



Fitoremediasi Kadar Logam Berat Kromium (Cr) pada Limbah Batik Menggunakan Eceng Gondok dan Kangkung Air

Ade Murti Muzaiyanah^{1#}, Andin Vita Amalia^{2,6}, Amnan Haris³,
Sri Ngabekti⁴, Anhdina Putri Heriyanti⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Sarjana Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

⁶Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro

*e-mail: ademurtimuzaiyanah@students.unnes.ac.id

ABSTRACT

The home-scale batik industry in Pekalongan, while contributing to the local economy, generates wastewater containing heavy metal chromium (Cr) and organic pollutants, posing environmental risks. This study evaluated the effectiveness of phytoremediation using Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kangkung air (*Ipomoea aquatica*), and their combination to reduce Cr, BOD, COD, and TSS in batik wastewater. Experiments were conducted at three wastewater concentrations (25%, 50%, 100%) over 14 days. Results showed significant reductions in all parameters: Cr removal was highest with WS at 100% concentration (93.9%), BOD and COD decreased up to 90%, and TSS decreased up to 91.1% with the WH-WS combination. pH (6.9–7.3) and temperature (27–32.8°C) remained optimal. These findings indicate that WH, WS, and their combination provide an effective and eco-friendly approach for treating batik wastewater in Pekalongan.

Keywords: Batik Textile Waste, Bioaccumulator, Heavy Metals, Phytoremediation

ABSTRAK

Industri batik skala rumah tangga di Kota Pekalongan, meskipun berkontribusi terhadap perekonomian lokal, menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat kromium (Cr) dan bahan organik, berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas fitoremediasi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*), dan kombinasi keduanya untuk menurunkan kadar Cr, BOD, COD, dan TSS pada limbah batik. Eksperimen dilakukan dengan tiga konsentrasi limbah (25%, 50%, 100%) selama 14 hari. Hasil menunjukkan penurunan signifikan pada seluruh parameter: kadar Cr tertinggi dicapai oleh KA pada konsentrasi 100% (93,9%), BOD dan COD turun hingga 90%, serta TSS turun hingga 91,1% pada perlakuan kombinasi EG-KA. pH (6,9–7,3) dan suhu (27–32,8°C) tetap optimal selama perlakuan. Temuan ini menegaskan bahwa fitoremediasi menggunakan EG, KA, dan kombinasi keduanya merupakan alternatif ramah lingkungan yang efektif untuk mengurangi pencemaran limbah batik di Pekalongan.

Kata Kunci: Limbah Tekstil Batik, Bioakumulator, Logam Berat, Fitoremediasi

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang mendukung perekonomian, terutama melalui industri skala rumah tangga. Meskipun industri ini memberikan dampak positif berupa pembukaan lapangan kerja, dampak negatifnya cukup signifikan, terutama pencemaran lingkungan (Oktavia & Dewanti Nikie Astorina Yunita, 2016). Limbah industri batik, yang berasal dari proses pewarnaan, pencucian, dan pelorodan, mengandung bahan kimia seperti pewarna sintetis yang sulit terurai (Erlita et al., 2022). Salah satu senyawa berbahaya yang terkandung dalam limbah batik adalah logam berat kromium (Cr), yang dapat merusak ekosistem perairan, menurunkan kualitas air, dan membahayakan kesehatan manusia dengan risiko gangguan organ tubuh hingga kanker (Agusetyadevy et al., 2013). Salah satu kegiatan batik yang berpotensi mencemari terjadi di pengrajin batik Kota Pekalongan.

Kota Pekalongan, dikenal sebagai Kota Batik, menjadi salah satu penghasil batik terbesar di Indonesia. Industri batik di kota ini, baik skala kecil maupun menengah, berkontribusi terhadap perekonomian lokal tetapi juga menjadi salah satu sumber pencemaran sungai terbesar (Khasna, 2021). Berdasarkan data, limbah batik sebanyak 73.878 m³/bulan seringkali dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan yang memadai (Agustina Paramnesi et al., 2020).

Upaya pemerintah melalui pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), baik skala individu maupun komunal, masih belum mencukupi karena tingginya biaya pembangunan, keterbatasan lahan, dan jumlah IPAL yang tidak sebanding dengan jumlah industri batik (Khasna, 2021).

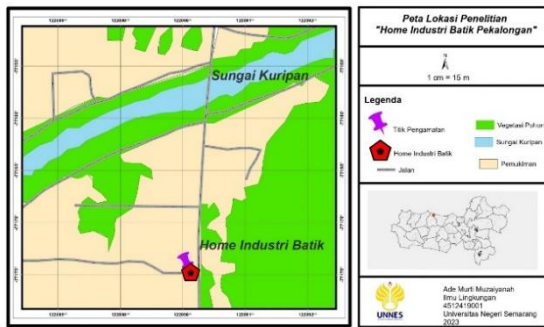
Alternatif untuk mengatasi masalah limbah tersebut dengan menggunakan metode fitoremediasi. Metode ini efektif untuk mengatasi masalah tersebut, dengan

memanfaatkan tumbuhan air seperti Eceng Gondok (EG) (*Eichhornia crassipes*) dan Kangkung Air (KA) (*Ipomoea reptans*), yang mampu menyerap kandungan logam berat dari limbah industri. EG dikenal karena kemampuannya menyerap senyawa kimia dan organik dalam jumlah besar, sementara KA efektif dalam menyerap logam berat pada konsentrasi tinggi. Kedua tumbuhan ini telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian sebagai agen fitoremediasi untuk berbagai jenis limbah (Fazaya et al., 2018).

Penelitian ini dilakukan pada salah satu *home industry* batik di Pekalongan yang memproduksi batik printing atau sablon. Proses produksinya menggunakan pewarna sintetis seperti remasol dan frosen, yang menghasilkan limbah cair dari berbagai tahap seperti pewarnaan, pencucian, dan pelorodan. Limbah yang dihasilkan saat ini hanya ditampung sementara sebelum akhirnya mengalir ke sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam berat Cr pada limbah batik menggunakan metode fitoremediasi, sehingga dapat memberikan alternatif solusi yang lebih ramah lingkungan bagi pengelolaan limbah industri batik di Pekalongan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan November hingga Desember 2023. Pengambilan sampel limbah industri batik di *home industry* batik "A" yang berada di Kota Pekalongan, Jawa Tengah. Pengambilan tumbuhan eceng gondok dan kangkung air secara acak di sungai dengan berat masing – masing 100 gram. Adapun Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengujian sampel logam berat kromium (Cr), BOD, COD, dan TSS air limbah batik dilakukan di Laboratorium Pengujian Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Tembalang dan UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. Pengukuran pH dan suhu menggunakan alat pH meter dan pengukur suhu air limbah.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif metode eksperimen. Terdiri dari 3 perlakuan dengan 2 kali ulangan. Pengambilan sampel limbah batik diambil pada hari ke 4, 7, dan 14. Bobot dari masing-masing tumbuhan EG dan KA yaitu 100 gram. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yaitu 0% (kontrol), 25% (2,5 liter limbah batik + 7,5 liter air), 50% (5 liter limbah batik + 5 liter air), 100% (10 liter limbah batik + 0 air). Pengujian pada penelitian ini adalah logam berat kromium (Cr), BOD, COD, TSS, pH dan temperatur. Data tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan baku mutu air limbah industri tekstil dan batik berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu Analisis efektivitas perhitungan dalam persen (%) seperti pada rumus berikut.

$$Efektivitas = \frac{(AC - AB)}{AC} \times 100\%$$

Keterangan:

AC: kondisi awal

AB: kondisi akhir

Efektivitas EG dan KA dalam menurunkan logam berat Cr dibandingkan menggunakan baku mutu air limbah industri tekstil dan batik berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi awal

Sampel limbah diambil dari tahap finising menggunakan selang aliran air limbah dari bak terakhir proses pencucian kain batik di sebuah home industry batik "A". Pengambilan dilakukan pada Minggu pukul 10.00 WIB saat produksi berlangsung. Air limbah berwarna hitam dan berbau menyengat. Untuk mengatasi pencemaran, digunakan metode fitoremediasi menggunakan kombinasi tumbuhan EG, KA dan kombinasi. Sampel limbah batik diambil untuk diuji kondisi awalnya. Hasil pengujian kondisi awal tersaji pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Awal Limbah Batik

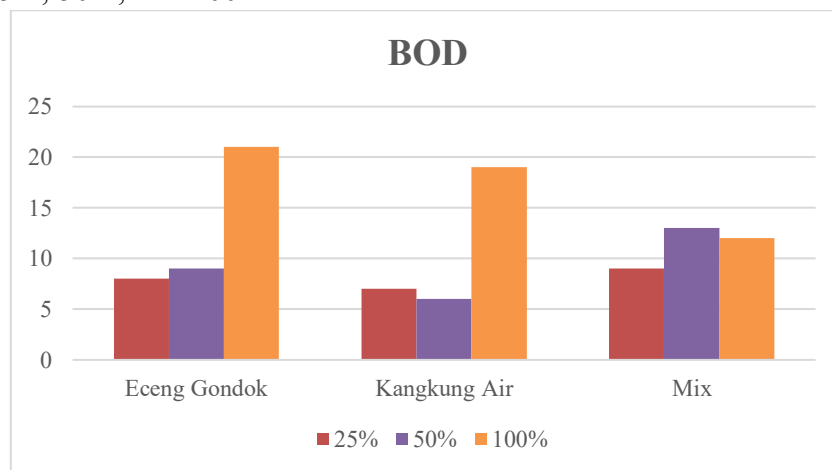
Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu
		25%	50%	100%	
BOD	mg/L	30,24	28,74	24,54	60
COD	mg/L	90	99,89	81,47	150
TSS	mg/L	22	53	79	50
Cr	mg/L	0,502	0,733	0,907	1,0
	mg/L	0,484	0,693	0,926	

Berdasarkan Tabel 1 hasil uji awal sebelum dilakukan fitoremediasi didapatkan hasil bahwa parameter BOD, COD dan logam berat kromium sudah dibawah baku mutu, namun parameter TSS pada konsentrasi 50% dan 100% masih melampaui baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012.

Penurunan Kadar BOD

Kadar BOD pada limbah batik konsentrasi 25%, 50%, dan 100% sebelum

perlakuan adalah 30,24 mg/L; 28,74 mg/L; dan 24,54 mg/L. Kadar BOD pada limbah batik konsentrasi 25%, 50%, dan 100% adalah 30,24; 28,74; dan 24,54 mg/L. Hasil uji BOD sebelum perlakuan sudah di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan terkait baku mutu air limbah industri tekstil dan batik pada parameter BOD. Ambang batas pencemaran maksimum BOD sebesar 60 mg/L. Adapun hasil pengujian BOD pasca perlakuan tersaji pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil pengujian BOD

Parameter BOD digunakan untuk mengukur tingkat kadar pencemar pada air limbah suatu industri. Pasca perlakuan fitoremediasi menggunakan tumbuhan EG, KA dan kombinasi menunjukkan penurunan kadar BOD. Berdasarkan Gambar 2, didapatkan hasil bahwa pada tumbuhan EG memiliki efektivitas penurunan kadar BOD tertinggi yaitu pada perlakuan 25% sebesar 73,5%. Pada KA, efektivitas kadar BOD tertinggi pada perlakuan 50% sebesar 79,1%. Penurunan kadar BOD dipengaruhi adanya tumbuhan air yaitu kangkung air dan eceng gondok dapat menyerap bahan organik yang

terkandung dalam air limbah sehingga kandungan bahan organik di dalam air limbah semakin sedikit. Menurut Salim (2021). Sistem pengolahan limbah, jika nilai efektivitas kadar BOD semakin tinggi, maka sistem tersebut semakin efisien dalam mengurai bahan organik pada limbah. Parameter BOD mengalami penurunan pada hari ke-14 hal ini sesuai dengan penelitian dari Nurkemalasar et al., (2013) menyatakan bahwa penurunan BOD mulai pada hari ke-12 dikarenakan adanya dekomposisi bahan organik, sehingga kandungan bahan organik di dalam air limbah batik semakin sedikit. Selain itu,

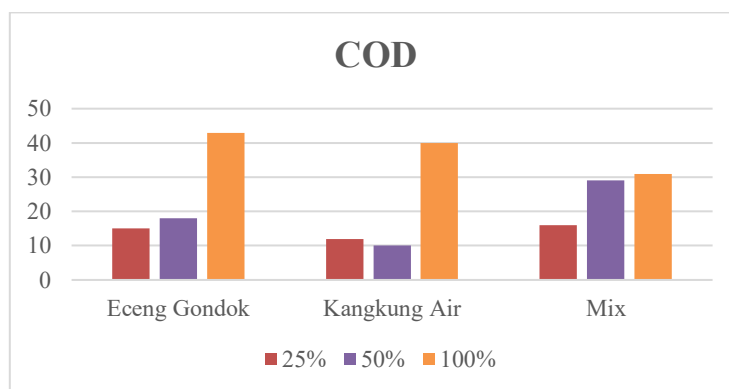
nilai kadar BOD dipengaruhi adanya keberadaan tumbuhan air dalam menyerap bahan organik yang terdapat pada air limbah. Jika semakin banyak tumbuhan air, maka semakin banyak bahan organik yang diserap sehingga bahan organiknya semakin sedikit. Hal ini berakibat pada kandungan oksigen dalam air limbah menjadi semakin tinggi karena suplai oksigen dari hasil fotosintesis tumbuhan. Jadi, semakin banyak tumbuhan, maka nilai kadar BOD turun, artinya semakin baik kualitas air limbah (Fachrurozi et al., 2010; Cahyanto et al., 2018).

Eceng Gondok (EG) menunjukkan efektivitas tinggi dalam menurunkan BOD pada konsentrasi limbah rendah karena memiliki sistem perakaran yang luas dan biomassa besar, yang mendukung penyerapan bahan organik serta pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Selain itu, fotosintesis aktif pada EG

meningkatkan suplai oksigen di zona akar, mempercepat degradasi bahan organik. Sebaliknya, Kangkung Air (KA) lebih efektif pada konsentrasi limbah tinggi karena toleransinya terhadap logam berat lebih baik. Perbedaan ini menjelaskan variasi efektivitas antara EG dan KA dalam menurunkan BOD pada berbagai konsentrasi limbah batik.

Penurunan Kadar COD

Parameter COD limbah batik pada konsentrasi 25%, 50%, dan 100% adalah 90; 99,89 dan 81,47 mg/L. Hasil uji parameter COD sebelum fitoremediasi pada konsentrasi tersebut sudah di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Parameter COD mempunyai kadar beban pencemaran maksimum sebesar 150 mg/L. Adapun hasil pengujian COD pasca perlakuan tersaji pada Gambar 2 berikut.



Gambar 3. Hasil pengujian COD

COD termasuk salah satu parameter yang digunakan dalam menganalisis tingkat pencemaran pada limbah batik. Berdasarkan Gambar 3 terdapat penurunan hasil uji setelah perlakuan fitoremediasi. Perlakuan tanaman EG menghasilkan nilai efektivitas tertinggi pada konsentrasi 25% sebesar 83,3%. Nilai efektivitas perlakuan tanaman KA tertinggi yaitu konsentrasi

50% sebesar 90% dan nilai efektivitas perlakuan kombinasi adalah konsentrasi 25% sebesar 82,2%. Berdasarkan hasil tersebut, tingkat efektivitas tertinggi terdapat pada konsentrasi 50% perlakuan tumbuhan KA sebesar 90%. Penurunan kadar COD dipengaruhi adanya mekanisme proses rhizofiltrasi selama fitoremediasi yaitu pemanfaatan akar tumbuhan untuk

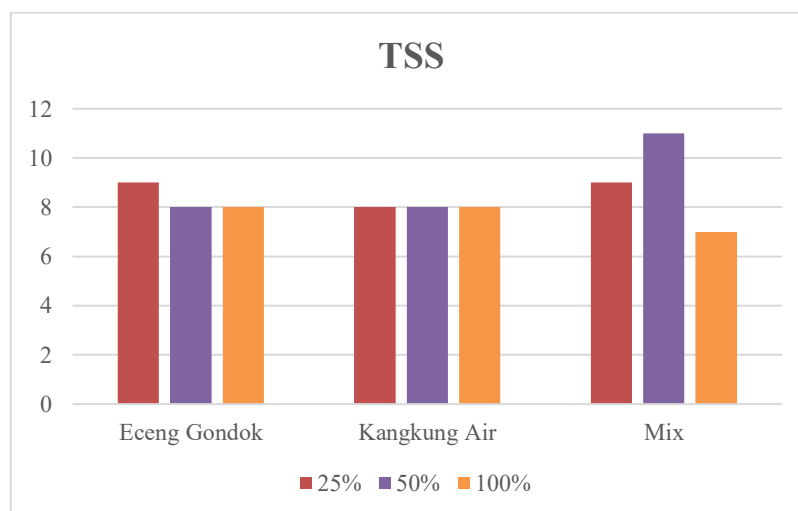
menguraikan, menyerap dan mengakumulasi bahan organik yang terkandung dalam limbah batik.

Penurunan COD pada limbah batik karena sinergi antara zona perakaran tumbuhan dan mikroorganisme (Sari, 1995 dalam penelitian Nurkemalasari et al., 2013). Zat organik yang mengendap menjadi substrat bagi mikroorganisme sehingga membentuk lapisan biofilm di dasar reaktor. Proses fitoremediasi berlangsung secara aerob di dekat permukaan air dan sekitar perakaran, serta anaerob di dasar reaktor (Wahyu et al., 2015). Menurunnya nilai COD juga disebabkan oleh bahan organik dan anorganik diserap oleh tumbuhan yang menyebabkan proses oksidasi (Jauhi et al., 2002 dalam penelitian Nurkemalasari et al., 2013). Berkurangnya bahan organik maupun anorganik dalam air limbah mengakibatkan berkurangnya jumlah mikroorganisme yang menguraikan bahan organik dan nilai COD menjadi turun (Nurkemalasari et al., 2013).

Eceng Gondok (EG) lebih efektif menurunkan COD pada konsentrasi limbah rendah karena sistem akar yang luas meningkatkan penyerapan bahan organik dan mendukung aktivitas mikroba di zona rizosfer. Biofilm mikroba yang terbentuk di sekitar akar mempercepat degradasi senyawa organik. Sebaliknya, Kangkung Air (KA) lebih efektif pada konsentrasi limbah tinggi karena kapasitas penyerapan logam dan bahan organiknya lebih optimal pada kondisi tersebut.

Penurunan Kadar TSS

Kadar baku mutu TSS pada Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 adalah 50 mg/L. Kadar TSS sebelum fitoremediasi pada konsentrasi 50% dan 100% masih di atas baku mutu yaitu sebesar 53 dan 79 mg/L, sedangkan pada konsentrasi 25% kadarnya sudah di bawah ambang batas baku mutu. Adapun hasil pengujian TSS pasca perlakuan tersaji pada Gambar 2 berikut.



Gambar 4. Hasil pengujian TSS

Hasil uji TSS tumbuhan EG, KA, dan kombinasi pada konsentrasi 25%, 50% dan 100% air limbah batik selama 14 hari mengalami penurunan. Penurunan kadar

TSS terjadi karena tumbuhan eceng gondok dan kangkung air mampu menyerap padatan tersuspensi atau bahan pencemar

yang terkandung dalam limbah dan pengaruh faktor lama waktu pemaparannya.

Diantara tumbuhan EG, KA, dan Kombinasi dari kedua tumbuhan tersebut nilai efektivitas tertinggi adalah pada EG, KA dan Kombinasi konsentrasi 100%

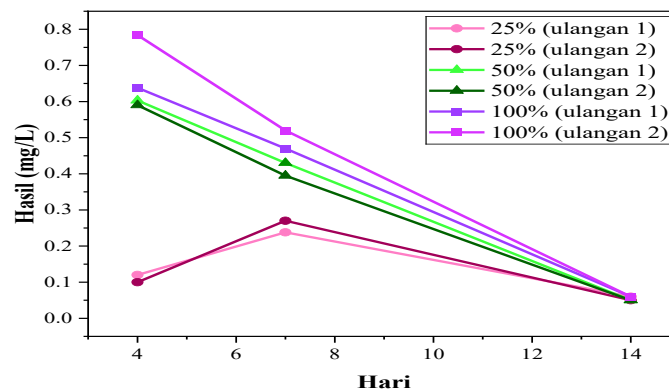
Efektivitas dari 3 perlakuan yaitu EG, KA dan Kombinasi dalam penurunan kadar TSS dapat dilihat pada Gambar 4. Hasilnya selama 14 hari perlakuan masih terjadi penurunan TSS karena tumbuhan masih mampu menyerap partikel padat yang tersuspensi pada air limbah dan belum melewati titik jenuh (Alya, 2022). Menurut Herlambang & Hendriyanto (2015), banyaknya polutan yang dapat diserap oleh tumbuhan air akan berbanding lurus dengan lama waktu pemaparannya. Namun, hal itu terjadi apabila tumbuhan air belum jenuh,

sebesar 89,9%, 89,9% dan 91,1%. Adapun dari ketiga perlakuan tersebut nilai efektivitas tertinggi terdapat pada perlakuan Kombinasi tumbuhan EG dan KA.

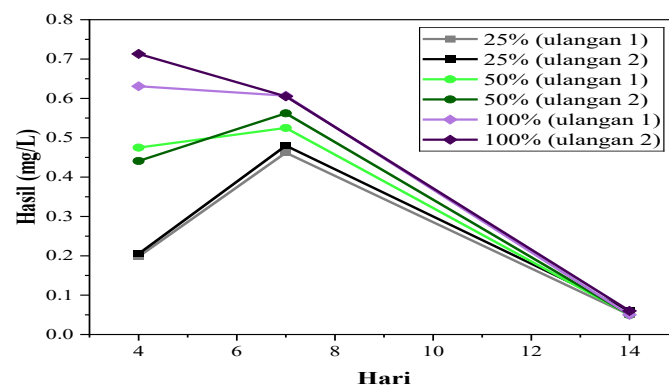
sehingga apabila tumbuhan air sudah jenuh maka polutan yang diserap menjadi tidak optimal meskipun waktu pemaparannya lebih lama (Rosita et al., 2013).

Penurunan Kadar Logam Kromium

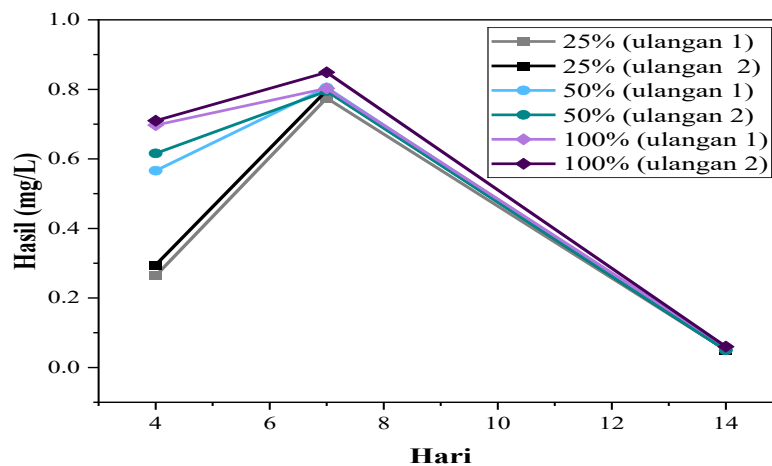
Pengujian kandungan Cr diambil pada hari ke-4, 7 dan 14, untuk menganalisis kandungan Cr yang diserap oleh tumbuhan EG dan KA sebagai agen fitoremediasi dalam kurun waktu tertentu. Adapun hasil analisis kandungan logam berat kromium dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7.



Gambar 5. Kandungan Logam Cr Perlakuan Eceng Gondok



Gambar 6. Kandungan Logam Cr Perlakuan Kangkung Air



Gambar 7. Kandungan Logam Cr Perlakuan Kombinasi

Berdasarkan gambar tersebut, kandungan logam berat kromium menunjukkan bahwa tanaman EG dengan konsentrasi 25% memiliki tingkat penyerapan yang paling efektif, yaitu sebesar 77,6%. Pada hari keempat, kondisi tanaman EG masih baik, dengan daun yang belum layu dan tanpa perubahan warna. Tanaman ini mampu mengikat bahan organik, sehingga berpotensi untuk menjernihkan air dan memiliki fungsi ekologis sebagai stabilisator perairan dengan kemampuan menetralsir polutan (Setiyono et al., 2017).

Menurut Puspita et al., (2011), akar tanaman EG mengandung senyawa fitokelatin yang berperan dalam mengikat logam berat dan mengangkutnya ke dalam sel melalui mekanisme transport aktif. Logam berat yang terakumulasi di akar juga akan menyebar ke jaringan tanaman lainnya.

Analisis berikutnya dilakukan pada hari ke-7 untuk memantau perkembangan penyerapan kromium oleh tanaman EG, KA, dan kombinasi. Berdasarkan diagram 1.7, penyerapan kromium paling efektif diperoleh pada perlakuan EG dengan

konsentrasi 25%, yaitu sebesar 48,4%. Namun, kombinasi kedua tanaman pada konsentrasi 25% dan 50% menunjukkan hasil negatif, masing-masing sebesar -59,4% dan -12,2%.

Pada hari ke-14, dilakukan analisis terakhir untuk mengamati perkembangan serapan kromium pada tanaman EG, KA, dan kombinasi keduanya. Hasil analisis, yang ditunjukkan pada Gambar 5, 6 dan 7 menunjukkan bahwa penyerapan kromium paling efektif terjadi pada tanaman KA dengan konsentrasi 100%, yaitu sebesar 93,9%. Sementara itu, kombinasi kedua tanaman pada konsentrasi 100% menghasilkan efektivitas sebesar 93,4%, yang selisihnya kecil dan hampir setara dengan KA pada konsentrasi 100%. Pada hari ke-14, kondisi daun tanaman EG dan KA mulai layu dan menguning hingga berwarna kuning kecoklatan, yang merupakan respons terhadap tekanan kandungan kromium (Cr) dan gejala defisiensi nutrisi (Setiyono et al., 2017).

Faktor Lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan dilakukan pada parameter pH dan suhu untuk mengkonfirmasi kondisi optimal tumbuhan yang menjadi agen fitoremediasi

dan memastikan hasil penelitian benar-benar berasal dari perlakuan yang diberikan. Adapun hasil pengujian factor lingkungan tersaji dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2 Faktor Lingkungan

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu
pH	6,9-7,3	6,0-9,0
Suhu (°C)	27-32,8	<38

Adapun hasil pengukuran awal pH selama perlakuan pada konsentrasi 25%, 50%, dan 100% yaitu berkisar 6,9-7,3. Hasil tersebut sudah sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan pada Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 yaitu 6,0 – 9,0. Hasil pH 7 yaitu pH yang optimal untuk tumbuhan sehingga penyerapan logam kromium bisa diserap. Tumbuhan air akan tumbuh dengan baik dengan pH yang netral, jika pH kurang dari 5 maka akan mengalami pertumbuhan yang terhambat (Nurkemalasar et al., 2013).

Rata – rata suhu selama perlakuan pada konsentrasi 25%, 50%, dan 100% adalah 32,8°C. Hasil tersebut sudah sesuai dengan baku mutu yang sudah ditetapkan pada Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 yaitu 38°C. Selain faktor pH, suhu pada air limbah juga mempengaruhi penyerapan logam kromium dan suhu relatif stabil dan optimal bagi tumbuhan yaitu dengan rata-rata 28°C (Puspita et al., 2011).

KESIMPULAN

Fitoremediasi Logam Berat Kromium (Cr) menggunakan EG dan KA telah diteliti selama 14 hari dalam riset ini. Hasilnya perlakuan kedua tumbuhan tersebut dapat menurunkan kadar logam berat kromium sampai 93,9% dan

memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Kadar BOD, COD dan TSS pun turun hingga memenuhi baku mutu. Namun masih terdapat residu pengolahan limbah yang perlu diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy, I., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2013). Fitoremediasi Limbah yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dengan Menggunakan KA (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1-9.
- Agustina Paramnesi, P., Ibnu Riza, A., & Lingkungan dan Ekonomi, P. (2020). *Dampak Pencemaran Limbah Batik Berdasarkan Nilai Kompensasi Ekonomi di Hulu dan Hilir Sungai Asem Binatur*. 4(1), 58–72.
- Alya, F. (2022). Pengaruh Waktu Kontak dan Bobot Biomassa KA (*Ipomoea aquatica*) Terhadap Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Rumah Sakit dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2).
- Arasy, S. A., Elystia, S., & Andrio, D. (2016). *Penyisihan Konsentrasi Pb Menggunakan *Typha Latifolia* dengan Metode Sub-Surface Flow Constructed Wetland*.

- Cahyanto, T., Sudjarwo, T., Larasati, P. S., & Fadillah, A. (2018). *Fitoremediasi Air Limbah Pencelupan Batik Parakannyasag Tasikmalaya Menggunakan Ki Apu (Pistia stratiotes L.)*. 5. <https://doi.org/10.20884/1.SB.2018.5.1.778>
- Erlita, D., Darmanijati, M., & Munandar, S. (2022). Reduksi Kandungan COD dan BOD pada Limbah Cair Batik menggunakan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 2(1), 2809–476. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v2i1.1340>
- Fazaya, S., Poltekkes, W., & Semarang, K. (2018). *Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes.Sp) dalam Menurunkan Kadar Warna pada Limbah Batik “X.”* <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/issue/view/303>
- Herlambang, P., & Hendriyanto, O. (2015). Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) dan Genjer (*Limnocharis flava* L.). In *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* (Vol. 7, Issue 2).
- Khasna, S. (2021). Evaluasi Kebijakan Pengelolaan Limbah Batik di Kota Pekalongan. In *Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi* (Vol. 4, Issue 1). <http://ojs.stiami.ac.id>
- Nurkemalasar, R., Sutisna, M., & Wardhani, E. (2013). Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan menggunakan Tumbuhan KA (*Ipomoea aquatica*). In *Reka Lingkungan ©Teknik Lingkungan Itenas* | (Vol. 1, Issue 2).
- Oktavia, Z., & Dewanti Nikie Astorina Yunita. (2016). *Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Home Industry Batik “X” MagelanG* (Vol. 4). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Puspita, U. R., Siregar Asrul Sahri, & Hidayati Nuning Vita. (2011). *Kemampuan tumbuhan air sebagai agen fitoremediator logam berat kromium (Cr) yang terdapat pada limbah cair industri batik*.
- Salim, Y. A. (2021). *efektivitas sistem constructed wetland sebagai pengolahan limbah batik ecoprint menggunakan tanaman KA*.
- Setiyono, A., Gustaman, R. A., Kesehatan, J., Kesehatan, I., & Siliwangi, U.(2017). Pengendalian Kromium (Cr) yang Terdapat di Limbah Batik dengan Metode Fitoremediasi. In *Unnes Journal of Public Health* (Vol. 6, Issue 3). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujph>
- Wahyu, D., Syafrudin, & Zaman Badrus. (2015). *Pengaruh Jumlah Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Konsentrasi COD, BOD, dan Warna dalam Limbah Batik*.