

# Optimalisasi Biomassa Alga Hijau *Ulva* sp. sebagai Biosorben Logam Berat Cr(VI)

Anisa Dea Novianti <sup>a\*</sup>, I Wayan Gede Astawa Karang <sup>a</sup>, I Nyoman Giri Putra <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Kampus UNUD Bukit Jimbaran, Bali 80361, Indonesia

\*Penulis koresponden. Tel.: +62-857-7865-8524  
Alamat e-mail: [ichaanisadea@gmail.com](mailto:ichaanisadea@gmail.com)

Diterima (received) 11 Juli 2020; disetujui (accepted) 22 September 2020; tersedia secara online (available online) 23 September 2020

---

## Abstract

Heavy metals are dangerous pollutants which can't be degraded by organism. Heavy metals can settle at the bottom of the waters. One of the dangerous heavy metals is Chromium which has 6+ ions or called Chromium Hexavalent (Cr(VI)). Research on reducing heavy metal pollution is important, there are many methods that can be used to reduce heavy metal. Biosorption is one of the methods which is effective and efficient for reducing heavy metal pollution because the biomaterials or biosorbent used able to absorb metals. The purpose of this research was to determine the optimum conditions for green algae which (*Ulva* sp.) to adsorb Cr(VI) metal ions. Biosorption methods used in this study is batch systems, which is carried out using metal solutions with predetermined parameters and put in containers to be contacted with *Ulva* sp. The result show optimum conditions for biosorption of Cr(VI) by *Ulva* sp. influenced by several parameters such as pH, the concentration of biosorbent dose initial Cr(VI) and contact time. In this study the most optimal conditions for the biosorption of Cr(VI) using *Ulva* sp. occurred at pH 2, the mass of biosorbent 10 gr, initial concentration of Cr(VI) 4 mg/L for 90 minutes. The maximum efficiencies of Cr(VI) removal was 98,88% and capacity for absorb was 0,093 mg/g.

**Keywords:** Cr(VI); biosorption; *Ulva* sp.; heavy metal

## Abstrak

Logam berat merupakan bahan pencemar berbahaya, dikarenakan logam berat memiliki sifat *non degradable* oleh organisme. Logam berat dapat mengendap di dasar perairan. Salah satu logam berat yang berbahaya ialah logam berat Cr(VI) atau disebut juga Kromium Heksavalen, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat dapat dikurangi dengan metode biosorpsi. Biosorpsi adalah proses penyerapan ion logam yang menggunakan biomaterial atau biosorben yang efektif dan efisien serta kemampuan penyerapan logam yang tinggi. Salah satunya penggunaan alga, dikarenakan alga memiliki gugus fungsi yang dapat mengikat logam berat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi optimum bagi alga hijau *Ulva* sp. untuk melakukan penyerapan ion logam Cr(VI). Biosorpsi yang digunakan ialah dengan sistem batch yaitu dengan cara memasukkan larutan logam ion Cr(VI) ke dalam satu wadah untuk di kontakkan dengan *Ulva* sp. pemanfaatan alga *Ulva* sp. sebagai biosorben logam berat dapat mengurangi permasalahan ekologis akibat alga blooming serta meminimalisasi pencemaran logam berat Cr(VI). Berdasarkan hasil penelitian kondisi optimum penyerapan logam Cr(VI) oleh *Ulva* sp. dipengaruhi beberapa parameter yaitu pH, dosis biosorben, konsentrasi awal Cr(VI) dan waktu kontak. Kondisi optimum *Ulva* sp. terjadi pada saat pH 2, dosis biosorben seberat 10 gram, konsentrasi awal Cr(VI) 4 mg/L yang dikontakkan selama 90 menit. Hasil efisiensi penyerapan sebesar 98,88% dengan kapasitas biosorben sebesar 0,093 mg/g.

**Kata Kunci:** Cr(VI); biosorpsi; *Ulva* sp.; logam berat

---

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya perkembangan industri akan mengakibatkan bahan buangan yang beracun semakin banyak terbuang ke lingkungan, dimana

salah satunya ialah limbah logam (Said, 2010). Apabila suatu logam berat pada lingkungan perairan berada di atas baku mutu yang telah ditentukan, maka hal ini dapat membahayakan organisme yang hidup dengan memanfaatkan air

tersebut hingga dapat menimbulkan kematian (Derelanko, 2002).

Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Arsen (Ar), Merkuri (Hg), Kromium (Cr), Kadmium (Cd) serta Nikel (Ni) merupakan logam berat yang berbahaya dan dapat mencemari lingkungan (Putra dan Mairizki, 2020). Cr di alam dengan valensi 6 atau Cr(VI) lebih beracun dibandingkan dengan Cr(III) disebabkan oleh tingginya sifat kelarutan dan mobilitas dari Cr(VI) pada lingkungan (Arfiati dkk., 2018). Akumulasi logam Cr di dalam tubuh bersifat racun dan dapat mengakibatkan kematian pada organisme (Budiyati dkk., 2014). Tukad Badung merupakan salah satu perairan di Bali yang telah terkontaminasi logam berat Cr, Zn, Cd dan Pb (Kusumadewi dkk., 2015). Kandungan logam berat Cr terkandung juga di Muara Tukad Mati, Bali dan pada daerah tersebut kandungan logam berat Cr sangat tinggi karena telah melampaui batas di perairan sehingga Muara Tukad Mati tidak layak untuk kehidupan organisme laut (Suteja, 2017).

Dalam menurunkan konsentrasi logam berat pada limbah cair dapat dilakukan dengan metode biosorpsi. Biosorpsi merupakan proses penyerapan ion-ion logam menggunakan sel hidup maupun mati, khususnya permukaan dinding sel baik secara kimia maupun fisika (Mawardi, 2011). Proses biosorpsi melibatkan material biologi (biosorben) dan larutan logam berat yang nantinya akan diserap biosorben (sorbat : ion logam) (Ahalya et al., 2013). Biosorpsi merupakan salah satu metode dalam mengurangi ion logam yang paling efektif dan efisien, karena bio material yang digunakan tidak memakan biaya terlalu besar dan dapat dipergunakan berulang serta memiliki efisiensi penyisihan ion logam yang tinggi (Naimah dan Ernawati, 2011).

Usaha dalam mengurangi pencemaran logam berat dengan memanfaatkan material biologi sebagai biosorben telah dilakukan termasuk ke dalam beberapa jenis alga (Bakhri, 2011). Pengikatan ion logam pada lingkungan perairan dengan menggunakan biomassa beberapa jenis alga sangat efektif (Ratnawati dkk., 2010). Beberapa penelitian alga seperti *Sargassum fluitans* mampu menyerap ion Cd, *Chlorella salina* mampu menyerap Cu, Zn dan Mn, alga merah *Cyanidium caldarum* yang telah dimodifikasi gugus karboksilnya mampu menyerap Cu, Al dan Fe (Elfrida, 2009).

Sementara itu, *Ulva* sp. memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan ataupun bahan baku industri farmasi serta *Ulva* sp. memiliki pertumbuhan yang cepat. Maka dari itu penelitian mengenai kondisi optimal *Ulva* sp. sebagai biosorben dalam penyerapan logam berat dengan metode biosorpsi dapat dijadikan salah satu cara untuk menyisihkan konsentrasi ion logam berat, salah satunya logam berat Cr(VI) yang telah menjadi bahan pencemar di beberapa lokasi, serta untuk menambah data pengembangan pemanfaatan alga sebagai biosorben. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi optimum bagi *Ulva* sp. dalam menyerap logam berat Cr(VI) berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan untuk melihat nilai efisiensi dan kapasitas penyerapannya yang terbesar.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel *Ulva* sp. dilakukan pada bulan Januari 2020 di kawasan Pantai Geger di Kawasan Pantai Geger dipilih dikarenakan kegiatan pariwisata tidak banyak dilakukan di kawasan tersebut (Artadana dkk., 2018), sehingga potensi terpapar logam berat lebih rendah dibandingkan pantai lain. Selanjutnya *Ulva* sp. dipreparasi di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana serta pengujian dilakukan di Laboratorium Analitik, Universitas Udayana.

### 2.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut kertas saring, magnetic stirrer, timbangan analitik, FTIR, oven, Spektrofotometer UV-Vis untuk pengukuran penurunan konsentrasi yang diseting pada kondisi panjang gelombang maksimum (Chaidir dkk., 2015), Spektrofotometer AAS, shive shacker, pH meter, erlenmeyer, ADS, alat tulis, kamera, pipet tetes, pipet volume, botol kaca, *Ulva* sp., akuades,  $K_2Cr_2O_7$ , 1,5-difenilkarbazida, aseton, HCl, NaOH dan  $H_2SO_4$ .

### 2.3 Preparasi Biomassa

*Ulva* sp. dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam bersuhu  $60^\circ C$ , lalu digunakan mortar agar *Ulva* sp. menjadi halus dan mempermudah proses pengayakan menggunakan

ayakan berukuran 100 mesh. Biomassa disimpan agar tetap kering menggunakan desikator sampai siap digunakan (Susilawati, 2009).

Biomassa diaktivasi dengan menggunakan metode aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi secara fisika merupakan aktivasi dengan menggunakan karbondioksida atau uap udara baik dalam temperatur tinggi maupun rendah. Sedangkan aktivasi kimia menggunakan larutan kimia yang dapat membantu memperluas pori dan biosorben. Larutan kimia yang digunakan harus bersifat activating agent untuk dapat meningkatkan daya serap biosorben karna dapat menghilangkan kotoran yang melekat dan menutup pori biosorben dengan cara mengoksidasi (Shofa, 2012).

#### 2.4 Karakterisasi Biomassa

Uji karakterisasi dilakukan menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), Spektrofotometer UV-Vis dan Spektrofotometer AAS untuk mengetahui kandungan logam yang terkandung pada alga (Tri, 2009).

##### 2.4.1. Pembuatan Limbah Artifisial Cr(VI)

Larutan artifisial Cr(VI) dengan konsentrasi 500 mg/L dibuat berdasarkan SNI 6989-71-2009 dengan menggunakan persamaan 1:

$$\text{Larutan induk} = \frac{BM K_2Cr_2O_7}{BACr} \quad (1)$$

dimana  $BM K_2Cr_2O_7$  adalah berat molekul dari  $K_2Cr_2O_7$  dan  $BACr$  adalah berat atom dari Cr.

##### 2.4.2. Pembuatan Larutan Difenilkarbazida

Larutan difenilkarbazida merupakan reagen agar larutan Cr(VI) dapat terbaca pada Spektrofotometer UV-Vis, larutan dibuat dengan cara melarutkan 250 mg 1,5-difenilkarbazida dalam 50 mL aseton (Susanti, 2009).

#### 2.5 Pembuatan Kurva Standar

Larutan induk ion logam Cr(VI) dengan konsentrasi 500 mg/L diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi 0, 2, 4, 8, 10 mg/L. Setiap konsentrasi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum. Selanjutnya hubungan antara absorbansi dan konsentrasi ion logam Cr(VI)

dapat dibuat dalam kurva standar (Adriansyah dkk., 2018).

#### 2.6 Percobaan Biosorpsi Secara Batch

##### 2.6.1. Penentuan pH Optimum

HCL 0,1 M dan NaOH 0,1 M digunakan sebagai pengatur pH. Dimasukkan 250 mL larutan ion logam Cr(VI) dengan konsentrasi 2 mg/L ke dalam erlenmeyer, pH larutan diatur menjadi 2, 7 dan 9 kemudian dimasukan biosorben *Ulva* sp. sebanyak 5 gram, dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirer pada kecepatan tertentu serta di dalam suhu kamar selama 140 menit dengan pembagian waktu (0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 130, 140). Larutan tersebut selanjutnya disaring dan dimasukkan ke dalam kuvet untuk diukur penurunan.

##### 2.6.2. Penentuan Massa Optimum

Larutan ion logam Cr(VI) dengan konsentrasi 2 mg/L dimasukan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu pH diatur menjadi pH optimum yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Sebanyak 5 gram biosorben *Ulva* sp. dimasukan ke dalam erlenmeyer kemudian dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirer pada kecepatan tertentu, di dalam suhu kamar selama 140 menit dengan pembagian waktu (0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 130, 140). Larutan tersebut kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam kuvet untuk lalu diukur penurunan konsentrasinya. Hal yang sama dilakukan terhadap variasi massa biosorben 2 gram dan 10 gram.

##### 2.6.3. Penentuan Konsentrasi Awal Optimum

Percobaan ini dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi ion logam Cr(VI) dengan seri 2, 4, 10 dan 20 mg/L. Sebanyak 250 mL larutan ion logam Cr(VI) masing-masing dimasukan ke dalam erlenmeyer kemudian pH diatur pada pH optimum, serta dimasukan biosorben *Ulva* sp. sesuai massa optimum yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Larutan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirer pada kecepatan tertentu serta di dalam suhu kamar selama 140 menit dengan pembagian waktu (0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 130, 140). Kemudian larutan disaring dan dimasukkan

ke dalam kuvet untuk diukur penurunan konsentrasinya.

#### 2.6.4. Penentuan Waktu Kontak

Sebanyak 250 mL larutan logam Cr(VI) dengan konsentrasi optimum pada pH optimum dikontakkan dengan massa optimum biosorben. Waktu kontak divariasikan menjadi 0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 130, 140 menit (Susanti, 2009). Pengadukan dilakukan menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan tertentu serta di dalam suhu kamar. Kemudian larutan tersebut disaring dan dimasukkan ke dalam kuvet lalu diukur penurunan konsentrasinya.

### 2.7 Analisis Data

#### 2.7.1. Kapasitas Adsorbansi

Analisis mengenai kapasitas adsorpsi merupakan analisis untuk mengetahui jumlah ion logam yang dapat terserap disetiap unit berat adsorben. Kapasitas adsorpsi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Misran dkk., 2016) :

$$Q_e = \frac{C_o - C_e}{W} \times V \quad (2)$$

dimana  $Q_e$  adalah banyaknya ion logam yang terserap (mg/g);  $C_o$  adalah konsentrasi ion logam sebelum terserap (mg/L);  $C_e$  adalah konsentrasi ion logam setelah terserap (mg/L);  $W$  adalah berat biosorben (gram) dan  $V$  adalah volume larutan ion logam (L).

#### 2.7.2. Efisiensi Penyisihan

Efisiensi penyisihan dari setiap parameter dihitung dengan menggunakan persamaan (Misran dkk., 2016):

$$\% \text{Efisiensi} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (3)$$

dimana %Efisiensi adalah presentase penyisihan;  $C_o$  merupakan konsentrasi ion logam sebelum terserap (mg/L) dan  $C_e$  adalah konsentrasi ion logam setelah terserap (mg/L).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakterisasi Biosorben *Ulva* sp.

Karakterisasi biosorben dilakukan untuk mengetahui kelayakan suatu bahan yang

digunakan sebagai penyerap. Seperti pada penelitian Ismi (2018), dimana dilakukan karakterisasi biosorben berfungsi untuk melihat gugus fungsi pada *Ulva* sp. yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan metode aktivasi secara fisika dan kimia, menurut Ngapa (2017), biosorben dengan aktivasi paling baik adalah secara fisika dan kimia dimana perpaduan perlakuan tersebut akan memperluas serta membuka pori sehingga daya serap menjadi tinggi.



**Gambar 1.** Biosorben sebelum aktivasi (atas), Biosorben setelah aktivasi (bawah)

Gambar 1 menunjukkan adanya perubahan warna pada biomassa *Ulva* sp. menjadi lebih gelap, dimana diakibatkan oleh proses aktivasi fisika dimana dilakukan pengeringan menggunakan oven. Pada penelitian ini digunakan berat basah total *Ulva* sp. sebesar 5 kg, dan diperoleh berat kering total sebesar 240 gram. Setelah melalui metode aktivasi berat menyusut kembali, berat total biosorben siap pakai didapat sebesar 70 gram, berat biosorben menyusut setelah aktivasi dikarenakan bantuan aktivasi kimia dalam membersihkan kotoran yang masih menempel pada permukaan, serta pada proses metode aktivasi kimia terdapat biosorben yang ikut terbuang saat pencucian menggunakan akuades.

#### 3.1.1. Hasil Karakterisasi Biosorben dengan FTIR

Analisis FTIR menggunakan interval gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$  (Tabel 1).

Tabel 1  
Hasil FTIR *Ulva* sp.

Frekuensi IR (cm <sup>-1</sup> )	Gugus	Frekuensi IR <i>Ulva</i> sp. (cm <sup>-1</sup> )
3580-3650	OH	3610,74
2000-2500	C=C;C=N	2304,94
1500-2000	C=C;C=N	20101101
1000-1500	C-O	1519,91
1000-1500	C-O	1031,92
<1000	C-Cl	852,54;430,13

Kemampuan alga dalam menyerap logam berat dikarenakan terdapatnya gugus fungsi yang memiliki fungsi mengikat ion logam, contohnya gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, amina, sulfidril imadazol, sulfat dan sulfonat pada dinding sel dalam sitoplasma (Kusuma dkk., 2014).

### 3.1.2. Hasil Karakteristik Uji Logam Biosorben

Dilakukan karakterisasi berupa uji logam terhadap biosorben menggunakan Spektrofotometer AAS dan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui beberapa kandungan logam yang dikandung biosorben. Tabel 2 menunjukkan beberapa logam yang diujikan menggunakan Spektrofotometer AAS dan Spektrofotometer UV-Vis.

Tabel 2  
Hasil Uji Kandungan Logam

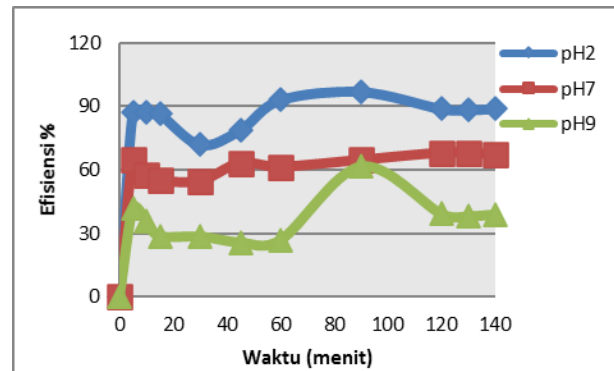
Nama Logam	Kandungan
Cu	+
Pb	+
Fe	+
Cr(III)	+
Cr(VI)	-

Berdasarkan hasil pada tabel diatas dapat dilihat bahwa pada *Ulva* sp. yang diambil di kawasan Pantai Geger mengandung beberapa logam yakni Cu, Pb, Fe serta Cr(III), sedangkan untuk logam berat Cr(VI) tidak terkandung.

### 3.2 Pengaruh Variasi Ph

Pada percobaan biosorpsi logam berat Cr(VI) dengan menggunakan biosorben *Ulva* sp. Efisiensi

penyerapan logam berat dapat dilihat pada Gambar (2)

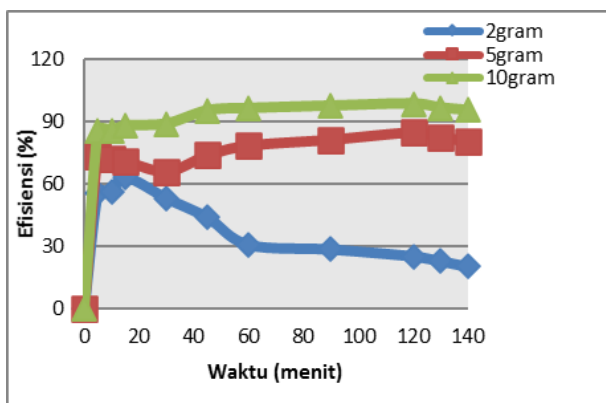


Gambar 2. Kurva Biosorpsi Logam Cr(VI) Variasi pH

Pada Gambar 2 dapat dilihat efisiensi terbesar terhadap biosorpsi ion logam Cr(VI) diperoleh pada kondisi asam yaitu pada pH 2 sebesar 96,94% dengan nilai kapasitas sebesar 0,0965 mg/g. Semakin meningkatnya nilai pH, efisiensi dari penyerapan logam berat Cr(VI) semakin menurun. Hal serupa juga diungkapkan Utama dkk. (2016), pada penelitiannya, dimana kondisi baik untuk biosorpsi terjadi pada pH 2, pada pH rendah ion H<sup>+</sup> meningkat sehingga permukaan biosorben menjadi positif dan menyebabkan ikatan antara biosorben dengan logam berat bermuatan negatif akan meningkat. Sedangkan semakin meningkatnya nilai pH maka biosorpsi logam berat Cr(VI) mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan pada pH tinggi akan meningkatkan ion OH<sup>-</sup> sehingga permukaan biosorben akan menjadi negatif dan juga terjadi kompetisi antara ion logam Cr(VI) dengan ion OH<sup>-</sup>. pH tinggi dapat menimbulkan pengendapan dalam bentuk Cr(OH)<sub>3</sub>, yang mengakibatkan berkurangnya jumlah ion Cr untuk diserap (Yu et al., 2003).

### 3.4 Pengaruh Variasi Massa Biosorben

Semakin bertambahnya dosis biosorben pada proses biosorpsi ion logam Cr(VI) maka semakin besar daya serap biosorben. Hal ini disebabkan semakin banyaknya gugus fungsi untuk melakukan penyerapan. Pada percobaan biosorpsi logam berat Cr(VI) dengan menggunakan biosorben *Ulva* sp. variasi dosis biosorben yang digunakan adalah 2 gr, 5 gr dan 10 gr. Berikut merupakan Gambar (3) dari efisiensi penyerapan logam berat Cr(VI).



**Gambar 3.** Kurva Biosorpsi Logam Cr(VI) Variasi Dosis Biomassa (gram)

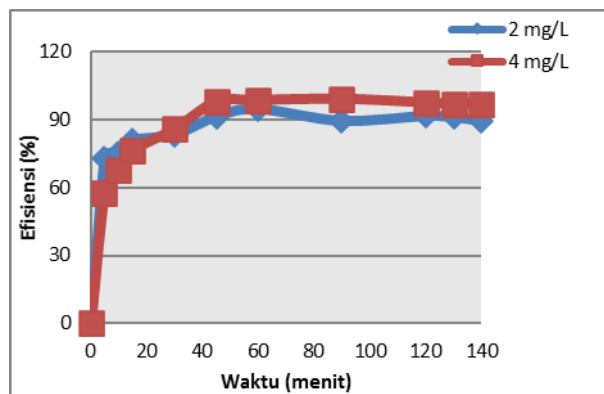
Gambar 3 menunjukkan efisiensi terbesar diperoleh oleh biomassa dengan berat 10 gr pada menit ke-120 sebesar 98,53% dengan kapasitas sebesar 0,0487 mg/g. Pada menit ke-0 sampai menit ke-120 efisiensi penyerapan mengalami peningkatan tetapi pada menit ke-140 efisiensi penyerapan mengalami penurunan. Pada penentuan dosis optimum, efisiensi meningkat seiring dengan bertambahnya dosis namun kapasitas suatu biosorben akan mengalami penurunan. Hal ini terjadi dikarenakan peningkatan sisi aktif tidak bersamaan dengan peningkatan media air sebagai tempat berlangsungnya reaksi.

Meningkatnya presentase efisiensi seiring dengan meningkatnya dosis biosorben, hal ini dikarenakan semakin bertambah luasnya permukaan dan meningkatnya volume pori yang tersedia untuk menyerap logam berat Cr(VI). Pengaruh dosis biosorben juga diungkapkan melalui penelitian Adriansyah dkk. (2018), yang dimana terjadi peningkatan efisiensi penyerapan logam berat Cr(VI) seiring dengan meningkatnya dosis biosorben dikarenakan peningkatan dosis biosorben meningkatkan luas permukaan dan volume pori untuk melakukan biosorpsi.

Apabila kondisi optimum telah dilewati maka efisiensi penyisihan akan menurun. Hal ini disebabkan jumlah biosorben telah melewati berat optimum dan menimbulkan ketidakjenuhan pada sisi aktif biosorben (Munagapati et al., 2010) atau disebabkan karena terdapatnya gumpalan-gumpalan pada biosorben yang dapat menimbulkan penurunan pada efisiensi penyerapan (Saueprasearsit et al., 2010).

### 3.5 Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal

Pada percobaan biosorpsi logam berat Cr(VI) dengan menggunakan biosorben *Ulva* sp. variasi konsentrasi awal Cr(VI) yang digunakan adalah 2 mg/L dan 4 mg/L. Berikut merupakan Gambar (4) dari efisiensi penyerapan logam berat Cr(VI).



**Gambar 4.** Kurva Biosorpsi Logam Cr(VI) Variasi Konsentrasi Awal (mg/L)

Gambar 4 menunjukkan efisiensi terbesar terjadi pada konsentrasi 4 mg/L pada waktu kontak dimenit ke-90 sebesar 98,88% dengan kapasitas sebesar 0,093 mg/g. Penurunan konsentrasi ion logam pada konsentrasi 4 mg/L sudah terlihat secara signifikan dari menit ke-5 hingga ke-90, dan mengalami kenaikan kembali setelah kondisi optimum terlewat.

Pada penelitian Sy dkk. (2016), dikatakan terjadinya peningkatan penyerapan Cr(VI) dengan meningkatnya jumlah ion Cr(VI), dengan konsentrasi Cr(VI) yang tinggi maka jumlah ion Cr(VI) akan meningkat maka biosorben akan semakin banyak menyerap ion logam Cr(VI). Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan oleh gugus aktif pada permukaan adsorben belum jenuh. Apabila gugus aktif pada permukaan adsorben telah melewati kondisi optimum maka akan terjadi penurunan penyerapan.

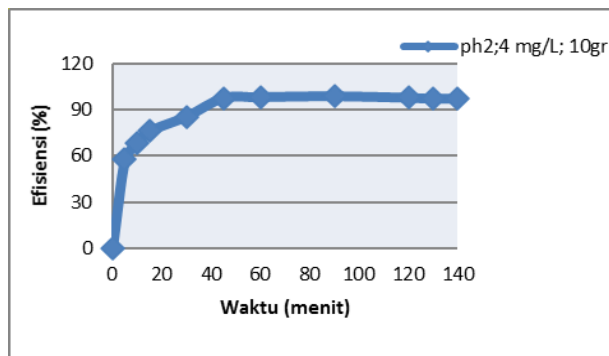
Jika gugus aktif yang terdapat dipermukaan adsorben belum melewati batas optimum penyerapan ion logam berat Cr(VI) maka jumlah yang terserap akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi (Wirawan, 2011). Apabila efisiensi penyerapan menurun maka hal ini dikarenakan kemampuan menyerap adsorben telah maksimum, banyaknya ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel adsorben yang terdapat pada larutan menyebabkan



penyerapan mencapai titik jenuh (Venugopal and Mohanty, 2011).

### 3.6 Pengaruh Variasi Waktu Kontak

Parameter waktu kontak termasuk ke dalam salah satu faktor pengaruh dalam proses adsorpsi. Waktu kontak adalah waktu yang diperlukan biosorben dalam menyerap ion logam berat secara optimal (Adriansyah dkk., 2018). Penentuan waktu kontak dilakukan dengan menentukan pH, dosis biomassa serta konsentrasi awal dalam kondisi optimum terlebih dahulu. Berikut merupakan Gambar dari efisiensi penyerapan logam berat Cr(VI):



**Gambar 5.** Kurva Biosorpsi Logam Cr(VI) Variasi Waktu Kontak (menit)

Waktu kontak optimum ditentukan berdasarkan data yang telah diperoleh dimana kondisi optimum biosorpsi ion logam Cr(VI) adalah pada pH 2, 10 gr massa biosorben *Ulva* sp., serta konsentrasi optimum 4 mg/L. Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat waktu kontak optimum terjadi pada menit ke-90 dimana diperoleh efisiensi penyerapan sebesar 98,88% dengan kapasitas sebesar 0,093 mg/g. Semakin lama waktu kontak maka semakin lama waktu yang dapat digunakan biosorben untuk melakukan tumbukan atau interaksi dengan ion logam, sehingga akan semakin meningkatkan penyerapan yang dapat dilakukan biosorben untuk berikatan dengan ion logam (Adriansyah dkk., 2018).

Pada menit ke-120 terlihat mulai terjadi penurunan penyerapan ion logam Cr(VI) oleh biosorben, penurunan efisiensi dapat terjadi akibat sisi aktif biosorben mencapai batas maksimal atau jenuh sehingga tidak dapat menyerap kembali. Waktu kontak yang telah melewati waktu optimum akan mengakibatkan terjadi proses desorpsi sehingga terjadi biosorpsi reversibel (Karimullah dkk., 2018). Penurunan efisiensi dapat disebabkan pula oleh adanya ketidakstabilan ikatan sehingga

antara ion logam dan biosorben sehingga terlepas kembali (Kristiyani dkk., 2012).

## 4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan *Ulva* sp. sebagai biosorben mampu menyerap ion logam Cr(VI). Pada proses penyerapannya terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi seperti Ph, dosis biosorben, konsentrasi awal Cr(VI) serta waktu kontak. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat mempengaruhi nilai efisiensi penyerapan dan kapasitas sehingga dapat ditentukan kondisi optimumnya.

Pada penelitian ini kondisi optimum untuk biosorben *Ulva* sp. menyerap logam berat Cr(VI) ialah saat dalam keadaan asam atau pH 2 dengan konsentrasi 4 mg/L dan digunakan biosorben *Ulva* sp. sebanyak 10 gram dengan waktu kontak 90 menit.

## Daftar Pustaka

- Adriansyah, R., Restiasih, E. N., & Meileza, N. (2018). Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) Dan Cr (VI) Menggunakan Biosorben Kulit Kopi Terxanthasi. *Alotrop, Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(2), 114-121.
- Ahalya, B., Ravishankar, K., & PriyaBandhavi, P. (2013). Evaluation of in vitro anti-oxidant activity of *Annona muricata* bark. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical, and Biological Sciences*, 3(2), 406-410.
- Arfiati, D., Zakiyah, U., Nabilah, I. S., Khoiriyah, N., Jayanti, A. S., & Kharismayanti, H. F. (2018). Comparison of lethal concentrations (LC50-96 H) toward common carp, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 mortality in leather industry liquid waste and piretroid insecticide. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2), 103-114.
- Artadana, I. W., As-syakur, A. R., Karim, W., & Dirgayusa, I. G. N. P. (2018). Modifikasi Nilai Luas Area dan Waktu Kunjungan Dalam Penghitungan Daya Dukung Kawasan Wisata di Provinsi Bali: Studi Kasus Pantai Geger. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2), 225-235.
- Bakhri, M. F. (2011). *Modifikasi Alga Hijau Scenedesmus sp. yang Terimmobilisasi Pada Polisulfon Sebagai Penyerap Ion Logam Cd<sup>2+</sup>*. Skripsi. Depok, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Budiati, S. R., Dewi, N. K., B. U., & Pribadi, T.A. (2014). Akumulasi Kandungan Logam Berat Chromium (Cr) pada Ikan Betok (*Anabas Testudineus*) yang Terpapar Limbah Cair Tekstil di Sungai Langsur Sukoharjo. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1), 18-23.
- Chaidir, Z., Hasanah, Q., & 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), 189-199.
- Derelanko, M. (2002). *Handbook of Toxicology*. (2<sup>nd</sup> ed.). New York, USA: CRC Press.
- Elfrida. (2009). Peningkatan Daya Serap Alga Coklat *Turbinaria decurrens* Borry Terhadap Ion Logam Tembaga Dan Seng Dengan Memodifikasi Gugus Karboksilnya. *Jurnal Mangrove dan Pesisir IX*(1), 9-11.
- Ismi, A. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Biomassa Alga Spirulina sp. Termodifikasi Silika-Magnet Sebagai Adsorben Zat Warna Kristal Violet*. Skripsi. Bandar Lampung, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Karimullah, R., Elvia, R., & Amir, H. (2018). Penentuan Parameter Adsorpsi Silika Sintetik Dari Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kandungan Ammonium Pada Limbah Cair Tahu. *Alotrop*, **2**(1), 66-71.
- Kristiyani, D., Susatyo, E. B., & Prasetya, A. T. (2012). Pemanfaatan zeolit abu sekam padi untuk menurunkan kadar ion Pb<sup>2+</sup> pada air sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*, **1**(1), 13-19.
- Kusuma, I. D. G. D. P., Wiratini, N. M., & Wiratma, I. G. L. (2014). Isoterm adsorpsi Cu<sup>2+</sup> oleh biomassa rumput laut *Eusceuma spinosum*. *e-Journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha*, **2**(1), 1-10.
- Kusumadewi, M. R., Suyasa, I. W. B., & Berata, I. K. (2015). Tingkat biokonsentrasi logam berat dan Gambaran histopatologi ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang hidup di perairan tukad badung kota Denpasar. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, **9**(1), 25-34.
- Mawardi. (2011). Biosorpsi Kation Tembaga (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, **16**(2), 269-277.
- Misran, E., Panjaitan, F., & Yanuar, F. M. (2016). Pemanfaatan karbon aktif dari ampas teh sebagai adsorben pada proses adsorpsi β-karoten yang terkandung dalam minyak kelapa sawit mentah. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, **11**(2), 92-98.
- Munagapati, V. S., Yarramuthi, V., Nadavala, S. K., Alla, S. R., & Abburi, K. (2010). Biosorption of Cu (II), Cd (II) and Pb (II) by *Acacia leucocephala* bark powder: Kinetics, equilibrium and thermodynamics. *Chemical Engineering Journal*, **157**, 357-365.
- Naimah, S., & Ermawati, R. (2011). Biosorpsi logam berat Cr (VI) dari limbah industri pelapisan logam menggunakan biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dari hasil samping fermentasi bir. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, **33**(1), 113-117.
- Ngapa, Y. D. (2017). Kajian Pengaruh Asam-Basa Pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, **2**(2), 90-96.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. (2020). Penentuan Kandungan Logam Berat pada Air Tanah di Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Jurnal katalisator*, **5**(1), 47-53.
- Ratnawati, E., Ermawati, R., & Naimah, S. (2010). Teknologi Biosorpsi oleh Mikroorganisme, Solusi Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, **32**(1), 34-40.
- Said, N. I. (2010). Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) di Dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*, **6**(2), 136-148.
- Saueprasearsit, P., Nuanjaraen, M., & Chinlapa, M. (2010). Biosorption of lead (Pb<sup>2+</sup>) by *Luffa cylindrical* fiber. *Environmental Research Journal*, **4**(1), 157-166.
- Shofa. (2012). *Pembuatan Karbon Aktif Bebahan Baku Ampas Tebu Dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*. Skripsi. Depok, Indonesia: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Susanti, T. (2009). Studi Biosorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Biomassa Alga Hijau Yang Diimmobilisasi pada Kalsium Alginat. Skripsi. Depok, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Susilawati. (2009). Studi Biosorpsi Ion Logam Cd(II) Oleh Biomassa Alga Hijau Diimmobilisasi pada Silika Gel. Skripsi. Depok, Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Suteja, Y. (2017). *Muara Tukad Mati Darurat Pencemaran Logam Berat Kromium*. [online] Scientific News Magazine Edisi Pebruari, ([https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_penelitian\\_1\\_dir/b076b699b1b5ad6b418062fc049aa21a.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/b076b699b1b5ad6b418062fc049aa21a.pdf)), [diakses: 8 Juli 2020].
- Sy, S., Mardiaty, M., Sofyan, A., & Purnomo, Y. (2016). Adsorpsi Ion Cr (VI) Menggunakan Adsorben dari Limbah Padat Lumpur Aktif Industri *Crumb Rubber*. *Jurnal Litbang Industri*, **6**(2), 135-145.
- Utama, S., Kristianto, H., & Andreas, A. (2016). *Adsorpsi Ion Logam Kromium (Cr(VI)) Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta, Indonesia, 17 Maret 2016 (pp. 1-10).
- Venugopal, V., & Mohanty, K. (2011). Biosorptive uptake of Cr(VI) from aqueous solutions by *Parthenium hysterophorus* weed: Equilibrium, kinetics and thermodynamic studies. *Chemical Engineering Journal*, **174**(1), 151-158.
- Wirawan, T. (2011). Adsorpsi Krom (Cr) oleh Arang Aktif Termodifikasi dari Tempurung Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Mulawarman Scientifie*, **10**(1), 1-10.
- Yu, L. J., Shukla, S. S., Dorris, K. L., Shukla, A., & Margrave, J. L. (2003). Adsorption of chromium from aqueous solutions by maple sawdust. *Journal of hazardous materials*, **100**(1-3), 53-63.