

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemakaian batik terus berkembang, terutama sejak pengakuan dunia oleh *United Nation Educational Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) pada tanggal 2 Oktober 2009, bahwa batik adalah asli warisan budaya Indonesia. Batik tidak hanya sebagai budaya, tetapi juga sebagai identitas, dan jati diri. Batik menunjukkan ciri khas suatu daerah. Batik banyumas berkembang pada wilayah Banyumas dan pesisir selatan. Produksi batik banyumas tersebar di beberapa wilayah, yang paling banyak di wilayah Sokaraja. Guna meningkatkan budaya batik, maka pemerintah telah membuat kebijakan penerapan pemakaian seragam batik bagi pegawai dan pelajar pada hari tertentu. Seperti pada Pemerintah kabupaten Banyumas, pemakaian batik diatur melalui Peraturan Daerah Banyumas No. 6 Tahun 2019 dan Permendikbudristek No. 50 Tahun 2022.

Dampak dari adanya peraturan pemerintah tersebut, maka kebutuhan batik juga meningkat, dan jumlah industri batik juga berkembang. Perkembangan industri batik selain mendatangkan dampak positif, namun juga terdapat dampak negatif (Aryani *et al.*, 2004). Seiring dengan semakin meningkatnya industri batik, selalu diikuti oleh permasalahan lingkungan. Masalah lingkungan hidup tersebut erat kaitannya dengan pencemaran limbah. Limbah merupakan hasil samping proses produksi. Limbah yang

dibuang ke lingkungan menimbulkan pencemaran (Rintayati, 2011). Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Pencemaran limbah batik berasal dari bahan kimia pewarna. Industri batik berpotensi menghasilkan limbah dengan tingkat cemaran yang tinggi. Limbah batik memiliki potensi ancaman penting dalam kehidupan manusia, air dan tanah (Rintayati, 2011). Air limbah yang berasal dari pewarnaan menyebabkan masalah terhadap lingkungan (Sari *et al.*, 2015).

Permasalahan limbah batik yang tidak dikelola, berakibat pada terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Pencemaran berakibat pada kerusakan struktur dan fungsi dasar ekosistem. Masyarakat disekitar lokasi industri batik sering merasa terganggu akibat buangan dari air limbah batik. Pengelolaan limbah batik harus diperhatikan dengan tujuan meminimalisir pencemaran terhadap air, tanah, dan udara, untuk mencegah dampak buruk kesehatan (Kuncoro, 2011).

Proses produksi batik menggunakan air dalam volume yang besar. Sebagian kegiatan itu membutuhkan air permukaan yaitu air sumur dan sungai, sementara kualitasnya menurun akibat dari pembuangan air limbah batik. Setiap tahap proses produksi batik memerlukan air dalam jumlah yang

banyak, akhirnya volume air limbah yang dihasilkan juga besar. Secara umum, sumber air limbah batik berasal dari proses pewarnaan, pelorodan dan pencucian. Limbah sisa zat pewarna yang dibuang, merupakan senyawa organik *nonbiodegradable* (Riyani *et al.*, 2012). Seringkali limbah batik dibuang sembarangan pada saluran drainase (Indarsih *et al.*, 2011), dan mengakibatkan lingkungan menjadi tercemar dan tidak sehat (Nurroisah *et al.*, 2014). Setiap industri memproduksi kain batik sejumlah 80 - 300 potong. Air limbah yang dibuang bisa 80% dari total volume air yang dipergunakan (Murniati *et al.*, 2015). Volume air limbah batik berkisar 61,9 liter per potong kain (Nindita, 2015). Berdasarkan survey pendahuluan, sejumlah 18 unit industri batik yang ada di Kampung Batik Sawunggaling Sokaraja, tidak ada yang memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sehingga volume air limbah yang dibuang setiap industri batik diperkirakan sebesar 5 – 20 m<sup>3</sup>/hari.

Mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, lampiran XLII baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil/batik, parameter yang menjadi acuan adalah BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, fenol total, Cr<sup>6+</sup>, amonia total (NH<sub>3</sub>-N), sulfida (sebagai S), minyak dan lemak, dan pH. Disamping parameter tersebut, masyarakat merasa ada beberapa parameter yang sangat mengganggu seperti warna, bau, dan dimungkinkan terdapat beberapa bahan pencemar lainnya. Bahan pencemar tersebut muncul seiring dengan perkembangan bahan kimia yang digunakan untuk pewarnaan. Pewarnaan yang kompleks memberikan

andil dalam pencemaran lingkungan. Zat pewarna yang digunakan hanya sekitar 5% dan sisanya sebagai limbah (Suprihatin, 2014).

Guna menangani permasalahan limbah batik, maka alternatif pengolahan limbah yang ramah lingkungan seyogyanya dilakukan, dengan biaya yang terjangkau (Girdhar & Raj, 2014). Pengelolaan limbah batik meliputi penguasaan teknologi pengolahan, manajemen dan kepedulian lingkungan. Air limbah batik harus diolah terlebih dahulu. Beberapa metode pengolahan air limbah seperti secara fisik, kimia maupun biologi. Pengolahan air limbah batik yang diminati adalah berbiaya rendah, terjangkau, dan mudah dalam operasionalnya.

Secara teknis, pengolahan air limbah batik dapat dilakukan menggunakan metode secara fisik, kimia dan biologi. Pengolahan secara fisik bertujuan mengisolasi dan meningkatkan stabilitas zat yang terkontaminasi, seperti filtrasi, sedimentasi, dan lainnya. Pengolahan secara kimia menggunakan bahan kimia untuk menghilangkan kontamin. Mekanisme ini biasanya adsorpsi, koagulasi, katalisis, pertukaran ion, oksidasi dan reduksi (Shen *et al.*, 2022). Melalui proses koagulasi dan flokulasi maka akan terbentuk lumpur. Pengolahan secara biologi dapat dilakukan beberapa metode seperti lumpur aktif, bioremediasi, fitoremediasi, dan lainnya. Metode gabungan menghasilkan pengolahan yang lebih baik (Watharkar *et al.*, 2013). Penerapan metode fisik-kimia sering dilakukan untuk meningkatkan efisiensi remediasi (Chang *et al.*, 2016), serta membutuhkan biaya yang besar (Shen *et al.*, 2022). Sedangkan pengolahan secara biologi memiliki kelebihan yaitu

efektivitas biaya dan ramah lingkungan (Jacob *et al.*, 2018). Metode pengolahan limbah secara biologi dikenal sebagai bioremediasi.

Bioremediasi merupakan salah satu cara penanganan limbah yang memanfaatkan agen biologis. Menurut United States Environmental Protection Agency, bioremediasi adalah suatu proses alami untuk membersihkan bahan-bahan kimia berbahaya (Kang, 2014). Pengembangan bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Selain hemat biaya, dapat juga dilakukan secara in-situ langsung di tempat dan prosesnya alamiah. Laju degradasi mikroba terhadap bahan pencemar tergantung pada beberapa faktor, yaitu aktivitas mikroba, nutrisi, derajat keasaman dan faktor lingkungan. Teknologi bioremediasi ada dua jenis, yaitu ex-situ dan in-situ. Ex-situ adalah pengelolaan yang meliputi pemindahan secara fisik bahan-bahan yang terkontaminasi ke suatu lokasi untuk penanganan lebih lanjut, sedangkan teknologi in-situ adalah perlakuan yang langsung diterapkan pada bahan-bahan kontaminan di lokasi tercemar (Priyanka *et al.*, 2022).

Bioremediasi menggunakan organisme hidup seperti bakteri, ganggang, jamur dan tumbuhan untuk mengekstraksi atau menurunkan kontaminan dari lingkungan (Canales-Pastrana & Paredes, 2013). Tujuan dari bioremediasi adalah merehabilitasi lahan tercemar senyawa toksik yang relatif persisten atau sulit didegradasi. Limbah batik merupakan limbah dalam kategori tersebut. Optimalisasi penyerapan parameter bahan pencemar pada air limbah batik dapat dilakukan oleh berbagai jenis tumbuhan sebagai model

penyerapan (Coinchelin *et al.*, 2014). Bioremediasi memberikan alternatif yang ramah lingkungan untuk pengolahan polutan. Bioremediasi menggunakan tumbuhan disebut sebagai fitoremediasi (Mani & Kumar, 2014). Fitoremediasi menggunakan tumbuhan yang mampu hidup pada lokasi tercemar (Palma-Cruz *et al.*, 2016). Beberapa tumbuhan air seperti *Eichhornia crassipes* (Mart.) (eceng gondok) (Borker *et al.*, 2013), *Pistia stratiotes* L. (apu-apu) (Farnese *et al.*, 2014), *Hydrilla verticillata* (L.f.) (Shrivastava & Srivastava, 2021) dan tumbuhan air lainnya. Tumbuhan tersebut ini sangat mudah dijumpai pada area sekitar lokasi penelitian, jumlahnya melimpah, dan sering disebut sebagai gulma. Banyak jenis gulma yang dapat digunakan untuk menyerap polutan yang terdapat pada limbah batik (Palma-Cruz *et al.*, 2016).

Bioremediasi menggunakan tumbuhan harus mudah diperoleh, tumbuh dengan cepat, memiliki kanopi padat, toleran terhadap kontaminan (Guala *et al.*, 2011), memiliki potensi produksi biomassa yang tinggi, dan memiliki sistem perakaran yang banyak (Shen *et al.*, 2022). Bioremediasi sangat dipengaruhi oleh interaksi tumbuhan dengan komunitas endofilik atau *rhizospheric* yang hidup bebas atau mikroorganisme simbiotik, termasuk bakteri dan jamur (Agostini *et al.*, 2013), sehingga tumbuhan akan tumbuh dan berkembangbiak dengan baik (Meitei & Prasad, 2016). Kombinasi tumbuhan dan mikroorganisme menjadi pendekatan yang lebih baik untuk mencapai remediasi lingkungan yang terkontaminasi (Agostini *et al.*, 2013).

Proses bioremediasi di alam biasanya dilakukan secara simbiosis mutualisme oleh bakteri indigenous yang hidup menempel pada akar tumbuhan. Bakteri indigenous membentuk konsorsium bakteri yang hidup bersama dan saling menguntungkan. Konsorsium bakteri lignolitik pendegradasi yang mampu menurunkan warna 70 – 80% zat pewarna azo dalam waktu 48 jam. Konsorsium menunjukkan dekolorisasi pewarna 84% dan penyisihan COD 89% dalam limbah industri tekstil (Thiruppathi *et al.*, 2021). Mekanisme kerja konsorsium bakteri dalam penghilangan pewarna diidentifikasi sebagai biodegradasi enzimatik yang menguntungkan karena biotransformasi lengkap pewarna menjadi senyawa tidak beracun. Konsorsium bakteri indigenous dapat digunakan sebagai kandidat potensial dalam proses fitoremediasi dalam pengolahan air limbah batik.

Pengelolaan limbah batik dipengaruhi oleh persepsi masyarakatnya. Pembuangan air limbah batik secara sembarangan menunjukkan masyarakat kurang memahami suatu permasalahan lingkungan (Rintayati, 2011). Persepsi masyarakat berhubungan dengan kualitas lingkungan (Sasongko *et al.*, 2014), dengan adanya kecenderungan kebiasaan membuang limbah seenaknya ke saluran air tanpa memperhatikan dampak (Rintayati, 2011). Kepedulian dan peran masyarakat dalam menjaga lingkungannya perlu ditingkatkan (Sari *et al.*, 2015). Perilaku yang sudah terbiasa akan mengubah persepsi terhadap suatu objek (Priantari *et al.*, 2017). Perilaku membuang limbah batik seenaknya setiap hari, telah mengubah persepsi bahwa limbah batik ada dalam kehidupannya. Dampak negatif timbul apabila masyarakat sudah mulai

merasakan adanya perbedaan waktu dan kondisi. Perubahan air sumur yang mereka konsumsi lebih terasa beda, dan air sungai disekitar permukiman yang kurang estetika. Dalam kondisi tersebut diperlukan adanya perubahan persepsi melalui wawasan pengelolaan limbah batik. Peranserta masyarakat perlu ditingkatkan dalam penanggulangan pencemaran limbah batik.

Guna mengatasi permasalahan limbah batik di Sokaraja tersebut diperlukan suatu model pengolahan yang dapat dikelola oleh masyarakat secara mandiri. Teknologi pengolahan air limbah batik secara bioremediasi dapat menjadi alternatif pilihan masyarakat. Teknologi ini memerlukan biaya yang murah dan mudah dalam perawatannya, sehingga dapat menjadi solusi penanganan limbah batik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pengelolaan limbah batik yang tidak arif telah menimbulkan pencemaran lingkungan. Metode pengelolaan air limbah batik yang ditampung dalam bak kemudian diencerkan, bukan termasuk dalam model pengolahan air limbah, tapi justru menambah beban pencemaran. Pencemaran air limbah batik telah banyak dikemukakan oleh para peneliti. Indarsih *et al.* (2011) mengemukakan bahwa limbah batik memiliki kandungan BOD 4.300 mg/l, COD 14.822 mg/l, TSS 873 mg/l, dan TDS 9.040 mg/l. Daud *et al.* (2022) menggambarkan bahwa limbah batik memiliki bahan pencemar yang sangat tinggi, yaitu BOD 5.226 mg/l, COD 20.900 mg/l, TSS 2.036 mg/l, Cr<sup>6+</sup> 0,1385 mg/l, Pb 0,5844 mg/l, Si 8.945 mg/l. Berdasarkan pada Peraturan



Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, lampiran XLII baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil, bahwa air limbah batik tersebut telah melebihi baku mutu. Akibat air limbah batik tersebut, potensi pencemaran terhadap lingkungan hidup tidak bisa dihindarkan. Sehingga bioremediasi air limbah batik menggunakan konsorsium tumbuhan dan bakteri menjadi solusi yang potensial. Dengan demikian dapat dirumuskan pertanyaan penelitian untuk hal ini yaitu :

- a. Bagaimana sifat bakteri indigenus yang mampu mendegradasi bahan pencemar dalam air limbah batik?
- b. Bagaimana analisis penurunan bahan pencemar air limbah batik dalam proses bioremediasi menggunakan konsorsium *E. crasipes*, *P. stratiotes*, *H. verticillata* dan bakteri indigenus?
- c. Bagaimana model bioremediasi yang paling efektif dalam mengatasi masalah pencemaran limbah batik?
- d. Bagaimana tingkat persepsi masyarakat terhadap tingkat pendidikan tentang bahaya air limbah batik?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

#### **a. Tujuan Umum**

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model pengolahan air limbah batik, dengan teknologi bioremediasi menggunakan konsorsium *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *H. verticillata* dan bakteri indigenus.

b. Tujuan Khusus

- 1) Menganalisis bakteri indigenus yang diduga mampu mendegradasi bahan pencemar pada air limbah industri batik.
- 2) Mengkaji penurunan bahan pencemar limbah batik pada proses bioremediasi menggunakan konsorsium *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *H. verticillata* dan bakteri indigenus.
- 3) Mengkaji model bioremediasi yang paling efektif dalam mengatasi masalah pencemaran limbah batik.
- 4) Mengkaji persepsi masyarakat terhadap tingkat pendidikan dalam mendukung proses pengelolaan air limbah batik.

**1.4. Manfaat Penelitian**

a. Manfaat akademis

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tulisan ilmiah yang memberikan informasi teoritis mengenai pengelolaan air limbah batik untuk industri kecil.
- 2). Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan tentang pengelolaan air limbah batik dengan model bioremediasi.

b. Manfaat strategis bagi bidang lingkungan hidup

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi upaya baru dalam memberikan solusi pencegahan pencemaran air limbah batik yang ramah lingkungan.

- 2) Penelitian ini memberikan masukan mengenai alternatif pengelolaan air limbah batik kepada *stakeholder* yang berkepentingan antara lain Dinas Lingkungan Hidup, Pemerintah Daerah, dan pihak lain yang memerlukannya.

c. Manfaat praktis

- 1) Penelitian ini sebagai sumber informasi proses penurunan bahan pencemar pada air limbah batik.
- 2) Penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan untuk pengambilan kebijakan dalam mengelola sentra industri batik yang ramah lingkungan.
- 3) Penelitian ini berkontribusi secara nyata terhadap permasalahan lingkungan hidup yang terjadi pada daerah yang menjadi sentra industri batik

### 1.5. Kebaharuan

Berdasarkan referensi yang sudah ada terkait dengan air limbah batik dan bioremediasi, peneliti belum menemukan referensi terkait dengan teknologi pengolahan air limbah batik yang cepat dan efektif dengan teknologi yang ramah lingkungan. Peneliti lain melakukan penelitian dengan sistem *batch*, sehingga memerlukan waktu pemaparan yang cukup lama apabila diaplikasikan pada limbah batik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan pengolahan sistem kontinyu. Pada hal ini terdapat celah yang mungkin belum pernah dilakukan oleh peneliti lain diantaranya analisis

bakteri indigenus, kajian bioremediasi menggunakan konsorsium tumbuhan, kajian simbiosis antara bakteri dengan tumbuhan, kajian persepsi masyarakat terhadap limbah batik, dan kajian model pengolahan air limbah batik dengan sistem bioremediasi secara kontinyu. Pada lokasi penelitian di sentra industri batik Sokaraja, belum ada yang memiliki pengolahan air limbah batik. Kebaharuan dalam penelitian ini adalah pengolahan air limbah batik menggunakan model bioremediasi menggunakan konsorsium *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Hydrilla verticillata*, dan bakteri indigenus. Harapannya model pengolahan ini dapat diaplikasikan oleh masyarakat dengan mudah, murah, dan dapat dioperasikan sendiri.

## 1.6. Penelitian Terkait

Penelitian terkait dengan pengolahan limbah batik atau tekstil yang telah dilakukan oleh peneliti lain yaitu:

Tabel 1.1. Penelitian terkait

Hasil penelitian	Referensi
Penerapan teknologi bioremediasi untuk pengolahan limbah tekstil sebagai solusi yang tepat	(Clagnan <i>et al.</i> , 2021)
Pengembangan bioremediasi menggunakan tumbuhan yang ada di alam yaitu fitoremediasi	(Mani & Kumar, 2014)
Fitoremediasi menjadi solusi penting untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan menggunakan tanaman secara berkelanjutan, dimana tanaman digunakan untuk menghilangkan racun melalui proses metabolisme	(Bortoloti & Baron, 2022)
Bioremediasi pada air limbah tekstil mampu menurunkan warna dan racun.	(Khandare & Govindwar, 2015)
<i>Pistia stratiotes</i> (L.f.) sebagai agen fitoremediasi yang efektif terhadap racun dalam air	(Escoto <i>et al.</i> , 2019)
Fitoremediasi adalah teknik yang efektif, ramah lingkungan dan ekonomis, yang dapat digunakan untuk mengurangi kontaminasi logam berat dari lingkungan.	(Shen <i>et al.</i> , 2022)

Fitoremediasi menggunakan tanaman terapung mampu mengurangi bahan pencemar dalam air	(Shen <i>et al.</i> , 2022)
Peran bakteri pada penguraian malam (wax) menjadi bentuk emulsi, sehingga malam menjadi terlarut dan mudah terdegradasi.	(Citrapancayudha & Soetarto, 2016)
<i>Eichhornia crassipes</i> mampu menyerap berbagai polutan pada air limbah industri tekstil terutama logam berat seperti Fe, Zn, Cu, Cr, Cd, Mn, Hg, As.	(S. Priya & Selvan, 2017)
<i>Eichhornia crassipes</i> mampu menurunkan kadar Cr air limbah batik sebesar 49,56%.	(Puspita <i>et al.</i> , 2011)
Peningkatan empati masyarakat melalui peningkatan kemampuan kognitif, nilai budaya dan gaya hidupnya.	(Rintayati, 2011)
Metabolisme tumbuhan untuk fitoremediasi secara genetik bisa diatur dan dimanipulasi, mengarah ke tumbuhan toleransi terhadap logam berat. 2 - 3 kali lipat kenaikan kemampuan akumulasinya.	(Sarangi <i>et al.</i> , 2010)
Penyerapan Cr pada limbah batik menggunakan eceng gondok, apu-apu, dan kayambang tidak berbeda secara signifikan	(Setiyono & Gustaman, 2017)
Fitoremediasi fosfat dengan <i>Eichhornia crassipes</i> , dengan efisiensi penyerapan pada akar sebesar 14,9% dan pada tangkai daun sebesar 20,05%.	(Stefhany <i>et al.</i> , 2013)
Pengolahan limbah cair batik menggunakan kombinasi arang batok kelapa dan anaerobic baffle reactor, mampu menurunkan COD sebesar 98% dan warna sebesar 67,05%.	(Suprihatin, 2014)
Bakteri <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Shigella spp.</i> , <i>Stenotrophomonas sp.</i> , <i>Pasteurella sp.</i> dan <i>Proteus sp.</i> efektif menurunkan konsentrasi Rhodamin B sebesar 40,55%.	(Utari <i>et al.</i> , 2015)
Penggunaan tanaman untuk menurunkan zat warna tekstil, mampu menurunkan sebesar 86%.	(Kulkarni <i>et al.</i> , 2018)
Peran bakteri dalam memfasilitasi proses fitoremediasi sehingga efisiensinya meningkat	(Wang <i>et al.</i> , 2022)
Fitoremediasi dengan bantuan bakteri merupakan metode yang berhasil untuk pengolahan air limbah.	(Sharma, 2021)
Tanaman <i>Hydrilla verticillata</i> mampu tumbuh pada sedimen dengan konsentrasi Cd sebesar 43,85mg/l dan penurunan Cd sebesar 29,74%.	(Yuan <i>et al.</i> , 2022)
Fitoremediasi menggunakan <i>Eichhornia crassipes</i> mampu menurunkan Cr dan Cu dalam air	(Ahmad <i>et al.</i> , 2022)
Pemilihan tanaman untuk fitoremediasi menggunakan tanaman yang mampu hidup pada area yang telah tercemar	(Kafle <i>et al.</i> , 2022)
Interaksi antara mikroba fungsional dengan akar tanaman untuk bioremediasi telah mampu menurunkan Cd sebesar 91%.	(Feng <i>et al.</i> , 2022; Liu <i>et al.</i> , 2022)
Bakteri membentuk biofilm pada akar tanaman dalam proses bioremediasi	(Sharma, 2022)
Tanaman indigenous pada area tercemar berpotensi	(Singh <i>et al.</i> , 2022)

menyerap As, Zn, Cr, Cu.	
Kemampuan <i>Eichhornia crassipes</i> dalam menyerap Zn sebesar 19,2 mg/g Zn dalam air.	(Wei <i>et al.</i> , 2021)
<i>Eichhornia crassipes</i> mampu menyerap Hg sebesar 119 ng/g, <i>Pistia stratiotes</i> mampu menyerap Hg sebesar 215 ng/g	(Wei <i>et al.</i> , 2021)
<i>Eichhornia crassipes</i> dan <i>Pistia stratiotes</i> untuk mengolah limbah akan mencapai titik jenuh pada 2 bulan pemakaian.	(Mustafa & Hayder, 2021)
Peran komunitas mikrobial dalam fitoremediasi mampu menurunkan kandungan bahan organik, dan logam seperti Pb, Zn, Cd, Ni, Cu, Cr, As.	(Sharma <i>et al.</i> , 2021)
<i>Hydrilla verticillata</i> dapat secara efektif menyerap dan mendegradasi fenol ( $\leq 100$ mg/L) tanpa mempengaruhi parameter fisiologis terkait, dan produk degradasi yang dihasilkan tidak beracun	(Chang <i>et al.</i> , 2020)
Penurunan warna pada air limbah tekstil secara signifikan bersama dengan parameter BOD, COD, TDS, TSS, secara fitoremediasi oleh tumbuhan yang hidup di air.	(Chandanshive <i>et al.</i> , 2020)
Keberhasilan penurunan pewarna tekstil dengan efisiensi sebesar 78,1% untuk acid orange, 19,4% untuk methyl orange, dan 12,1% untuk congo red, menunjukkan bahwa bakteri indigenous potensial untuk pengolahan air limbah tekstil	(Al-ansari <i>et al.</i> , 2022)
Kombinasi penggunaan adsorben alami dan tanaman dapat menjadi pilihan dalam pengolahan air limbah batik.	(Muna <i>et al.</i> , 2022)