

## PENYERAPAN LOGAM BERAT SECARA BIOKIMIAWI OLEH BAKTERI GRAM POSITIF DAN GRAM NEGATIF: A MINI RIVIEW

### BIOCHEMICAL ABSORPTION OF HEAVY METALS BY GRAM POSITIVE AND GRAM NEGATIVE BACTERIA: A MINI RIVIEW

Muhammad Haissul Mahrus<sup>1,2</sup>, Rudi Kartika<sup>\*1,2</sup>, Miraz'ul Fahmi<sup>1</sup>, Riansyah Dimas P<sup>1</sup>, Fathur Rahman<sup>1,2</sup>, Raihan Aswat<sup>1,2</sup>, M. Adhitya Rizkirullah<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Universitas Mulawarman, Samarinda

<sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda

\*Corresponding Author: rudi\_biokimia@yahoo.com

Diterbitkan: 23 April 2024

#### ABSTRACT

Dyes are one source of heavy metal waste originating from the textile industry, this is caused by the manufacture of dyes that use heavy metals as catalysts. Heavy metals are very dangerous because they cannot be broken down or degraded. Wastewater produced from the textile industry can contain dangerous metals, namely chromium (Cr), copper (Cu) and lead (Pb), where if these metals enter water bodies they can damage the food chain. Therefore, an alternative method is used that can reduce this waste, namely the biosorption method using microorganisms in the form of bacteria. This research uses gram positive bacteria in the form of *Streptococcus mutans* bacteria which will be exposed to chromium (VI) metal and gram negative bacteria in the form of *Flavobacterium* sp bacteria which will be exposed to lead (Pb) metal and *Pseudomonas* sp bacteria which will be exposed to chromium (VI) metal, lead (Pb), and copper (Cu). The aim of this research was to determine the absorption ability of negative and gram-positive salt bacteria on these heavy metals. Literature results show that *Streptococcus mutans* bacteria are able to absorb chromium (VI) metal with a maximum of 90.80% with a concentration of 5 ppm on the 5th day. *Flavobacterium* sp bacteria are able to absorb lead metal (Pb) with a maximum of 96% with a concentration of 2 ppm on the 18th day, while *Pseudomonas* sp bacteria are able to absorb chromium (VI) metal with a maximum of up to 96.192% with a concentration of 5 ppm on the second day. -14, lead (Pb) metal can be absorbed to a maximum of 36.874% with a concentration of 4 ppm on the 16th day and Cu(II) metal can be absorbed to a maximum of 84.447% with a concentration of 3 ppm on the 16th day.

**Keywords:** Biosorption, Bacteria, Metal

#### PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri tekstil di Indonesia pada tahun 2019 mengalami kenaikan hingga 15,35% yang sejalan dengan peningkatan permintaan terhadap pasar ekspor [6]. Namun dengan perkembangan dan pertumbuhan industri tersebut, tidak diimbangi dengan adanya penanganan limbah cair sehingga dapat menyebabkan perairan tercemar. Pencemaran yang dihasilkan dari limbah cair dapat berupa bau, warna, hingga terjadinya pemutusan rantai makanan dari susunan lingkungan hidup hingga musnahnya suatu organisme yang akhirnya akan mengganggu ekosistem lingkungan [8]. Dampak negatif dari industri tekstil tersebut terutama dari proses pencelupan yang dapat mengandung zat warna dan logam berat seperti Cd, Cr, Pb, AS, Cu dan Zn [11]

Logam berat merupakan unsur logam dengan massa jenis  $> 5\text{g/cm}^3$ . Logam berat merupakan bahan yang berbahaya dan termasuk dalam limbah B3, hal ini dikarenakan logam bersifat tidak dapat didegradasi secara alami serta lebih sering terakumulasi pada perairan, organisme dan sedimen dasar [15]. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh dengan kadar yang tinggi akan sangat berbahaya karena adanya proses bioakumulasi. [13] Keberadaan logam dalam tubuh dapat masuk melalui rantai makanan (oral), pernafasan (inhalasi), dan melalui kulit (absorpsi) [14]. Sehingga pencemaran logam berat memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu metode yang dapat mengelola limbah tersebut yaitu metode adsorpsi [9]

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



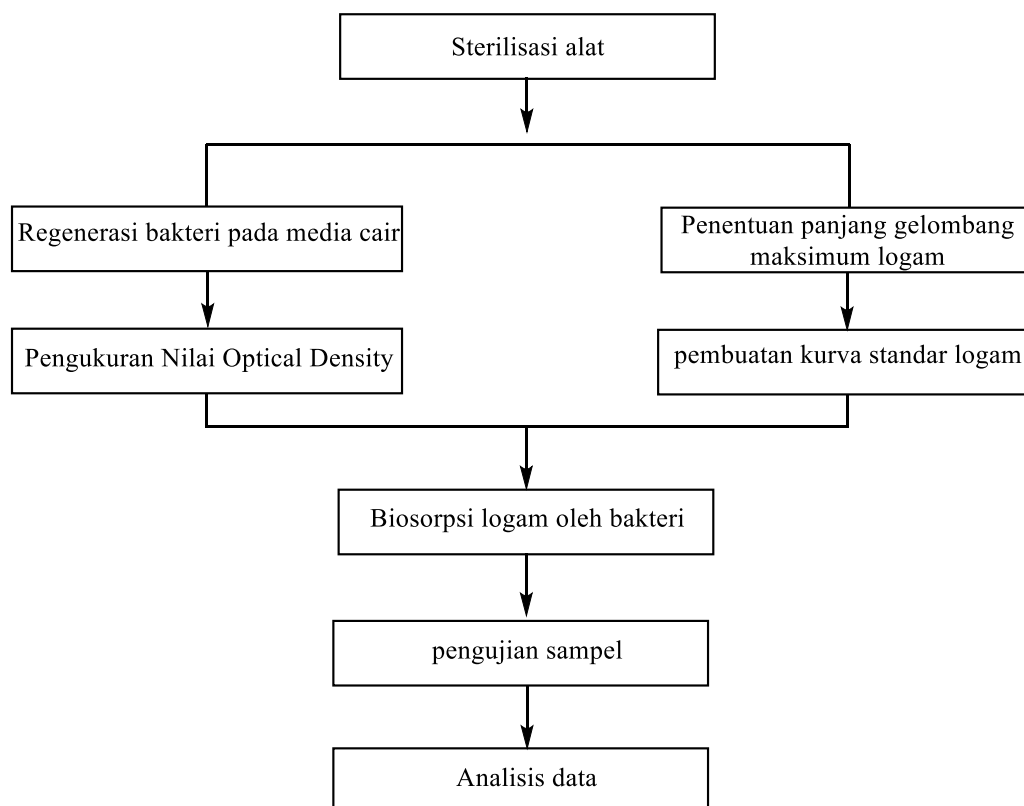
Metode adsorpsi merupakan metode proses penyerapan atom, ion atau molekul dalam suatu larutan pada permukaan zat penyerap, dimana adsorben sebaagai zat penyerap dan adsorbat sebagai zat yang diserap [12]. Menurut setiawan 2019, mikroorganismen dapat digunakan sebagai adsorben terutama dalam pengolahan limbah logam berat, dimana mikroorganismen yang digunakan sebagai adsorben disebut biosorben. Biosorben memiliki kelebihan seperti dapat mengikat logam berat yang tinggi, regeneratif, mudah dan banyaknya mikroorganismen yang dapat digunakan sebagai biosorben. Biosorpsi sendiri merupakan proses terkonsentrasi dan terakumulasinya polutan dalam suatu perairan oleh makhluk hidup atau mikroorganismen [1], dimana salah satu mikroorganismen yang dapat digunakan sebagai biosorben yaitu bakteri.

Bakteri memiliki dua jenis berdasarkan sifat pewarnaan dan komposisi dinding sel yaitu bakteri gram negatif dan bakteri gram positif. Bakteri gram negatif memiliki lipid yang lebih tinggi daripada bakteri gram positif, selain itu perbedaan dari kedua jenis bakteri ini berupa perbedaan terhadap enzim, desinfektan, antibiotik dan rangsangan terhadap kerusakan [4]

Berdasarkan pemaparan diatas, dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan penyerapan bakteri gram positif berupa bakteri *Streptococcus mutans* yang akan dipaparkan oleh logam kromium (VI) dan bakteri gram negatif berupa bakteri *Flavobacterium* sp yang akan dipaparkan oleh logam Timbal (Pb) serta bakteri *Pseudomonas* sp yang akan dipaparkan oleh logam kromium (VI), timbal (Pb), dan tembaga (II). Kemampuan bakteri terhadap logam tersebut ditinjau dengan persentase penyerapan maksimal logam oleh bakteri.

## METODOLOGI PENELITIAN

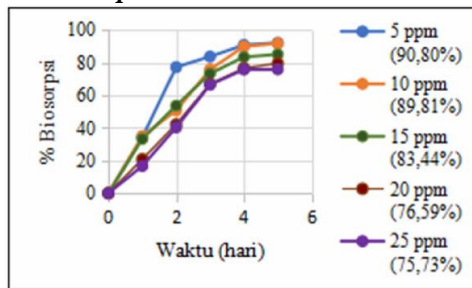
Metode yang digunakan dalam review jurnal ini yaitu metode yang sesuai dengan literatur yang digunakan dan data-data tersebut dikumpulkan dari sumber online secara kualitatif dan kuantitatif kemudian disederhanakan. Dimana digunakan sistem pemaparan logam Pb, Cr(VI) dan Cu pada media cair yang diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer *Visible Rayleigh VIS-7220G*. Sehingga didapatkan deskripsi nyata agar tercapainya tujuan penulis. Berikut diagram rancangan penelitian:



**Gambar 1.** Diagram rancangan penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

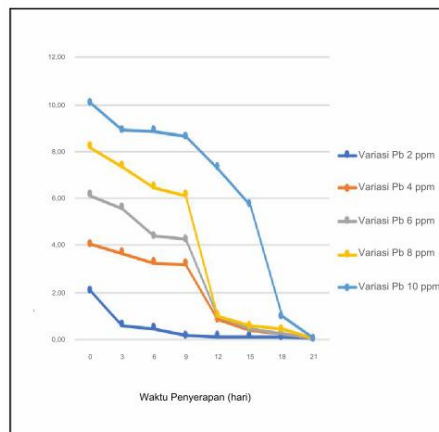
**Biosorpsi logam Cr(VI) oleh bakteri *Streptococcus mutans***



**Gambar 2.** Persentase penyerapan logam Cr(VI) oleh bakteri *Streptococcus mutans*[3]

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa bakteri *Streptococcus mutans* dapat mengadsorpsi logam berat Cr(VI) yang ditandai dengan adanya peningkatan persentase biosorpsi pada berbagai variasi konsentrasi yang digunakan. Dimana bakteri *Streptococcus mutans* dapat menyerap logam Cr(VI) dengan maksimal sebesar 90,80% pada konsentrasi 5 ppm di hari ke-5.

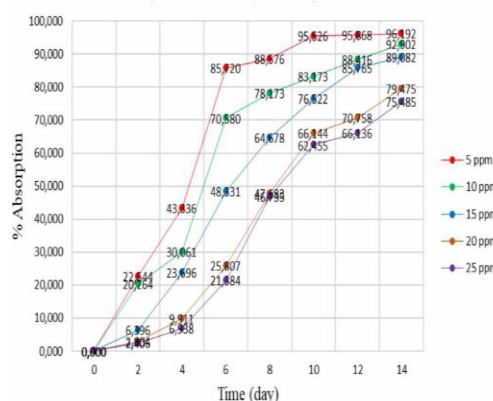
**Biosorpsi logam Pb oleh bakteri *Flavobacterium sp***



**Gambar 3.** Persentase penyerapan logam Pb oleh bakteri *Flavobacterium sp* [16]

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa bakteri *Flavobacterium sp* dapat mengadsorpsi logam berat Pb yang ditandai dengan adanya penurunan konsentrasi seiring bertambahnya waktu. Dimana bakteri *Flavobacterium sp* dapat menyerap logam Pb dengan maksimal sebesar 96% dengan konsentrasi 2 ppm pada hari ke-18.

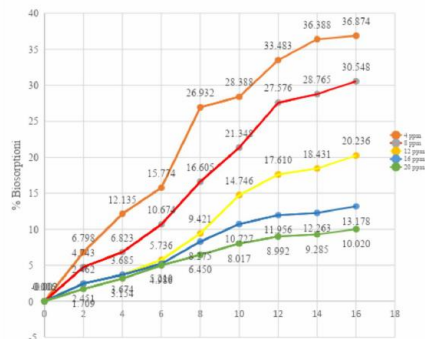
**Biosorpsi logam Cr (VI) oleh bakteri *Pseudomonas sp***



**Gambar 4.** Persentase penyerapan logam Cr(VI) oleh bakteri *Pseudomonas sp* [2]

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa bakteri *Pseudomonas* sp dapat mengadsorpsi logam berat Cr(VI) yang ditandai dengan adanya peningkatan persentase biosorpsi pada berbagai variasi konsentrasi yang digunakan. Dimana bakteri *Pseudomonas* sp dapat menyerap logam Cr(VI) dengan maksimal sebesar 96,192% pada konsentrasi 5 ppm di hari ke-14

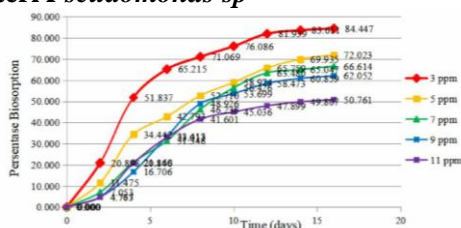
### Biosorpsi logam Pb oleh bakteri *Pseudomonas* sp



Gambar 5. Persentase penyerapan logam Pb oleh bakteri *Pseudomonas* sp [10]

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa bakteri *Pseudomonas* sp dapat mengadsorpsi logam berat Pb yang ditandai dengan adanya peningkatan persentase biosorpsi pada berbagai variasi konsentrasi yang digunakan. Dimana bakteri *Pseudomonas* sp dapat menyerap logam Pb dengan maksimal sebesar 36,874% pada konsentrasi 4 ppm di hari ke-16

### Biosorpsi logam Cu(II) oleh bakteri *Pseudomonas* sp



Gambar 6. Persentase penyerapan logam Cu(II) oleh bakteri *Pseudomonas* sp [13]

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa bakteri *Pseudomonas* sp dapat mengadsorpsi logam berat Cu yang ditandai dengan adanya peningkatan persentase biosorpsi pada berbagai variasi konsentrasi yang digunakan. Dimana bakteri *Pseudomonas* sp dapat menyerap logam Cu dengan maksimal sebesar 84,447% pada konsentrasi 3 ppm di hari ke-16

Berdasarkan teori dan hasil penelitian diatas, dapat diketahui bahwa bakteri gram positif dan gram negatif mampu menyerap logam Cr, Pb dan Cu. Dimana penyerapan secara maksimal terjadi karena adanya kenaikan daya biosorpsi yang signifikan dan tinggi sehingga dalam jarak waktu tersebut bakteri dapat menyerap logam secara maksimal. Namun setelah terjadi penyerapan secara maksimal, kemampuan bakteri akan menurun. Dimana semakin lama waktu pemaparan maka semakin banyak interaksi antara mikroba dan ion logam. Bakteri yang mengalami penurunan dalam penyerapan logam disebabkan oleh kapasitas dinding sel yang sudah jenuh dan ada sebagian bakteri yang telah mati [3]

Kemampuan bakteri gram positif dan gram negatif berbeda, dimana bakteri gram negatif biasanya lebih toleran terhadap pengaruh logam berat dibandingkan dengan bakteri gram positif. Hal ini dikarenakan struktur dinding sel pada bakteri gram negatif lebih kompleks, dimana dapat mengikat dan mengimobilisasi sebagian besar ion logam [7]. Selain itu, banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses biosorpsi yaitu: suhu, pH, konsentrasi biosorben, waktu pemaparan, luas permukaan biomassa dan karakteristik biomassa [5], sehingga memberikan resistensi terhadap satu atau sejumlah kecil logam berat [7]. Oleh karena itu, bakteri gram positif dan gram negatif sama-sama berpeluang dalam penyebaran logam ke dalam air, meskipun bakteri gram negatif lebih berpeluang besar dalam penyebaran logam ke dalam badan air dengan penyerapan logamnya yang tinggi dibandingkan dengan bakteri gram positif. Logam Cr(VI) lebih mudah diserap dibandingkan dengan logam Pb dan Cu baik pada bakteri gram positif ataupun gram negatif.

## KESIMPULAN

Dari ringkasan ini, dapat disimpulkan bahwa bakteri gram negatif dan gram positif sama-sama memiliki peluang terhadap penyebaran logam ke dalam badan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adhani, R., & Husaini. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- [2] Anugerah, D., Kartika, R., dan Gunawan, R. 2022. Method verification and absorption of  $\text{Cr}^{6+}$  ion by the bacterium *Pseudomonas* sp. *AIP Conference Proceedings*.
- [3] Awliyani, R., Kartika, R., dan panggabean, A, S. 2022. Biosorpsi Logam Berat Cr (VI) Menggunakan Bakteri *Streptococcus mutans*. *Prosiding seminar Nasional Kimia dan Terapan II*.
- [4] Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [5] Kartika, R., Ritonga, A, H., Sulastri, L., Nurnila, S., Irawan, D., dan Simanjuntak, P. 2023. Biosorption of Hexavalent Chromium Cr(VI) Using Microalgae *Scenedesmus* sp as Environmental Bioindicator. *International Journal of Technology*, 14(4): 791-799
- [6] Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2021. *Mendorong Kinerja Industri Tekstil dan Produk Tekstil di Tengah Pandemi Edisi III*. Pusdatin Kemenperin. Jakarta.
- [7] Kurnia, K., Sadi, N,H., dan Jumianto, S. 2016. Isolasi Bakteri Heterotrof DI Situ Cibuntu, Jawa Barat Dan Karakterisasi Resistensi Asam Dan Logam. *Jurnal Life Science*, 5(1): 59-63
- [8] Lussa, M. O. 2019. Penyisihan Logam Berat Oleh Karbon Aktif Daun Eceng Gondok Pada Limbah Cair Sablon.
- [9] Ratnasari, D, N. Anita, M,D. dan Ellyke. 2017. Penurunan Kadar Tembaga (Cu) pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Cangkang Telur Ayam Potong Teraktivasi Termal. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2): 56-62
- [10] Riki., Kartika, R., dan Gunawan, R. 2022. Biosorption of  $\text{Pb}^{2+}$  ion by bacterium *Pseudomonas* sp. *AIP Conference Proceedings*.
- [11] Riyani, K., Setyaningtyas, T., dan Andreas, R. 2008. Pengolahan Limbah Logam Berat Industri Tekstil Menggunakan Fotokatalis  $\text{TiO}_2$  /Arang Aktif. *Molekul*, 3(1) : 40-47
- [12] Saputri C. A. 2020. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (Bacterial Sellulose) Terhadap Ion  $\text{Pb}^{2+}$  Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 14(1): 71-76.
- [13] Setiawan, A,D., Kartika, R., dan Gunawan, R. 2022. Adsorption of Cu(II) ion in aqueous solution by *Pseudomonas* sp. Biosorbent. *AIP Conference Proceedings*.
- [14] Sudiarta, W., Suarya, W, P., dan Widya, C, M, P. 2018. Adsorpsi Multi Logam Berat Krom(III), Timbal(II), Dan Tembaga(II) Dalam Sistem Larutan Binary Oleh Silika Gel Terimobilisasi Difenilkarbazida. *Jurnal Kimia*, 12(2): 159-164.
- [15] Supriyantini, E., dan Soenardjo, N. 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2): 96-106.
- [16] Susanto, A., Kartika, R., dan Koesnarpadi, S. 2019. Lead Biosorption (Pb) And Cadmium (Cd) By *Flavobacterium* sp Bacteria. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 8(11): 3611-3615