

“PADI LINGKO” TO REDUCE HEXAVALENT CHROMIUM LEVELS (Cr(VI)) IN CITARUM RIVER WATER SAMPLE

Suci Rizki Nurul Aeni^{1*}, Nurdin², Ikhsan Faisal Ansori³

¹²³ Medical Laboratory Technology, Institut Kesehatan Rajawali, Indonesia

E-mail: * sua.ticq@gmail.com

Received: 07 Agustus 2023. Accepted: 30 November 2023. Published: 20 Desember 2023

DOI: 10.30870/educhemia.v8i2.21545

Abstract: Clean water is increasingly difficult to obtain, even though water is a chemical compound that is very important for living creatures' lives. Industrial and domestic community waste are a big problem in polluting the Citarum River, causing the water to become unfit. One of the toxic heavy metals found in Citarum River water is chromium (Cr(VI)). The technique that can be used to remove the heavy metal Cr(VI) in Citarum river water samples is adsorption using biological material (biosorption). Biosorption is the process of absorbing metal ions by materials originating from nature. In this research, jengkol peel was used. A modification of this research from previous research is the design of the "Padi Lingko" tool. This research aims to determine the results of the function test of the Padi Lingko tool and measure chromium(VI) levels in treated Citarum river water samples. The results of the analysis show that the power supply measurement results are in accordance with the expected values. The speed test results show appropriate values, namely at a low speed of 213 rpm, a medium speed of 1109 rpm, and a high speed of 1225 rpm. The timer test results show the appropriate time, with an average error factor of -0.02%. The results of the storage bucket test showed that when operated, the bucket did not produce vibrations or noise and could hold water. Apart from that, there are no leaks in the collection bucket. The test results show that the drive motor works well and can rotate the shaft without stuttering. The Padi Lingko tool could be used and succeeded in reducing Cr(VI) until a final level of 0.0529 mg/L was obtained.

Keywords: Padi Lingko, Chromium(VI), Citarum river water

Abstrak: Air bersih semakin sulit didapatkan padahal air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Limbah industri dan limbah domestik masyarakat merupakan masalah besar dalam pencemaran sungai citarum menyebabkan air menjadi tidak layak digunakan. Salah satu logam berat yang bersifat toksik ditemukan di air Sungai Citarum ialah logam kromium (Cr). Teknik yang dapat digunakan untuk menghilangkan logam berat Cr⁶⁺ dalam sampel air sungai citarum yaitu adsorpsi menggunakan material biologis (Biosorpsi). Biosorpsi merupakan proses penyerapan ion logam oleh bahan yang berasal dari alam dalam penelitian ini menggunakan kulit jengkol. Modifikasi penelitian ini dari penelitian sebelumnya yaitu perancangan alat “Padi Lingko”. Tujuan penelitian adalah mengetahui hasil uji fungsi dari alat Padi Lingko dan kadar

kromium(VI) dalam sampel air sungai Citarum setelah dilakukan proses treatment. Hasil analisis menunjukkan bahwa hasil pengukuran power supply adalah sesuai dengan nilai yang diharapkan. Hasil pengujian kecepatan menunjukkan nilai yang sesuai yaitu pada kecepatan rendah sebesar 213 rpm, sedang 1109 rpm dan tinggi 1225 rpm. Hasil pengujian timer menunjukkan waktu yang sesuai, dengan rata-rata dengan faktor kesalahan sebesar -0,02%. Hasil pengujian ember penampung didapatkan bahwa saat dioperasikan ember tidak menghasilkan getaran, suara yang berisik serta dapat menampung air. Selain itu tidak terdapat kebocoran pada ember penampung. Hasil pengujian motor penggerak bekerja dengan baik dan dapat memutar poros tanpa tersendat-sendat. Alat Padi Lingko dapat digunakan dan berhasil menurunkan Cr(VI) hingga didapat kadar akhir sebesar 0,0529 mg/L.

Kata kunci: Padi lingko, Kromium (VI), Air Sungai Citarum

PENDAHULUAN

Pencemaran air sungai semakin sering terjadi mengakibatkan ketersediaan air bersih semakin berkurang (Juwono dan Subagiyo, 2019). Kualitas air sungai di Indonesia pada umumnya berada pada status tercemar kategori berat (Badan Pusat Statistik, 2018). Sungai Citarum menjadi salah satu sungai yang tercemar di Jawa Barat. Menurut Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat, Sekitar 2.800 pabrik yang berdiri di daerah aliran sungai Citarum membuang limbah produksinya ke Daerah Aliran Sungai Citarum.

Logam berat Kromium heksavalen (Cr(VI)) yang ditemukan dalam air limbah memiliki toksisitas tinggi (Enniya, Rghioui dan Jourani, 2018; Jobby et al., 2018). Efek toksik Logam berat Kromium heksavalen (Cr(VI)) menyebabkan keracunan dan mengganggu sistem ekskresi. Kadar

kromium pada air sungai Citarum Desa Nanjung tahun 2019 adalah sebesar 4,912 ppm dan tahun 2020 yaitu sebesar 0,306 ppm (Aeni, Handarini dan Baehaki, 2019; Solihat, 2021). Nilai ini belum sesuai baku mutu kadar Cr(VI) dalam air sungai menurut PP No. 82 tahun 2001 yaitu maksimal 0,05 ppm. Tingginya pencemaran kromium(VI) dalam air Sungai Citarum dipicu dari tingginya aktivitas manusia dan pertumbuhan industri yang kian meningkat (Sairin et al, 2022)

Mengingat kadar Cr(VI) yang telah melebihi ambang batas diperlukan adanya penanganan untuk menurunkan kadar Cr(VI) dari perairan. Banyak metode telah dikembangkan secara biologi maupun kimiawi sebagai upaya menurunkan kadar logam berat diantaranya, termasuk proses adsorpsi, reaksi oksidasi atau reduksi kimia, presipitasi kimia, teknik elektrokimia, pemulihan evaporatif, pertukaran ion,

osmosis balik, dan filtrasi lumpur (Siddiquee et al. 2015). Namun, metode tersebut cukup mahal, tidak praktis, dan tidak spesifik dalam pengikatan logam berat (Ayangbenro, 2017). Menyoroti beberapa kelemahan dari metode tersebut, maka dibutuhkan adanya metode alternatif yang lebih ekonomis dan sesuai. Salah satu metode tersebut adalah biosorpsi.

Biosorpsi merupakan proses pemisahan logam berat dari limbah industri atau air tercemar yang memiliki kelebihan antara lain lebih murah, ramah lingkungan dan regeneratif sehingga dapat dijadikan alternatif dalam penyisihan logam (Yuni, 2020). Biomassa kulit jengkol dapat digunakan sebagai media penyerap dan gugus bermuatan negatif pada kulit jengkol memiliki kemampuan untuk mengikat ion Cr(VI) bermuatan positif pada sampel air (Pandia dan Warman, 2016; Chaidir, Hasanah, Zein 2015). Berdasarkan analisis tingkat efisiensi penyerapan logam Cr(VI) menggunakan biosorben kulit jengkol terbukti efisien dengan penyerapan mencapai 95,75% (Solihat, 2021).

Masalah pencemaran lingkungan yang perlu mendapat perhatian khusus yaitu pencemaran Cr(VI) dan limbah plastik. Sebanyak 17,55% dari

2.374.007,58 ton sampah di daerah aliran sungai Citarum merupakan sampah plastik (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2021). Bahan plastik tersebut dapat didaur ulang seperti ember cat menjadi wadah pada alat Padi Lingko yang dirancang untuk menurunkan kadar Cr(VI).

Pemilihan nama alat Padi Lingko merupakan akronim dari Penyerap Bermedia Kulit Jengkol. Huruf “P” dan “A” diambil dari kata “Penyerap”, kata “DI” diambil dari kata “Bermedia”, huruf “Li” diambil dari kata “Kulit”, dan “Ngko” diambil dari 3 kata “Jengkol”. Padi Lingko berfungsi untuk menurunkan kadar kromium heksavalen (Cr(VI)) pada air sungai. Pemilihan kata padi merujuk pada kemanfaatan padi bagi kehidupan manusia (Kinanti dan Rachman, 2018). Lingko berasal dari bahasa Manggarai yang berarti tersambung atau terintegrasi. Pemilihan kata ini diharapkan alat ini menjadi alat penyambung untuk memenuhi kebutuhan air untuk umat manusia.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut: “Bagaimana hasil uji fungsi alat Padi Lingko dalam menurunkan kadar kromium heksavalen (Cr(VI)) pada sampel air sungai Citarum”

Tujuan penelitian adalah Membuat rancangan dan prototipe alat *Padi Lingko*, mengetahui hasil uji fungsi alat Padi Lingko, dan mengetahui kadar akhir kromium heksavalen Cr(VI) pada air sungai Citarum setelah dilakukan proses pengolahan dengan alat *Padi Lingko*.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Penelitian ini memaparkan hasil pengujian dari alat Padi Lingko dan kadar kromium(VI) dalam sampel air sungai Citarum setelah dilakukan proses treatment oleh alat Padi Lingko.

Variabel adalah fenomena yang berhubungan dengan penelitian yang diamati atau diukur (Rinaldi dan Mujiyanto, 2017). Variabel dalam penelitian ini adalah alat Padi Lingko dan kadar logam berat kromium (VI) pada sampel air Sungai.

Sampel yang diambil dalam penelitian ini yaitu sampel air sungai Citarum di Desa Rancamanyar Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung. Adapun teknik sampling pada penelitian adalah metode *purposive sampling*.

Alat yang digunakan alumunium foil, autoklaf, batang pengaduk, corong, erlenmeyer 100 mL dan 500 mL, pH

meter, saringan 150 μm , sentrifuge, spatula, spidol, gelas kimia 100 mL dan 1000 mL, gelas Ukur 100 mL, hotplate, kertas HVS, kertas label, kertas saring, kuvet, neraca analitik, pipet filler, pipet tetes, pipet ukur 5 mL, dan 25 mL, spektrofotometer UV- Vis, tip, labu ukur 25 mL, 50 mL, 100 mL dan 1000 mL, magnetic stirrer, mikropipet, palu, paku 5, kuas cat, gergaji, soldier, tang, bor, obeng dan amplas.

Bahan yang digunakan yaitu aseton, aquades, aquabides, kulit jengkol, HNO_3 , H_2SO_4 pekat, kristal 1,5-difenilkarbazid, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, NaOH, sampel air sungai, pipa, kran air, papan kayu, skrup, timah, batang besi, kabel power, dynamo, saklar on off, *speed controller*, *timer controller*, plat besi, vernis, lem pipa, ember cat.

Prosedur Kerja

Uji Pendahuluan

Uji Pendahuluan Fisik dilakukan melalui pengamatan terhadap warna, kekeruhan, bau, dan pH air (Baehaki et al, 2020). Adapun Uji Pendahuluan Kimia dilakukan pengukuran kadar awal logam berat Cr(VI) (Aeni, Baehaki, dan Handarini, 2019; Marlina, 2019).

Pembuatan Larutan Difenilkarbazid

Ditimbang sebanyak 0,125 gram Kristal 1,5-difenilkarbazida, kemudian dilarutkan dengan aseton di dalam labu

ukur 25 ml. Ditambahkan aseton hingga tanda batas kemudian dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Standar Cr(VI)

Pembuatan Larutan Standar Cr(VI) 100 ppm, timbang $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 10 mg, dilarutkan dengan akuades dalam labu ukur 100 ml. Kemudian dihomogenkan hingga terlarut sempurna.

Pembuatan Deret Larutan Standar Cr(VI) dan Kurva standar Cr(VI)

Larutan standar Cr(VI) dibuat dengan konsentrasi 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; dan 1,5 ppm sebanyak 10 ml dari larutan standar $K_2Cr_2O_7$ 100 ppm. Kemudian ditambahkan 2 mL larutan H_2SO_4 dan 0,5 mL 1,5-difenilkarbazida. Dilakukan pengukuran dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visibel (UV-Vis) pada panjang gelombang 540 nm.

Pengukuran kadar logam Cr(VI) awal

Sampel air disaring dengan kertas saring. Filtrat dipipet sebanyak 2,5 ml dimasukkan ke dalam tabung. Ditambahkan 2 ml larutan H_2SO_4 dan ditambahkan 0,5 ml 1,5-difenilkarbazida. Larutan yang telah berwarna kemudian diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Visibel (UV-Vis) pada panjang gelombang 540 nm.

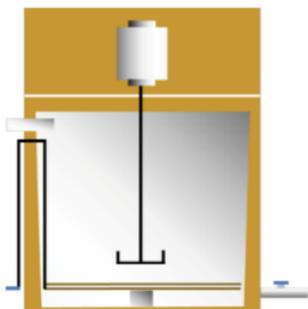
Pembuatan Alat Padi Lingko

Disiapkan alat dan bahan. Dibersihkan ember dan lakukan

pelubangan ember di bagian pinggir bawah sebagai output air dan di bagian pinggir atas sebagai input air dengan ukuran diameter 2 cm menggunakan bor pembolong lalu diampelas, Dipasang kran, Dipasang pipa, Dipotong besi siku ukuran 60 cm sebanyak 4 buah dan ukuran 30 cm sebanyak 12 buah, kemudian Dilakukan pengelasan sehingga menjadi rangka alat berbentuk balok. Dilakukan pemotongan pipa air plastik ukuran 3' sebesar 60 x 30 cm sebanyak 2 buah. Diratakan pipa air plastik tersebut dengan cara dipanaskan. Dipasangkan pipa air plastik menutupi bagian rangka. Dilakukan pemotongan pipa air plastik ukuran 3' sebesar 30 x 30 cm sebanyak 3 buah. Dipasangkan pipa air plastik yang telah diratakan menutupi bagian rangka atas dan bawah serta ditengah-tengah alat sebagai alas untuk menyimpan dinamo. Dilakukan pemasangan rangkaian komponen alat “Padi Lingko” seperti dinamo, speed controller, timer controller, tachometer, regulator, tombol on/off, dan kabel power.

Batang pengaduk dibuat dari stainless steel dengan ukuran panjang 20 cm. Kemudian batang dipasangkan ke dynamo agar dapat mengaduk secara otomatis. Batang pengaduk ditempatkan di tengah ember penampung air.

Kemudian batang pengaduk Alat Padi Lingko diujicobakan pada sampel. Tahap terakhir adalah memastikan alat siap digunakan. Desain alat Padi Lingko terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat Padi Lingko

Uji Fungsi Komponen Pada Alat Padi Lingko

Pengukuran Rangkaian Power Supply

Alat “Padi lingko” dinyalakan untuk uji power supply. Kemudian diukur tegangan yang keluar dari power supply

Pengujian Pengukuran Kecepatan

Alat “Padi lingko” dinyalakan untuk uji pengukur kecepatan. Dilakukan pemutaran dengan kecepatan dari rendah ke kecepatan tinggi. Dilihat monitor tachometer apakah dapat menampilkan kecepatan mesin

Pengujian Timer

Alat “Padi lingko” dinyalakan untuk uji timer. Dilakukan pengujian pengaturan waktu 5, 15, 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Stopwatch dinyalakan untuk mengukur kesesuaian waktu.

Dicatat hasil pembacaan dan diukur selisihnya.

Pengujian Ember Cat Sebagai Unit Produksi

Dimasukkan air sebanyak 3 liter. Dinyalakan alat. Dilakukan pemutaran dari kecepatan rendah ke kecepatan tinggi. Lakukan pengamatan getaran dan suara yang timbul.

Pengujian Motor Penggerak

Alat “Padi lingko” dinyalakan untuk uji Motor penggerak. Motor penggerak dinyalakan pada pemutaran kecepatan rendah hingga kecepatan tinggi. Diamati apakah motor penggerak dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

Pembuatan Biomassa (Chaidir, Hasanah, Zein 2015)

Kulit jengkol diuji determinasi terlebih dahulu. Kulit jengkol dikeringkan, kemudian setelah kering, dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 150 μm . Selanjutnya direndam dengan HNO_3 0,01M selama 2 jam. Kulit jengkol selanjutnya disaring dan dibilas sampai netral dengan menggunakan aquabides.

Pengambilan Sampel (Baehaki et al., 2020)

Alat pengambil contoh air yang terbuat dari botol kaca steril disterilisasi terlebih dahulu. Sebelum digunakan, Alat

dibilas dengan sampel air sungai. Sampel air sungai dimasukkan ke dalam botol penampung hingga penuh. Botol yang telah terisi diangkat lalu segera disaring dengan kertas saring. Ditambahkan pengawet HNO₃ sampai pH=3.

Treatment sampel air sungai Citarum menggunakan alat Padi Lingko (Chaidir, Hasanah, Zein 2015)

Sampel air dimasukkan ke dalam alat Padi Lingko sebanyak 3 L. Ditambahkan biosorben kulit jengkol sebanyak 3 gram. Alat “Padi Lingko” dinyalakan. Diatur kecepatan sebesar 300 rpm selama 1 jam. Sampel diukur konsentrasinya.

Pengukuran kadar logam Cr(VI) akhir setelah dilakukan treatment dengan alat Padi Lingko

Sampel air disaring dengan kertas saring. Filtrat dipipet sebanyak 2,5 ml. Ditambahkan 2 ml larutan H₂SO₄ dan 0,5 ml difenilkarbazida ke dalam sampel. Larutan diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 540 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat “Padi Lingko” dirancang sesuai dengan prosedur yang telah disusun. Kemudian, komponen alat diuji keberfungsian. Fisik dari alat Padi Lingko dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Padi Lingko

Kulit jengkol yang digunakan sebagai biosorben ini dipilih dari buah jengkol yang sudah matang dan tua. Terhadap kulit jengkol kemudian dilakukan beberapa perlakuan sehingga menjadi biosorben kulit jengkol berwarna coklat dan terdiri dari serbuk halus serta terdapat beberapa gumpalan biosorben. Gambar biosorben kulit jengkol dapat dilihat pada Gambar 3.

Sampel air sungai diukur kadar Cr(VI) sebelum dan sesudah treatment dengan “Padi Lingko” menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis pada 540 nm. Titik lokasi sampling air sungai Citarum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Biosorben Kulit Jengkol Dari Kiri Ke Kanan : A) Kulit Jengkol, B) Kulit Jengkol Yang Telah Dihaluskan, C) Biosorben Kulit Jengkol



Gambar 4. Titik Lokasi Sampling di Demplot Citarum Harum Sektor 7

Hasil Pengukuran Rangkaian Power Supply

Setelah alat Padi Lingko selesai dibuat maka dilakukan pengukuran

terhadap rangkaian power supply. Hasil pengukuran rangkaian power supply disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Rangkaian Power Supply

Hasil Pengukuran ke	Tegangan yang dibutuhkan (V)	
	12 V	220 V
1	12 V	220 V
2	12 V	220 V
3	12 V	220 V
4	12 V	220 V
5	12 V	220 V
Rata-rata	12 V	220 V
Standar Deviasi	0	0

Komponen yang menggunakan arus listrik memerlukan tegangan listrik 220 V. Sedangkan, terdapat beberapa komponen yang memerlukan tegangan listrik lebih rendah dari 220 V maka diperlukan transformator untuk menurunkan tegangan tersebut (Pangemanan, Kurniawan, dan Sarwito, 2017). Trafo yang digunakan pada alat Padi lingko berjenis step down dengan bantuan regulator. Hasil pengukuran tegangan pada komponen didapatkan hasil tegangan 12 V.

Pengatur Kecepatan

Hasil uji kecepatan yang telah dilakukan dipilih pada kecepatan rendah, sedang, dan tinggi. Kecepatan diukur dengan Tachometer dihasilkan data sesuai dengan kecepatan yang sebenarnya. Hasil pengukuran pangatur kecepatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kecepatan Pemutar

No.	Skala Kecepatan	Hasil Pengujian
1.	Rendah	Tachometer menunjukkan kecepatan sebesar 213 rpm
2.	Sedang	Tachometer menunjukkan kecepatan sebesar 1109 rpm
3.	Tinggi	Tachometer menunjukkan kecepatan sebesar 1225 rpm

Pengatur kecepatan Alat dipasang agar kecepatan pengadukan bisa terkontrol. Pengadukan menyebabkan tumbukan antara ion logam dan partikel biosorben sehingga proses biosorpsi dapat berjalan dengan optimal. Ketika kecepatan pengadukan meningkat, frekuensi tumbukan meningkat sehingga presentase penyisihan meningkat

(Chathuranga et al., 2014). Hasil pengujian skala kecepatan rendah tachometer menunjukkan kecepatan 213 rpm, Skala kecepatan sedang tachometer menunjukkan kecepatan 1109 rpm dan Skala kecepatan tinggi tachometer menunjukkan kecepatan 1225 rpm.

Hasil Pengujian Timer

Pengujian timer yang dipasang di alat “Padi Lingko” menggunakan beberapa variasi pengaturan waktu dengan satuan berupa menit yaitu 15, 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Hasil pengujian timer dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Timer

No.	Pengaturan Waktu (Menit)	Pembacaan Stopwatch (menit)	Selisih Pengukuran (menit)	Faktor kesalahan (%)
1	15	14,05	-0,95	6,33
2	30	29,12	-0,88	2,93
3	45	46,36	1,36	-3,02
4	60	60	0	0,00
5	75	75,01	0,01	-0,01
6	90	86	-4	4,44
Faktor Kesalahan Rata-rata (%)				1,78

Laju biosorpsi akan meningkat secara signifikan dengan bertambahnya waktu kontak hingga mencapai kesetimbangan atau titik optimal (Lapik, 2017). Proses pengujian Timer delay relay dilakukan dengan membandingkan kesesuaian waktu antara timer delay relay dengan stopwatch. Pengaturan waktu yang dipilih yaitu 15, 30, 45, 60, 75, dan 90

menit. Selisih waktu pengukuran timer yang paling besar 45 menit dengan selisih 1,36 menit. Hasil selisih pengukuran yang paling kecil 90 menit dengan selisih -4 menit. Sedangkan pada 60 menit tidak ada selisih waktu pengukuran dan stopwatch.

Berdasarkan hasil pengukuran didapat faktor kesalahan terbesar yaitu

sebesar 6,33% pada pengaturan 15 menit dan faktor kesalahan 0% pada pengaturan waktu 60 menit. Rata-rata faktor kesalahan pada pengujian timer yairu sebesar 1,78%. Variasi selisih pengukuran tersebut dipengaruhi oleh ketidakpastian dari waktu reaksi pengujian.

Hasil Pengujian Ember Cat Sebagai Unit Produksi

Ember yang telah dipasangkan pada unit “Padi Lingko” diuji getaran dan noise nya terlebih dahulu. Hasil pengujian ember cat sebagai unit produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Ember Cat Sebagai Unit Produksi

No.	Cara Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Ketika mesin difungsikan apakah ember menghasilkan getaran dan suara yang berisik	Ember tidak menghasilkan getaran dan suara yang berisik.
2.	Memberi air ke dalam ember	Ember dapat menampung air dan tidak terdapat kebocoran.

Hasil pengujian didapat bahwa ember cat yang digunakan tidak mengalami kebocoran dan tidak menghasilkan suara pada saat digunakan. Ember yang digunakan pada alat pengolahan air tidak boleh bocor dan tidak menghasilkan suara berisik (Febriyanto dan Budijono, 2015).

Hasil Pengujian Motor Penggerak Sebagai Unit Penggerak

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati motor penggerak pada saat alat Padi Lingko dioperasikan. Motor penggerak beroperasi secara stabil. Alat Padi lingko menggunakan dinamo dengan tegangan 12 V dengan arus DC dalam pengoperasiannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor listrik bekerja dengan baik dan dapat memutar poros tanpa tersendat-sendat.

Hasil Pengukuran Cr(VI) Sebelum dan Sesudah dilakukan Treatment Oleh Alat Padi Lingko.

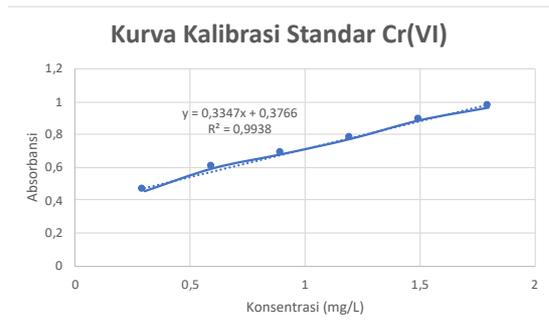
Pengukuran kadar Cr(VI) dilakukan sebelum dan sesudah pemberian treatment oleh alat “Padi Lingko”. Deret standar Cr(VI) dibuat dan diukur absorbansinya untuk perancangan Kurva standar Cr(VI). Hasil pengukuran deret standar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran absorbansi deret standar

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0,3	0,457
0,6	0,597
0,9	0,683
1,2	0,776
1,5	0,889
1,8	0,966

Berdasarkan data absorbansi kemudian diplot kurva sehingga diketahui peramaan garis linear deret

standar tersebut. Penyajian kurva deret standar dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah didapatkan persamaan garis kemudian dilakukan pengukuran kadar awal Cr(VI) pada sampel. Hasil uji kadar awal Cr(VI) dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 5. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cr(VI)

Sebelum melakukan pengukuran Cr(VI) terlebih dahulu dibuat kurva deret standar. Larutan deret standar dibuat dari larutan $K_2Cr_2O_7$ dengan konsentrasi 1000 ppm yang kemudian dibuat deret dengan konsentrasi 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; dan 1,8 (Baehaki et al., 2020).

Persamaan garis yang dihasilkan pada Gambar 5 diperoleh dengan cara mengalurkan antara nilai absorbansi larutan standar Cr(VI) dengan konsentrasi deret standar Cr(VI). Nilai koefisien regresi yang diperoleh adalah $R^2 = 0,9938$. Nilai koefisien korelasi menunjukkan hubungan yang kuat antara

konsentrasi larutan (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y). Hubungan linear yang ideal dicapai jika $R^2 = 1$ atau $R^2 = -1$ (Saputra, 2016). Persamaan garis $y = 0,3347x + 0,3766$ adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi Cr(VI) dalam sampel (Baehaki et al., 2020).

Tabel 6. Kadar Cr(VI) Pada Sampel Sebelum Proses Treatment

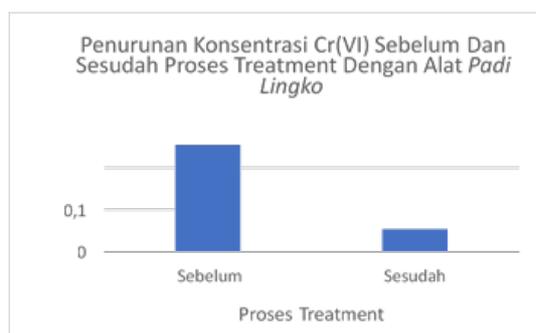
Pengulangan Pengukuran	Absorbansi sebelum proses treatment	Kadar awal logam Cr(VI) (ppm)	Rata-rata kadar awal logam Cr(VI) (ppm)
I	0,4620	0,2552	
II	0,4610	0,2522	0,2542
III	0,4620	0,2552	

Pada Tabel 6 dapat dilihat kadar awal Cr(VI) pada sampel yaitu sebesar 0,2542 ppm yang kadarnya melebihi batas maksimal Cr(VI) dalam air yaitu 0,05 mg/L (PP RI No 82 Tahun 2001).

Hasil kadar Cr(VI) sebelum dan sesudah treatment dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 didapatkan persentase penurunan Cr(VI) pada sampel air Sungai Citarum sebesar 79,145%. Diagram penurunan kadar Cr(VI) dalam sampel sebelum dan setelah dilakukan proses treatment terhadap sampel menggunakan alat Padi Lingko disajikan dalam Gambar 6.

Tabel 7. Kadar Cr(VI) Pada Sampel Sebelum dan Sesudah Proses Treatment

Pengukuran	Pengulangan ke		
	1	2	3
Absorbansi Cr(VI) sebelum treatment dengan alat <i>Padi Lingko</i>	0,462	0,461	0,462
Absorbansi Cr(VI) sesudah dengan alat <i>Padi Lingko</i>	0,393	0,396	0,394
Konsentrasi sebelum treatment dengan alat <i>Padi Lingko</i>	0,2551	0,2521	0,2551
Konsentrasi setelah treatment dengan alat <i>Padi Lingko</i>	0,0489	0,0579	0,0519
Persentase penurunan kadar Cr(VI)	80,7963	77,0142	79,6253
Rerata Persentase penurunan kadar Cr(VI)	79,1453		

**Gambar 6** Penurunan Konsentrasi Cr(VI) Sebelum dan Sesudah Proses Treatment Dengan Alat *Padi Lingko*

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan penurunan kadar Cr(VI) setelah proses treatment adalah sebesar 0,2013 mg/L. Adapun rerata kadar akhir Cr(VI) setelah dilakukan proses treatment sebesar 0,0529 mg/L.

Pengujian kadar Cr(VI) pada sampel air sungai Citarum sebelum dilakukan treatment didapatkan nilai konsentrasi Cr(VI) sebesar 0,0489 mg/L, 0,0579 mg/L dan 0,0519 mg/L dengan nilai rerata 0,0529 mg/L. Kadar tersebut masuk pada batas maksimal Cr(VI) dalam air yaitu 0,05 mg/L (PP RI No 82 Tahun 2001).

Sampel air sungai Citarum tersebut dilakukan treatment dengan alat *Padi*

Lingko dengan penambahan biosorben kulit jengkol. Prosedur treatment merujuk pada penelitian Sholihat, (2021) mengenai “Pemanfaatan Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) Untuk Menurunkan Kadar Kromium Heksavalen (Cr(VI)) Pada Air Sungai Citarum. Berdasarkan penelitian tersebut didapat nilai optimum jumlah biosorben sebanyak 0,1 gram/100 mL; waktu kontak selama 1 jam; dan kecepatan pemutaran sebesar 300 rpm.

Air yang dapat diolah pada setiap kali alat *Padi Lingko* beroperasi adalah sebanyak 3 liter sehingga biosorben yang diperlukan sebanyak 3 gram, waktu kontak tetap selama 1 jam dan kecepatan pemutaran 300 rpm. Sampel ditreatment kemudian diuji kadar Cr(VI) dengan spektrofotometri UV-Vis.

Kadar Cr(VI) dalam sampel air sungai setelah treatment yaitu 0,0489 mg/L, 0,0579 mg/L dan 0,0519 mg/L dengan nilai rerata sebesar 0,0529 mg/L. Kadar tersebut telah masuk pada batas maksimal Cr(VI) dalam air yaitu 0,05 mg/L (PP RI No 82 Tahun 2001). Namun

masih diperlukan penelitian lanjutan mengenai jumlah optimum biosorben, waktu kontak, dan kecepatan pengadukan.

Berdasarkan hasil analisis terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil yang diperoleh yaitu laju biosorpsi akan meningkat secara signifikan dengan bertambahnya waktu kontak hingga mencapai kesetimbangan atau waktu kontak optimum (Lapik, 2017); dan biosorpsi logam berat dipengaruhi konsentrasi biomassa yang ditambahkan (Aryal dan Kyrikiades, 2015).

Berdasarkan proses yang sudah dilakukan, terdapat beberapa keterbatasan penelitian yaitu (1) Tidak terpasangnya vibrometer pada pengujian ember cat sebagai unit produksi yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya kebocoran dan getaran; (2) Tidak menggunakan desimeter pada pengujian motor penggerak sebagai unit penggerak yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya suara bising yang dihasilkan oleh dynamo.

Kerjasama dengan instansi yang memiliki alat ukur kebisingan dan getaran sangat diperlukan dalam mengatasi keterbatasan penelitian. Sehingga pengujian dilaksanakan secara ilmiah dan hasil yang didapatkan telah terstandar.

KESIMPULAN

Prototipe alat Padi Lingko berhasil dibuat dengan bagian berupa pengatur kecepatan, pengaturan waktu, penghitung kecepatan, wadah penampung air, dan motor penggerak. Alat Padi Lingko memiliki kapasitas yang layak untuk mengelola sampel air sungai Citarum, hal ini ditunjukkan dengan hasil uji fungsi yang meliputi: (a) hasil pengukuran power supply sesuai dengan nilai yang diharapkan yaitu, 12 V dan 220 V; (b) hasil pengujian kecepatan menunjukkan nilai yang sesuai yaitu pada kecepatan rendah sebesar 213 rpm, kecepatan sedang sebesar 1109 rpm, dan kecepatan tinggi 1225 rpm; (c) hasil pengujian timer menunjukkan waktu yang sesuai dengan rata-rata faktor kesalahan sebesar - 0,02%; (d) hasil pengujian ember cat sebagai unit produksi didapatkan hasil bahwa ember cat tidak menghasilkan getaran dan suara yang berisik serta dapat menampung air dan tidak terjadi kebocoran; (e) hasil pengujian motor penggerak sebagai unit penggerak didapatkan hasil bahwa motor listrik bekerja dengan baik dan dapat memutar poros tanpa tersendat-sendat. Penggunaan *treatment* alat Padi Lingko pada sampel air sungai Citarum menunjukkan penurunan Cr(VI) dengan kadar akhir sebesar 0,0529 mg/L.

DAFTAR RUJUKAN

- Aeni, S.R.N., Handarini and Baehaki, F. (2019) 'Biosorpsi logam berat kromium heksavalen (Cr6+) dalam sungai Citarum di desa Nanjung menggunakan biomassa *Saccharomyces cerevisiae*', Prosiding Seminar Nasional Kimia [Preprint].
- Aryal, M. and Liakopoulou-kyriakides, M. (2015) 'Bioremoval of heavy metals by bacterial biomass', *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(November 2014), p. 4173. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4173-z>.
- Badan Pusat Statistik. (2018) 'Statistik Lingkungan Hidup Indonesia.
- Baehaki, F. et al. (2020) 'Utilization of *Salacca zalacca* seeds as chromium(VI) adsorbents', *Periodico Tche Quimica*, 17(34), pp. 200–212. Available at: http://repository.lppm.unila.ac.id/28891/1/UTILIZATION_OF_Salacca_zalacca_SEEDS_AS_CHROMIUM_V.pdf.
- Chaidir, Z., Hasanah, Q. and Zein, R. (2015) 'Penyerapan ion logam cr(iii) dan cr(vi) dalam larutan menggunakan kulit buah jengkol (*Pithecellobium jiringa*(JACK) PRAIN.)', *Jurnal Riset Kimia*, 8(2), pp. 189–199. Available at: <http://jrk.fmipa.unand.ac.id/index.php/jrk/article/view/239/220>.
- Chathuranga, P.K.D. et al. (2014) 'Biosorption and Desorption of Lead (II) by *Hydrilla verticillata*', *Bioremediation Journal*, 18(December 2014), pp. 192-203. Available at: <https://doi.org/10.1080/10889868.2014.910492>.
- Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Barat. (2020) 'Sungai Citarum (1) : "Tempat Sampah Raksasa" yang Mendunia'. Available at: <http://dbmtr.jabarprov.go.id/sungai-citarum-1-tempat-sampah-raksasa-yang-mendunia/>
- Enniya, I., Rghioui, L. and Jourani, A. (2018) 'Adsorption of hexavalent chromium in aqueous solution on activated carbon prepared from apple peels', *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 7(September 2017), pp. 9–16. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2017.11.003>.
- Febriyanto, D., dan Budijono, A. P. (2015) 'Rancang Bangun Mesin Pengaduk Petis Semi Otomatis', *Journal of Education Technology Students*, 2(03).

- Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/230809830.pdf>
- Jobby, R. et al. (2018) ‘Chemosphere Biosorption and biotransformation of hexavalent chromium [Cr (VI)]: A comprehensive review’, *Chemosphere*, 207, pp. 255–266. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.05.050>.
- Juwono, P. T., dan Subagiyo, A. (2019) ‘Integrasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dengan Wilayah Pesisir. Malang : Universitas Brawijaya Press.
- Kinanti, K. P., dan Rachman, A. K. (2019) ‘Padi bagi masyarakat Indonesia: Kajian semantik inkuisitif pada Peribahasa Indonesia’, *Basastra*, 8(1), 29-43. Available at: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/basastra/article/view/12937/11029>
- Lapik, C. (2017) Biosorpsi logam berat Cr(VI) dengan menggunakan biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. Universitas Hasanudin. Available at: http://digilib.unhas.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/MzBhODZmOGewZjNkMzc5MGE5OTk3ZDVjNGQyMjBkOGI4ZjIyMzc2Zg==.pdf.
- Pandia, S., dan Warman, B. (2016) ‘Pemanfaatan kulit jengkol sebagai adsorben dalam penyerapan logam CD (ii) pada limbah cair industri pelapisan logam’, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 57-63. Available at: <https://talenta.usu.ac.id/jtk/article/view/1556>
- Pangemanan, G. A., Adi Kurniawan, S. T., dan Sarwito, M. I. S. (2017) ‘Kajian Eksperimen Discharge Test pada Baterai 12 V yang Dihubungkan dengan Motor DC Feedback Tipe No. 63-110 di Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal’, Skripsi. Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/291461620.pdf>
- PP RI. (2001) ‘Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air’, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1-41. Available at: <http://www.luk.staff.ugm.ac.id/atur/s>

- da/PP82
2001PengelolaanKualitasAir.pdf
- Rinaldi, S. F., dan Mujiyanto, B. (2017) 'Metodologi Penelitian dan Statistika. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2020) Kinerja pengelolaan sampah DAS. Available at: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/home/das/1>.
- Solihat, R. (2021) 'Pemanfaatan kulit jengkol (*Pithecellobium jiringa*) sebagai biosorben logam berat kromium heksavalen (Cr(VI)', Karya Tulis Ilmiah. Program studi diploma III Institut Kesehatan Rajawali
- Yuni, D. P. (2020) 'Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia', *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59-65.