

# Analisis Penurunan Kadar COD, TSS, Minyak dan Lemak Menggunakan Metode Fitoremediasi dengan Tanaman Eceng Gondok

Muhammad Rizqy Dwi Aditya<sup>1</sup>, Ulvi Pri Astuti<sup>1\*</sup>, dan Tanti Utami Dewi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: [ulvipriastuti@ppns.ac.id](mailto:ulvipriastuti@ppns.ac.id)

## Abstrak

Limbah cair industri batik mengandung senyawa beracun yaitu zat warna yang berasal dari air cucian proses pewarnaan. Limbah cair industri batik mempunyai konsentrasi kadar COD sebesar 936 mg/L, kadar TSS sebesar 185 mg/L, pH sebesar 8, kadar lemak sebesar 22 mg/L. Parameter tersebut melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/atau Kegiatan Industri Tekstil. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efisiensi penyisihan parameter COD, TSS dan Minyak lemak limbah industri batik menggunakan tanaman Eceng gondok dengan sistem kontinu. Tahapan yang dilakukan selama penelitian ini yaitu propagasi, aklimatisasi, *range finding test (RFT)*, dan fitoremediasi. Hasil dari penelitian ini adalah tanaman Eceng gondok dapat menyisihkan parameter COD sebesar 80% dengan konsentrasi akhir 189 mg/L, parameter TSS sebesar 84% dengan konsentrasi akhir 30 mg/L, dan parameter Minyak lemak 95% dengan konsentrasi akhir 30 mg/L.

**Keywords:** Aklimatisasi, Eceng Gondok, Fitoremediasi, Limbah Batik, *Range Finding Test*.

## 1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya jumlah konsumen batik, perusahaan batik saat ini melakukan kegiatan produksi dalam skala besar. Industri batik menghasilkan limbah cair, yaitu 80% dari total air yang digunakan dalam produksi batik (Suharto *et al.*, 2013). Limbah cair industri batik mengandung senyawa beracun yaitu zat warna yang berasal dari air cucian pada proses pewarnaan. Hal ini menyebabkan badan air atau aliran sungai memiliki kualitas yang tidak layak untuk digunakan, oleh karena itu harus dicegah untuk mencegah kontaminasi pada badan air (Rachmi, 2017).

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 tentang baku mutu limbah cair bagi industri atau kegiatan usahalainnya di Jawa Timur, khusus untuk industri tekstil, baku mutu limbah cair untuk parameter COD 150 mg/l, parameter Minyak lemak 3.0 mg/l, dan untuk parameter TSS adalah 50 mg/l. Agar memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka harus dilakukan pengolahan terhadap limbah ini sebelum dibuang ke badan air. Salah satu langkah yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan tumbuhan air untuk menanggulangi jumlah pencemar dengan cara menyerap, mengumpulkan dan mendegradasi bahan-bahan pencemar tertentu yang terdapat dalam limbah, yang dikenal dengan fitoremediasi (Suharto *et al.*, 2013).

Fitoremediasi merupakan teknologi yang memanfaatkan tanaman untuk mengolah air limbah, sederhana dan mudah dilakukan, serta biayanya rendah. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediasi yaitu Eceng gondok merupakan tanaman air yang berpotensi sebagai komponen dalam membersihkan air limbah. Tanaman ini dapat menyerap bahan pencemar dengan akarnya yang serabut dan lebat. Pada akar Eceng gondok, mikroorganisme yang berada pada permukaan akar menguraikan bahan organik dan partikel yang menempel pada akar. Penurunan polutan limbah dapat terjadi karena mikroorganisme mengurai bahan organik pada akar tanaman untuk fotosintesis. Kemampuan tanaman air banyak digunakan untuk menyerap senyawa pencemar dalam air limbah (Cahyanto *et al.*, 2018). Salah satu kegunaan Eceng gondok adalah sebagai agen fitoremediasi untuk menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand (COD)*. COD adalah oksigen kimia yang dibutuhkan untuk menguraikan semua bahan organik dalam air (Putri *et al.*, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suharto *et al.*, (2013), fitoremediasi limbah cair batik dengan Eceng gondok dapat menurunkan kadar TSS sebesar 67,3%.

Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kadar COD, TSS dan Minyak lemak pada limbah cair industri batik memanfaatkan tanaman Eceng gondok dengan metode *Constructed Wetland*. Aplikasi yang dilakukan untuk penelitian ini adalah menggunakan sistem kontinu.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahapan, yaitu propagasi tanaman, aklimatisasi tanaman, *Range Finding Test* dan tahapan inti fitoremediasi.

### 2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu reaktor berbahan plastik (75 cm x 53 cm x 45 cm), jirigen untuk pengambilan sampel air limbah, meteran, kran, pH meter, termometer, dan bak. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu tanaman Eceng gondok, limbah cair industri batik, air kran PDAM. Reaktor penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor Penelitian Inti

### 2.2. Tahapan Penelitian

#### a. Tahap propagasi

Tahap propagasi bertujuan untuk memperbanyak tanaman dilakukan minimal selama satu bulan. Propagasi tanaman Eceng gondok dengan cara mengambil tanaman induk dari sungai kemudian di dimasukkan ke dalam reaktor yang berisi air PDAM *Echhornia crassipes* yang digunakan untuk fitoremediasi berumur 30 hari yang paling efektif dalam menyerap polutan limbah (Kencana & Radityaningrum, 2022). Tunas yang akan digunakan pada proses aklimatisasi, *Range Finding Test*, dan fitoremediasi adalah tunas yang telah berumur minimal 1 (satu) bulan, memiliki lebar daun 12 cm, dan memiliki jumlah daun minimal 6 buah per individu.

#### b. Tahap Aklimatisasi

Setelah proses propagasi tanaman *Echhornia crassipes* dilanjutkan dengan tahap aklimatisasi. Tujuan aklimatisasi adalah untuk menyesuaikan dan menstabilkan adaptasi tanaman dengan lingkungan baru (reaktor) sebelum dilakukannya penelitian utama (Ratnani *et al.*, 2011). Aklimatisasi tanaman Eceng gondok menggunakan air limbah dengan persentase volume 25%, 50%, 75% dan 100%. Tahap ini seharusnya berlangsung selama 12 hari, namun pada hari ke 10 dengan tanaman 100% tanaman mengalami kematian.

#### c. Tahap *Range Finding Test* (RFT)

Setelah proses aklimatisasi dilakukan, selanjutnya proses RFT berfungsi untuk menentukan konsentrasi air limbah yang dapat diterima oleh tanaman (Ratnani *et al.*, 2011). Tahapan RFT dilakukan selama 96 jam atau 4 hari yang mengacu pada USEPA, RFT ini dilakukan pada presentase volume 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Tanaman Eceng gondok dapat bertahan pada presentase volume air limbah 80% tanaman tidak mengalami kematian.

#### d. Uji Fitoremediasi

Uji fitoremediasi menggunakan sistem kontinu dengan waktu kontak 15 hari. Pengambilan sampel dilakukan secara grab sampling sesuai SNI 6989.59.2008, setiap 3 hari sekali (hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15) bertujuan untuk mengetahui kandungan limbah hasil dari fitoremediasi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Tanaman *Echhornia crassipes* yang digunakan dalam penelitian inti berusia 2 bulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Karakteristik Limbah Cair Batik

Limbah cair yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair batik dari salah satu industri batik di daerah Jetis, Sidoarjo. Uji karakteristik air limbah batik digunakan untuk mengetahui konsentrasi polutan pada air limbah sebelum diolah menggunakan metode fitoremediasi. Karakteristik limbah cair industri batik, dapat dilihat pada Tabel 1.

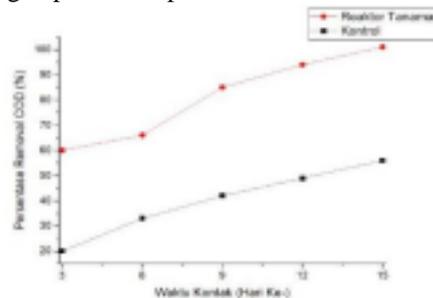
**Tabel 1.** Karakteristik limbah cair industri batik

No.	Parameter	Hasil	Baku Mutu Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013	Keterangan
1.	COD	936 (mg/L)	150 (mg/L)	Tidak memenuhi
2.	Minyak & Lemak	22 (mg/L)	3,0 (mg/L)	Tidak memenuhi
3.	TSS	185 (mg/L)	50 (mg/L)	Tidak memenuhi
4.	pH	8	6-9	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 1 hasil uji karakteristik, limbah cair batik memiliki nilai polutan yang melebihi baku mutu menurut Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013. Sehingga, perlu adanya pengolahan sebelum limbah cair tersebut dibuang ke lingkungan. Metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yaitu fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman *Echhornia crassipes*.

### 3.2. Analisa Parameter COD

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

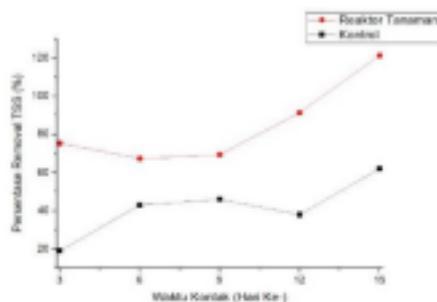
**Gambar 2.** Grafik presentase efisiensi penyisihan COD

Nilai awal kadar COD sebelum perlakuan fitoremediasi sebesar 936 mg/l. Berdasarkan grafik efisiensi pada Gambar 2, reaktor fitoremediasi menggunakan *Echhornia crassipes* mengalami efisiensi penyisihan sebesar 80% pada hari ke 15 yaitu dengan nilai akhir sebesar 189 mg/l. jika dibandingkan dengan reaktor kontrol pada hari ke 15 efisiensi penyisihan hanya mencapai 56% dengan nilai akhir sebesar 414 mg/l. Hal ini disebabkan oleh mikroorganisme yang terdapat pada akar *Echhornia crassipes*, proses fitoremediasi ini memiliki peranan penting dalam menyerap kandungan pencemar organik. Tumbuhan dapat menyerap pencemar sejauh akar tanaman tersebut tumbuh. Mikroorganisme yang tumbuh pada akar *Echhornia crassipes* ini semakin efektif dalam menurunkan nilai COD karena jumlah mikroorganisme semakin banyak dan semakin mampu beradaptasi dengan lingkungan (Yuliana, 2017).

Kenaikan nilai penyisihan COD semakin hari semakin meningkat. Hal ini terjadi karena proses degradasi COD mulai efektif ketika mikroorganisme di dalam akar sudah mulai bertambah dalam jumlah yang banyak. Kenaikan penyisihan pada reaktor tanaman terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tumbuhan (Raissa, 2017).

### 3.3. Analisa Parameter TSS

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



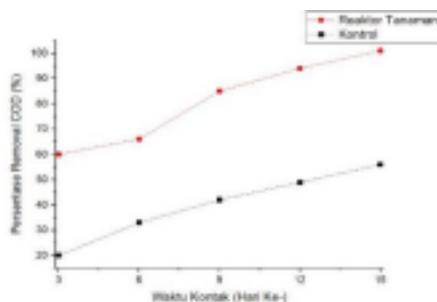
**Gambar 3.** Grafik presentase efisiensi penyisihan TSS

Nilai awal kadar TSS sebelum perlakuan fitoremediasi sebesar 185 mg/l. Berdasarkan grafik efisiensi pada Gambar 3, pada hari ke-15 didapatkan efisiensi penyisihan 84% untuk reaktor dengan tanaman *Echhornia crassipes*, dengan nilai akhir kadar TSS sebesar 30 mg/L. Untuk reaktor tanpa tanaman didapatkan efisiensi penyisihan 62% dengan nilai akhir sebesar 70 mg/l. Hasil akhir TSS sudah dibawah baku mutu Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 TSS sebesar 50 mg/l.

Penurunan konsentrasi TSS pada fitoremediasi bermedia *Echhornia crassipes* tidak terlepas dari kemampuan tanaman air dalam menahan padatan tersuspensi melalui akar dan batang *Echhornia crassipes*. Pengaruh tanaman air dalam menurunkan jumlah padatan tersuspensi total (TSS) yang terkandung dalam air limbah adalah dengan adanya mekanisme pengendapan yang terjadi melalui tubuh tanaman terutama dibagian akar, karena salah satu tahapan dalam mekanisme fitoremediasi adalah adanya proses rhizofiltrasi. Rhizofiltrasi adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar (Kalsum, 2014).

#### 3.4. Analisa Parameter Minyak dan Lemak

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



**Gambar 4.** Grafik presentase efisiensi penyisihan Minyak dan Lemak

Nilai awal kadar Minyak dan lemak sebelum perlakuan fitoremediasi sebesar 22 mg/l. Berdasarkan grafik efisiensi, pada hari ke-15 didapatkan efisiensi penyisihan 95% untuk reaktor dengan tanaman *Echhornia crassipes*, dengan nilai akhir kadar Minyak dan lemak sebesar 1,05 mg/L. Untuk reaktor tanpa tanaman didapatkan efisiensi penyisihan 88% dengan nilai akhir sebesar 2.7 mg/l. Hasil akhir sudah dibawah baku mutu Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 TSS sebesar 50 mg/l.

Penurunan minyak dan lemak ini terjadi karena adanya mekanisme fitoakumulasi yang dilanjutkan dengan rhizodegradasi yang akan menurunkan kandungan minyak dan lemak dalam air limbah (Bahtiar & Hidayat, 2019). Selain penyerapan minyak dan lemak pada akar tanaman, penurunan minyak dan lemak juga dapat disebabkan aliran air yang mengalir sehingga dapat membantu meratakan distribusi oksigen secara merata. Pemerataan oksigen ini akan membantu mikroba untuk mengurangi kandungan minyak dan lemak (Novita, 2015).

#### 3.5. Uji TWO WAY MANOVA

Uji analisa MANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Hasil uji MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji TWO WAY MANOVA.

No.	Effect	Nilai Sig	Batas Sig	Kesimpulan
1.	Waktu Kontak	0.000	<0,05	Berpengaruh
2.	Ketersediaan Tanaman	0.001	<0,05	Berpengaruh
3.	Waktu Kontak* Ketersediaan Tanaman	0.000	<0,05	Berpengaruh

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan hasil Sig. sebesar 0,000, yang berarti nilai tersebut < 0,05 (H<sub>0</sub> diterima). Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh pada waktu kontak fitoremediasi terhadap penyisihan parameter COD, TSS dan Minyak lemak.

#### 4. KESIMPULAN

Tanaman Eceng gondok mampu menyisihkan kadar COD dengan nilai efisiensi sebesar 80%, menyisihkan kadar TSS dengan nilai efisiensi sebesar 80%, dan menyisihkan kadar Minyak lemak dengan nilai efisiensi sebesar 95%.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, L. A., & Hidayat, J. W. (2019). Pengaruh Bioremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Terhadap Penurunan Amoniak, Ph, Minyak Dan Lemak Pada Limbah Minyak Mentah Wonocolo Bojonegoro. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur (Sentikuin)*, 2, 1–7.
- Cahyanto, T., Sudjarwo, T., Larasati, S. P., & Fadillah, A. (2018). Fitoremediasi Air Limbah Pencelupan Batik Parakanyasag Tasikmalaya Menggunakan Ki Apu (*Pistia Stratiotes L.*). *Scripta Biologica*, 5(2), 83–89.
- Dea Ghiovani Raissa Dan Bieby Voijant Tangahu. (2017). Fitoremediasi Air Yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). *Jurnal Teknik Its*, 6(2), 7–11.
- Kalsum, S. U., Napoleon, A., & Yudono, B. (2014). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*), Hydrilla (*Hydrilla Verticillata*), Dan Rumput Payung (*Cyperus Alterni-Folius*) Dalam Pengolahan Limbah Grey Water. *Jurnal Penelitian Sains*, 17(1), 20–25.
- Kencana, E. M., & Radityaningrum, A. D. (2022). Kombinasi Filtrasi Dan Fitoremediasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Dampak*, 19(2), 56.
- Novita, Eka. (2015). Circulation Effect Of Coffee Wastewater In Water Hyacinth Phytoremediation. *The 1st Young Scientist International Conference Of Water Resources Development And Environmental Protection*.
- Putri, S. M., Miharjo, E. S., & Kurniawati, S. (2023). Pemanfaatan Tumbuhan *Typha Latifolia* Sebagai Agen Fitoremediasi Dalam Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Multidisipliner Keilmuan*, 1(4), 218–226.
- Rachmi, I. S. (2017). Tingkat Pengetahuan, Sikap Dan Perilaku Pemilik Industri Batik Dalam Mengolah Limbah Produksi Batik Di Kampung Batik Jetis Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo (Studi Kasus Di Kampung Batik Jetis Kecamatan Sidoarjo Kabupaten Sidoarjo). *Swara Bumi*, 1(1), 1–5.
- Ratnani, R. D., Hartati, I., & Kurniasari, L. (N.D.). Pemanfaatan Eceng Gondok ( Eceng gondok) Untuk Menurunkan Kandungan Cod ( Chemical Oxygen Demond ), Ph, Bau, Dan Warna Pada Limbah Indah Hartati Laeli Kurniasari, 41–47.
- Suharto, B., Wirosodarmo, R., & Sulanda, R. H. (2013). Pengolahan Limbah Batik Tulis Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok ( Eceng gondok) Batik Waste Reduction With Phytoremediation Using Water Hyacinth Plants ( Eceng gondok) Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 14–19.
- Yuliana Herman Welhelms Djo, Dwi Adhi Suastuti, Iryanti E. Suprihatin, W. D. S., & Program. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Cod Dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal Of Applied Chemistry)*, 5(2), 137–144.