



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Perbedaan Efektivitas Tanaman Kayu Apu Dan Kangkung Air Sebagai Fitoremediator Dalam Menurunkan Kadar Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Nokturnal Di Kabupaten Bone Bolango

Differences in the Effectiveness between Water lettuce and water Spinach as Phytoremediators in Reducing Total Chromium (Cr) Levels in wastewater from the Nokturnal Screen Printing Industry in Bone Bolango Regency

Dian Rahmatia Huntoyungo^{1*}, Herlina Jusuf², Tri Septian Maksu³

¹Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia e-mail: dianhuntoyungo@gmail.com

²Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia e-mail: herlinajusuf@ung.ac.id

³Jurusan Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia e-mail: triseptian@ung.ac.id

Corresponding Author: E-mail: dianhuntoyungo@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 05 May, 2025

Revised: 13 Jun, 2025

Accepted: 14 Jun, 2025

Kata Kunci:

Limbah Sablon,
Kromium, Kayu Apu,
Kangkung Air

Keywords:

Screen Printing
Wastewater, Chromium,
Water Lettuce, Water
Spinach

DOI: [10.56338/jks.v8i6.7417](https://doi.org/10.56338/jks.v8i6.7417)

ABSTRAK

Limbah cair sablon dihasilkan dari pencucian *screen* sablon dan peralatan cetak yang digunakan setelah proses penyablonan. Limbah cair sablon mengandung kromium (Cr) yang mencemari lingkungan dan membahayakan makhluk hidup. Fitoremediator, yakni penggunaan tanaman untuk menyerap pencemar, menjadi solusi untuk mengurangi dampak ini. Kayu apu memiliki akar lebat yang efektif menyerap logam berat, sedangkan kangkung air tumbuh cepat dan umum digunakan dalam fitoremediasi. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air sebagai fitoremediator dalam menurunkan kadar logam berat Cr pada limbah cair Industri Sablon Nokturnal di Kabupaten Bone Bolango. Jenis penelitian eksperimen semu dengan pendekatan rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan variasi waktu (11, 13, dan 15 hari). Sampel limbah diambil menggunakan teknik *grab sampling*. Data dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan uji *Mann Whitney* dengan tingkat kesalahan (α) sebesar 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kayu apu efektif menurunkan kadar Cr pada limbah cair industri sablon dengan efektivitas tertinggi hari ke 15 sebesar 2,23%. Tanaman kangkung air juga efektif menurunkan kadar Cr pada limbah cair industri sablon sebesar 9,68% hari ke 15. Dengan demikian, kangkung air lebih efektif dibandingkan kayu apu. Kesimpulannya tidak ada perbedaan variasi waktu terhadap efektivitas tanaman kayu apu (p -value = 0,368) dan tanaman kangkung air (p -value = 0,368). Ada perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air sebagai fitoremediator dalam menurunkan kadar Cr pada limbah cair industri sablon nokturnal (p -value = 0,043). Disarankan untuk menambah jumlah tanaman dan waktu kontak yang lebih lama untuk mengoptimalkan proses fitoremediasi pada tanaman kayu apu dan kangkung air.

ABSTRACT

Screen printing wastewater is produced from washing the screens and printing equipment used in the printing process. This wastewater contains chromium (Cr), which pollutes the environment and threatens living organisms. This research aims to determine the difference in effectiveness between water lettuce and water spinach as phytoremediators in reducing Cr levels in wastewater from the Nokturnal screen printing industry in Bone Bolango Regency. This quasi-experimental study used a Completely Randomized Design (CRD) with different exposure durations (11, 13, and 15 days). Samples were collected using the grab sampling technique from the screen-printing wastewater in Bone Bolango Regency. Data were analyzed using the *Kruskal-Wallis* and *Mann-Whitney* tests with a significance level (α) of 5%. The results indicate that water lettuce effectively reduced Cr levels in screen printing wastewater, with the highest reduction observed on day 15 at 2.23%. Water spinach was also effective, achieving a Cr reduction of 9.68% on day 15. In conclusion, there was no significant difference in the effect of exposure duration on the effectiveness of water lettuce (p -value = 0.368) or water spinach (p -value = 0.368). However, there was a significant difference in the overall effectiveness between the two plants as phytoremediators in reducing Cr levels in the screen-printing wastewater (p -value = 0.043). It is recommended that the number of plants be increased and the contact time be extended to optimize the phytoremediation process using water lettuce and spinach.

PENDAHULUAN

Kegiatan usaha ataupun proses penyablonan saat ini masih dilakukan dalam skala yang kecil sampai skala yang sedang atau yang sering juga disebut industri rumah tangga. Dalam proses produksinya, usaha sablon pada dasarnya menggunakan bahan kimia dan air yang dapat menghasilkan limbah cair (Wati dkk., 2023). Bahan kimia itu sering digunakan dalam tinta sablon terutama yang berwarna cerah dan tahan lama, tinta ini yang dimana dapat mengandung logam berat yang terkandung pada limbah industri sablon salah satunya yaitu logam berat kromium (Moelyaningrum dkk., 2020).

Logam berat kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang berpotensi sebagai pencemar akibat kegiatan pewarnaan kain dimana pada kegiatan tersebut memiliki kandungan kimia yang memiliki sifat persisten, bioakumulatif, toksik tinggi dan sulit terurai di lingkungan yang apabila terkontaminasi kromium dapat mengakibatkan masalah kesehatan pada manusia (Pawestri dkk., 2020).

Fitoremediasi merupakan proses alternatif pengelolaan limbah dengan biaya yang relatif murah, efektif dan tidak memerlukan peralatan khusus untuk digunakan oleh masyarakat setempat (Nugroho, 2021). Tanaman kayu apu termasuk agen fitoremediator hal ini dikarenakan memiliki kandungan senyawa *fitokelatin* yaitu terdapat pada akar dan daunnya yang dimana berfungsi membantu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh tanaman (Billah 2020). Tanaman lain yang memiliki kesamaan dapat mengikat logam berat yaitu tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatic forsk*) Pada tanaman kangkung air ini juga mempunyai kandungan *fitokelatin* sebagai penyerap unsur-unsur toksik pada air limbah tersebut (Violita dkk., 2022).

Hasil penelitian yang dilakukan Billah (2020) dengan memanfaatkan tanaman kayu apu menunjukkan efektif dalam menurunkan kadar kromium, nilai signifikansi menunjukkan perlakuan yang paling efektif yaitu terdapat pada kelompok P3 dengan penambahan berat 200 gr/6L tanaman kayu apu dengan waktu kontak 10 hari mampu menurunkan kadar kromium total (Cr) dengan nilai rerata 0.165 mg/L dengan presentase penurunan 67.6% dan telah dibawah baku mutu lingkungan. Penelitian Violita dkk., (2022) dalam memanfaatkan tanaman kangkung air dalam menurunkan kadar kromium pada limbah cair sablon yaitu penurunan terbesar terjadi pada perlakuan dengan berat basah 200 gram tanaman kangkung air dan waktu tinggal terlama yaitu 15 hari, dengan Efisiensi penurunan sebesar 97,26% yaitu dari kandungan krom heksavalen (Cr^{6+}) sebesar 1,388 mg/L turun menjadi 0,038 mg/L. dimana hasil tersebut juga sudah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

Hasil uji pra laboratorium yang dilakukan di laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo pada tanggal 12 Juni 2024, menggunakan sampel air limbah industri sablon Nokturnal di Kabupaten Bone Bolango. Hasil uji pra laboratorium menunjukkan bahwa kandungan logam berat kromium adalah 5,68 mg/L dalam limbah cair sablon yang diambil dari tempat saluran pembuangan air limbah sablon sebelum dibuang ke selokan. Nilai ini melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Keputusan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 1,0 mg/L bagi usaha atau kegiatan industri tekstil.

METODE

Jenis desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*Quasi Eksperimen*) untuk mengetahui pengaruh suatu perlakuan terhadap karakteristik subjek yang diteliti, dan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan menggunakan variasi waktu 11, 13, dan 15 hari. Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan uji statistik nonparametrik *Kruskal-Wallis* untuk menguji perbedaan variasi waktu pada masing-masing tanaman selain itu penelitian ini juga menggunakan uji statistik nonparametrik *Mann-Whitney* untuk menguji perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air dalam menurunkan kadar kromium.

Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air dalam menurunkan kadar kromium pada limbah cair industri sablon dengan menggunakan variasi waktu 11, 13 dan 15 hari.

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air limbah sablon yang di ambil dari tempat saluran pembuangan air limbah sablon sebelum dibuang ke selokan kemudian dilakukan uji kadar kromium di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Gorontalo. Hasil uji konsentrasi menunjukkan limbah sablon ini mengandung logam berat kromium sebanyak 5,91 mg/l.

Penelitian ini terbagi menjadi 3 kelompok, yaitu 1 kelompok kontrol yang diisi dengan air limbah sablon tanpa perlakuan, dan 2 kelompok lainnya diberi perlakuan, dilakukan berupa pemberian tanaman kayu apu dan kangkung air. Proses fitoremediasi ini dilakukan selama 15 hari dengan pengukuran konsentrasi logam berat kromium setiap pada hari ke 11, 13 dan 15 hari, sedangkan untuk parameter pendukung seperti pH air dan suhu air dilakukan pengukuran setiap hari selama masa fitoremediasi.

Tabel 1. Pengukuran Suhu Saat Fitoremediasi

Hari ke-	Suhu Air Limbah Suhu (°C) Pada Reaktor			Standar Suhu Fitoremediasi (°C) Nugroho, 2021.
	Kontrol	Tanaman Kayu Apu	Tanaman Kangkung Air	
Hari ke-1	24,5	24,5	24,8	25-30
Hari ke-2	25,7	25,7	25,7	25-30
Hari ke-3	26,0	26,0	26,1	25-30
Hari ke-4	20,7	20,7	20,7	25-30
Hari ke-5	21,8	21,6	21,7	25-30
Hari ke-6	20,2	20,2	20,2	25-30
Hari ke-7	20,9	21,0	21,0	25-30
Hari ke-8	20,6	20,6	20,6	25-30
Hari ke-9	20,3	20,4	20,4	25-30
Hari ke-10	21,5	21,5	21,6	25-30
Hari ke-11	22,8	23,0	23,0	25-30
Hari ke-12	22,2	22,2	22,2	25-30
Hari ke-13	21,2	21,3	21,3	25-30
Hari ke-14	26,0	26,0	26,0	25-30
Hari ke-15	24,5	24,5	24,7	25-30
Rata-rata	22,6	22,6	22,7	25-30

Sumber : (Data Primer, 2024)

Berdasarkan tabel diatas, pengukuran suhu menunjukkan nilai yang dapat disebut naik turun. Naik turunnya suhu selama fitoremediasi dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya yaitu oleh cuaca dan intensitas penyinaran matahari. Suhu yang optimal untuk proses fitoremediasi tumbuhan air berkisar antara 25-30°. Namun suhu selama waktu 15 hari pengukuran, suhu dengan nilai rata-rata yang tercatat berada dibawah kisaran optimal pada reaktor kontrol dan pada reactor tanaman kayu apu suhunya yaitu 22,6°C, serta 22,7°C pada reaktor tanaman kangkung air.

Tabel 1 Pengukuran pH saat Fitoremediasi

Hari ke-	Kandungan pH Air Limbah Pada Reaktor			Baku Mutu pH Air Limbah
	Kontrol	Tanaman Kayu Apu	Tanaman Kangkung Air	
Hari ke-1	6,67	6,67	6,68	6-9
Hari ke-2	6,67	6,67	6,67	6-9
Hari ke-3	6,66	6,66	6,66	6-9
Hari ke-4	6,77	6,78	6,78	6-9
Hari ke-5	6,67	6,55	6,55	6-9
Hari ke-6	6,77	6,77	6,78	6-9
Hari ke-7	6,77	6,77	6,67	6-9
Hari ke-8	6,77	6,75	6,77	6-9
Hari ke-9	6,75	6,78	6,77	6-9
Hari ke-10	6,77	6,75	6,75	6-9
Hari ke-11	6,74	6,67	6,67	6-9
Hari ke-12	6,67	6,68	6,68	6-9
Hari ke-13	6,74	6,75	6,75	6-9
Hari ke-14	6,66	6,66	6,66	6-9
Hari ke-15	6,67	6,67	6,67	6-9
Rata-rata	6,72	6,71	6,70	6-9

Sumber : (Data Primer, 2024)

Berdasarkan tabel diatas hasil pengukuran pH dilakukan selama 15 hari yaitu diperoleh nilai rata-rata pengukuran pH sebesar 6,72. Pada reaktor tanaman kayu apu sebesar 6,71 dan pada reaktor tanaman kangkung air sebesar 6,70. Hasil nilai pH pada ketiga reaktor menunjukkan hasil sesuai baku mutu yang disyaratkan menurut yang telah ditetapkan dalam Keputusan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 Tentang Baku Mutu pH Air Limbah yaitu berkisar 6-9.

Tabel 3. Perbedaan Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Dan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Nokturnal

Reaktor Tanaman	Kontrol (mg/l)	Efektivitas Penurunan						Baku Mutu (mg/l)
		Hari ke 11		Hari ke 13		Hari ke 15		
		Penurunan (mg/l)	Ef (%)	Penurunan (mg/l)	Ef (%)	Penurunan (mg/l)	Ef (%)	
Tanaman Kayu Apu (200 gram)	5,912	5,583	5,56	5,583	5,56	5,780	2,23	1,0
Tanaman Kangkung Air (200 gram)	5,912	5,492	7,10	5,492	7,10	5,340	9,68	1,0

Sumber : (Data Primer, 2024)

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 4.5 bahwa pada perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air sebagai fitoremediasi yang diperoleh hasil bahwa tanaman kangkung air lebih efektif dibandingkan tanaman kayu apu. Hal ini karena pada tanaman kangkung air pada hari ke 15 menunjukkan efektivitas penurunan yang lebih tinggi (9,68%) dibandingkan tanaman kayu apu (5,78%).

Analisis Data

Tabel 4. Uji *Kruskal-wallis* Efektivitas Tanaman Kayu Apu

Variabel	<i>p-value</i>
Variasi Waktu 11, 13 dan 15 Hari Terhadap Efektivitas Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes L.</i>)	0,368

Sumber: (*Data Primer, 2024*)

Berdasarkan tabel 4.7 hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi waktu (11, 13, 15 hari) pada efektivitas tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes L.*) menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, memiliki nilai *p-value* sebesar $0,368 > 0,05$ yang mengidentifikasi bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi waktu tersebut terhadap efektivitas tanaman kayu apu.

Tabel 5. Uji *Kruskal-wallis* Efektivitas Tanaman Kangkung Air

Variabel	<i>p-value</i>
Variasi waktu 11, 13, dan 15 Hari Terhadap Efektivitas Tanaman Kangkung Air (<i>Ipomoea Aquatic Forsk</i>)	0,368

Sumber: (*Data Primer, 2024*)

Berdasarkan tabel 4.7 bahwa hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi waktu (11,13 dan 15) pada efektivitas tanaman kangkung air (*ipomoea aquatic forsk*) menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, memiliki nilai *p-value* sebesar $0,368 > 0,05$ yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi waktu tersebut terhadap efektivitas tanaman kangkung air.

Tabel 6. Uji *Mann-Whitney* Perbedaan efektivitas tanaman kayu apu dan kangkung air

Variabel	<i>p-value</i>
Perbedaan Efektivitas Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes L.</i>) dan Kangkung Air (<i>Ipomoea Aquatic Forsk</i>)	0,043

Sumber: (*Data Primer, 2024*)

Berdasarkan Tabel 4.8 diperoleh hasil uji statistik menunjukkan bahwa efektivitas tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan kangkung air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) menggunakan uji *Mann-Whitney* dengan nilai *p-value* sebesar $0,043 < 0,05$ yang berarti bahwa ada perbedaan efektivitas antara tanaman kayu apu dan kangkung air sebagai fitoremediator dalam menurunkan kadar kromium, dimana tanaman kangkung air lebih efektif dalam menurunkan kadar kromium pada limbah cair industri sablon nokturnal dibandingkan tanaman kayu apu.

PEMBAHASAN

Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Berdasarkan Variasi Waktu Dalam Menurunkan Kadar Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Nokturnal

Efektivitas tanaman kayu apu pada hari ke 11, 13, dan 15 menunjukkan bahwa kadar kromium pada air limbah sablon terjadi penurunan, hal ini disebabkan pada tanaman kayu apu terdapat kandungan senyawa *flavonoid*, *steroid*, *antrakuinon*, *antosianin*, *saponin*, *tannin* dan kandungan senyawa *fitokelatin* dalam tanaman kayu apu yang berperan membantu dalam proses penyerapan logam berat. Hal ini sejalan dengan teori Moelyaningrum dkk., (2020) yang menyatakan bahwa tanaman kayu apu memiliki kandungan senyawa *fitokelatin*. *Fitokelatin* tersebut berfungsi mengikat ion logam berat,

membentuk kompleks yang kemudian disimpan dalam vakuola sel tanaman, sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar kromium dapat berkurang dikarenakan pH yang optimal untuk proses fitoremediasi, yaitu pada kisaran 6,55–6,78. Pada pH ini, mampu memudahkan tanaman dalam menyerap logam berat, sehingga membantu mengurangi kandungan kromium dalam limbah. Nilai pH yang optimal akan mempengaruhi kemampuan penyerapan tanaman dapat menyerap logam berat. Pada pH yang optimal, tanaman dapat menyerap logam berat lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan efektivitas proses fitoremediasi (Choirunnisa, 2020).

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kayu apu mampu menurunkan kadar kromium pada air limbah namun efektivitasnya kurang optimal. hal ini terlihat pada hari ke 11 dan 13 dimana tidak ada perbedaan penurunan kadar kromium pada air limbah, hal ini terjadi karena disebabkan oleh suhu yang tidak optimal pada proses fitoremediasi yaitu pada kisaran 21-23°C, sehingga dapat mempengaruhi kadar oksigen dalam media tanam, dan menghambat proses penyerapan logam berat. Suhu yang tidak optimal yang berlangsung lama dapat merusak struktur akar tanaman sehingga menyebabkan terganggunya tanaman dalam mengikat logam berat kromium dan mengganggu aktivitas metabolisme yang diperlukan fitoremediasi. Suhu 25-30°C merupakan suhu yang optimal untuk proses fitoremediasi tumbuhan air (Nugroho, 2021).

Kadar kromium pada limbah cair tidak mengalami penurunan lainya terlihat pada Pada hari ke 15 dimana hasil pengukuran kadar kromium malah meningkat menjadi 5.583 mg/l dibanding hasil pada hari pengukuran sebelumnya yaitu 5,780, hal ini dapat terjadi karena kondisi fisik tanaman yang digunakan untuk menyerap kromium sudah mati hingga rusak yang diakibatkan suhu yang tidak optimal pada kisaran waktu yang lama, menurut Rubianti & Amir, (2022) ketika tanaman mati tanaman akan berusaha mengikat logam berat agar kadarnya tidak kembali ke lingkungan tetapi apabila struktur sel melemah sehingga menyebabkan tanaman rusak maka mampu menyebabkan kadar logam berat dalam tanaman dapat kembali lagi ke lingkungan.

Penelitian ini dapat dikatakan efektivitasnya masih kurang optimal dalam menurunkan kadar logam berat kromium hal ini dikarenakan jumlah tanaman yang digunakan masih tergolong sedikit yaitu kayu apu dengan berat basah sebanyak 200 gram. Jumlah tersebut dimana masih kurang untuk bisa mengoptimalkan penurunan kadar logam berat kromium pada limbah sablon yang memiliki kadar awal kromium sebesar 5,912 mg/l terbilang cukup tinggi. Hal ini sejalan dengan teori Moelyaningrum dkk., (2020) kemampuan tanaman untuk menyerap logam berat sangat bergantung pada ketersediaan biomassa tanaman, kemampuan akar dalam menyerap logam, serta kemampuan tanaman untuk mengakumulasi logam di jaringan tanaman.

Efektivitas Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) Berdasarkan Variasi Waktu Dalam Menurunkan Kadar Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Nokturnal

Efektivitas tanaman kangkung air pada hari ke 11, 13, dan 15 menunjukkan bahwa kadar kromium pada air limbah sablon terjadi penurunan, hal ini disebabkan pada tanaman kangkung air terdapat kandungan senyawa *flavonoid, steroid, antrakuinon, antosianin, saponin, tannin* dan kandungan senyawa *fitokelatin* dalam tanaman yang berperan sebagai penyerap unsur-unsur toksik pada air limbah tersebut. Hal ini sejalan dengan teori Fauziyah & Rosariawari, (2020) menyatakan bahwa kandungan fitokelatin juga terdapat pada tanaman kangkung air yang dimana memiliki peran penting dalam proses fitoremediasi logam berat kromium. Dengan kemampuannya mampu mengikat dan menetralkan ion logam, fitokelatin membantu tanaman dalam mengurangi toksisitas kromium dan meningkatkan efektivitas proses pembersihan limbah cair yang terkontaminasi.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar kromium dapat berkurang dikarenakan pH yang optimal untuk proses fitoremediasi, yaitu pada kisaran 6,55–6,78. Pada pH ini, mampu memudahkan tanaman dalam menyerap logam berat, sehingga membantu mengurangi kandungan kromium dalam limbah. pH yang optimal dapat mempengaruhi kemampuan penyerapan tanaman terhadap polutan. Pada pH yang optimal, tanaman dapat menyerap polutan lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan

efektivitas proses fitoremediasi (Kandi, 2019).

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman kangkung air mampu menurunkan kadar kromium pada air limbah sablon namun efektivitasnya masih kurang optimal. Hal ini terlihat pada hari ke 11 dan 13 tidak adanya perbedaan penurunan kadar kromium pada air limbah sablon yang dimana disebabkan oleh suhu yang tidak sesuai untuk mendukung proses fitoremediasi. Suhu yang kurang optimal dapat mengurangi kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat seperti kromium, sehingga kadar logam dalam limbah cair tetap tidak mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan penelitian Nugroho, (2021) yang menyatakan suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan. Suhu yang tidak sesuai dapat menghambat proses fisiologis tanaman, termasuk kemampuan mereka dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat.

Hari ke 15 efektivitasnya kembali terjadi meningkat menjadi 9,68%. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman mulai beradaptasi dengan lingkungan limbah. Adaptasi ini membuat tanaman menjadi lebih mampu menyerap logam berat secara efektif. Hal ini sejalan dengan teori Fajri, (2023) yang menyatakan tanaman yang hidup di lingkungan limbah perlu beradaptasi agar bisa bertahan. Karena proses adaptasi ini, tanaman menghasilkan lebih banyak enzim yang berguna untuk melawan zat beracun di sekitarnya, sehingga struktur akar tanaman yang menjadi lebih kuat untuk penyerapan logam secara aktif.

Penelitian ini dapat dikatakan efektivitasnya masih kurang optimal dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah sablon. Hal ini terlihat dari hasil penelitian menggunakan tanaman fitoremediasi dengan berat basah sebanyak 200 gram namun belum mampu menurunkan kadar kromium secara optimal. Hal ini disebabkan oleh jumlah biomassa tanaman yang masih tergolong sedikit dibandingkan dengan konsentrasi awal logam berat kromium dalam limbah sablon, yaitu sebesar 5,912 mg/L, yang terbilang cukup tinggi. Jumlah biomassa tanaman yang terbatas membuat proses penyerapan logam berat menjadi kurang efektif. Hal ini sejalan dengan teori, Fauziyah & Rosariawari, (2020) jumlah biomassa tanaman yang digunakan dalam proses fitoremediasi sangat mempengaruhi efektivitas penyerapan logam berat, karena semakin banyak biomassa yang digunakan, maka semakin besar pula luas permukaan akar yang berpotensi menyerap ion logam dari media air limbah.

Perbedaan Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Dan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) Berdasarkan Variasi Waktu Dalam Menurunkan Kadar Kromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Industri Sablon Nokturnal

Kayu apu dalam penelitian ini kurang efektif dibandingkan kangkung Air karena kayu apu memiliki tingkat metabolisme yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh ketidak mampuannya bertahan pada suhu yang tidak optimal pada kisaran waktu yang lama, yang berdampak pada rendahnya kadar oksigen dalam tanaman. Akibatnya, kayu apu mengalami stres, sehingga aktivitas metabolismenya menurun (Billah, 2020). Hal ini sejalan dengan teori penelitian yang dinyatakan oleh Rusydi dkk., (2024) Oksigen berperan penting sebagai sumber energi pada media tanam, khususnya dalam jalur metabolisme, jika kadar oksigen dalam tanaman menurun, produksi penghasilan energi juga akan berkurang, sehingga menyebabkan penurunan aktivitas metabolisme secara keseluruhan.

Kangkung air lebih efektif dalam menyerap kromium dibandingkan kayu apu hal ini disebabkan kemampuan tanaman kangkung air mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan limbah yang tercemar. Hal ini disebabkan tanaman kangkung air memiliki kandungan senyawa salah satunya asam askorbat yang tidak dimiliki oleh kayu apu dimana kandungan senyawa tersebut berfungsi sebagai antioksidan yang membantu melindungi tanaman dari kerusakan akibat paparan zat pencemar dari lingkungan. Hal ini sejalan dengan teori Andi Nugroho, (2020) yang menyatakan bahwa tanaman kangkung air memiliki kandungan senyawa asam askorbat yang dimana sebagai antioksidan penting yang berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman, terutama dalam perlindungan terhadap stres lingkungan dan metabolisme sel.

KESIMPULAN

Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes L.*) efektif dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah cair industri sablon namun tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu 11, 13, 15 hari dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah cair industri sablon nokturnal ($p\text{-value} = 0,368$). Tanaman kangkung air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) efektif dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah cair industri sablon namun tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu 11, 13, 15 hari dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah cair industri sablon nokturnal ($p\text{-value} = 0,368$). Ada perbedaan efektivitas tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan kangkung air (*Ipomoea Aquatic Forsk*) sebagai fitoremediator dalam menurunkan kadar logam berat kromium total pada limbah cair industri sablon nokturnal ($p\text{-value} = 0,043$).

DAFTAR PUSTAKA

- Andarani, P., Hapsari, S., & Zaman, B. (2020). Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistiastratiotes L.*) Dalam Menyisihkan Kromium Total (Cr-T) Dan Cod Limbah Elektroplating. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1–17.
- Andi Nugroho, S. (2020). Analisis Kandungan Asam Askorbat Pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forsk*), Bayam (*Amaranthus Spinusus*), Dan Ketimun (*Cucumis Sativus L.*). *Jurnal Tambora*, 4(1), 26–31. <https://doi.org/10.36761/jt.v4i1.567>
- Billah, A. R. (2020). Penggunaan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Untuk Mengikat Logam Chromium Total (Cr) Pada Limbah Cair Batik. *Skripsi*, Universitas Jember. Jawa Timur.
- Fajri, M. N. (2023). Efektivitas Penyerapan Logam Berat Cr (Vi) Dalam Air Menggunakan Fiber Adsorben Dari Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forsk*). *Skripsi*, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Fauziyah, F. A., & Rosariawari, F. (2020). Penyisihan Logam Terlarut Cr Pada Limbah Batik Secara Fitoremediasi Dengan Menggunakan Tanaman Kangkung Air. *Jurnal UPN Veteran Jawa Timur*, 9–15.
<http://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/view/6%0Ahttp://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/download/6/47>
- Kandi, R. N. (2019). Fitoremediasi limbah cair Kelapa Swit menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic Forsk*). *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Moelyaningrum, A. D., Ningrum, P. T., & Billah, A. R. (2020). Phythoremediasi Chromium Total (Cr-T) Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) Pada Limbah Cair Batik. *Jurnal Biologi Udayana*, 24(1).
- Nugroho, P. A. (2021). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Fitoremediator Logam Krom Heksavalen (Cr) Pada Limbah Cair Industri Batik Di Yogyakarta. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Pawestri, D. S., Budiono, Z., & Abdullah, S. (2020). Efisiensi Multi Soil Layering (Msl) Dalam Menurunkan Kadar Chromium Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Cair Sablon Di Kaos Ngapak Kabupaten Banyumas Tahun 2020. *Jurnal Buletin Keslingmas*, 39(3), 131–137. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i3.6038>
- Rahmadani. (2017). Adsorpsi Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Usaha Sablon Menggunakan Biomassa Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Ravelliani, A., Nisrina, H., Sari, L. K., & Marisah, R. (2021). Identifikasi Dan Isolasi Senyawa Glikosida Saponin Dari Beberapa Tanaman Di Indonesia. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 1, 786–799.
- Regina. (2018). Fitoremediasi Logam Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Usaha Sablon Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Rubianti, I., & Amir, A. (2022). Pemanfaatan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Untuk Mengukur Kadar Fosfat Dan COD Pada Limbah Cair. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, 1(1), 2809–7750.

Violita, L., Apriani, I., & Sulastri, A. (2022). Kemampuan Tanaman Kangkung Air Dalam Menurunkan Krom Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Cair Sablon. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan*, 13(1), 37–44. <https://doi.org/10.29122/jrl.v13i1.4288>.