasilkan oksigen yang berguna sebagai sumber energi yang dimanfaatkan untuk proses metabolisme pada mikroorganisme, Sehingga bahan organik dapat diuraikan secara biologis (Kartika *et al.*, 2017)

3.3 Analisa Parameter TSS

Hasil analisa kadar TSS selama tahap fitoremediasi selama 15 hari disajikan dalam presentase efisiensi penyisihan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.

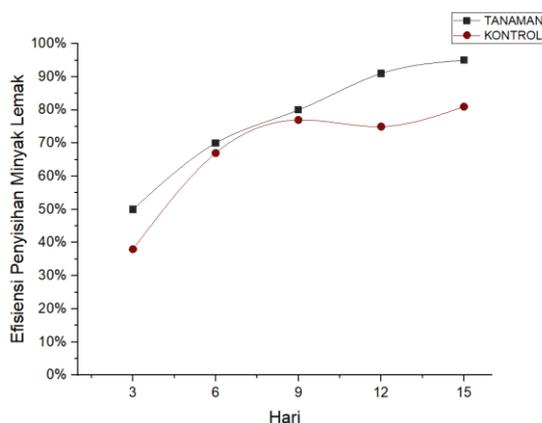


Gambar 12. Grafik Efisiensi Penyisihan TSS

Efisiensi penyisihan kadar TSS pada reaktor tanpa tanaman mampu menurunkan TSS sebesar 58,6% hingga didapatkan hasil akhir nilai TSS sebesar 120 mg/L. Reaktor fitoremediasi dengan tanaman mampu menurunkan TSS sebesar 82,8% hingga didapatkan hasil akhir nilai TSS sebesar 50 mg/L. Tanaman memiliki akar serabut mempunyai kemampuan untuk menyerap partikel koloid yang pada air limbah melalui akar, pada akar tanaman akan terjadi filtrasi atau fungsi rhizofiltrasi pada tahap ini akar tanaman dapat menahan partikel-partikel solid yang terdapat pada air limbah (Novita, 2020). Selain faktor tanaman efisiensi penyisihan juga disebabkan oleh proses sedimentasi yang dipengaruhi oleh gravitasi bumi sehingga semakin lama waktu tinggal, maka *suspended solid* akan mengendap.

3.4 Analisa Parameter Minyak Lemak

Hasil analisa kadar Minyak lemak selama tahap fitoremediasi selama 15 hari disajikan dalam presentase efisiensi penyisihan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 13. Grafik Efisiensi Penyisihan Minyak lemak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan kadar minyak lemak pada reaktor tanpa tanaman mampu menurunkan minyak lemak sebesar 81% hingga didapatkan hasil akhir nilai minyak lemak sebesar 5,7 mg/L. Reaktor fitoremediasi dengan tanaman mampu menurunkan minyak lemak sebesar 95% hingga didapatkan hasil akhir nilai minyak lemak sebesar 1,5 mg/L.

Penyerapan minyak dan lemak pada air limbah terjadi di akar tanaman yang mana akar tanaman *T. latifolia* memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat menyerap minyak dan lemak serta mengakumulasi air dan nutrisi yang penting untuk pertumbuhan tanaman beserta kontaminan lainnya (Aghni, 2020). Selain penyerapan minyak dan lemak pada akar tanaman, penurunan minyak dan lemak juga dapat disebabkan aliran kontinu yang dapat membantu meratakan distribusi oksigen secara merata. Pemerataan oksigen ini akan membantu mikroba untuk mengurangi kandungan minyak dan lemak (Novita, 2020)

1.5 Uji Two Way Manova

Uji statistik MANOVA dilakukan untuk menentukan pengaruh variasi konsentrasi air limbah dan variasi waktu kontak terhadap penurunan parameter COD, TSS, dan Minyak lemak. Hasil uji MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Hasil uji Manova

No	Effect	Nilai Sig	Keterangan
1	Waktu Kontak	0.001	Berpengaruh
2	Variasi Tanaman	0.000	Berpengaruh
3	Waktu Kontak* Variasi Tanaman	0.000	Berpengaruh

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan hasil Sig. sebesar 0,001 pada variabel waktu kontak, variasi tanaman 0.000, serta interaksi pots variabel (Waktu Kontak dan Variasi Tanaman) 0.000 yang berarti nilai tersebut <0,005. Hal tersebut menunjukkan bahwa H_{0a} ditolak dan H_{1a} diterima dengan nilai signifikansi <0,005 sehingga waktu kontak dan variasi tanaman memiliki pengaruh terhadap efisiensi penyisihan COD, TSS, dan Minyak lemak.

4. KESIMPULAN

Tanaman *T. latifolia* mampu menyisihkan kadar COD dengan nilai efisiensi sebesar 73%, menyisihkan kadar TSS dengan nilai efisiensi sebesar 82,8%, dan menyisihkan kadar Minyak lemak dengan nilai efisiensi sebesar 95%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aghni, Geo Bintang Sukono, dkk. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, Vol. 2, No. 2.
- Al Kholif, M., Istaharoh, I., Pungut, Sutrisno, J., & Widyastuti, S. (2021). Penerapan Teknologi Fitoremediasi untuk Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 6, No. 2, 77-85.
- Indrayani, L., & Triwiswara, M. (2018). Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Dinamika Kerajinan Dan Batik*, Vol. 35, No. 1, 53-66.
- Irhamni, I., Purba, E., Hasan, W., & Pandia, S. (2020). The Effect of Leachate Concentration on Typha Latifolia Plants. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, Vol. 75, No. 3, 1-12.
- Kartika, Yetty, N. H., Budi, T. P., & Djuhriah, N. (2017). Perbedaan Waktu Tinggal Tanaman Cattail (Typha angustifolia) terhadap Penurunan Kadar COD Air Limbah Domestik Kantin. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, Vol. 11, No. 1, 196-201
- Novita, E. (2020). Fitoremediasi air limbah laboratorium analitik universitas jember dengan pemanfaatan tanaman eceng gondok dan lembang. 7(January), 121-135.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, Vol. 2, No. 2, 40-47.
- Suryo Purnomo, Y., & Wijayanti, F. D. (2021). Pengolahan Limbah Cair Bengkel Dengan Menggunakan Grease Trap Dan Fitoremediasi. *EnviroUS*, Vol. 2, No. 1, 114–122.
- Thineza Ardea Pramesti, & Mohamad Mirwan. (2023). Penurunan TSS, COD, dan Total-Nitrogen pada Air Lindi dengan Metode Constructed Wetland Tanaman Typha Angustifolia. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, Vol. 2, No. 4, 745-753.