

BIOSORPSI LOGAM OLEH BAKTERI

BIOSORPTION OF METALS BY BACTERIA

Muhammad Harry Rahmadani*, Rudi Kartika, Rahmat Gunawan

Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mulawarman, Jl. Barong Tongkok, Samarinda, Indonesia

*Corresponding author: Rahmadaniharry@gmail.com

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

ABSTRACT

The growth of industry in Indonesia, especially in the textile sector, has led to an increase in the production of liquid waste containing heavy metals such as chromium (Cr), lead (Pb), and copper (Cu). These metals can pose significant health risks if they enter the body of living things. To overcome this, one alternative method of reducing liquid waste is to utilize biosorption by bacteria. This study aims to determine the ability of metal absorption by several bacteria, namely *Streptococcus mutans*, *Flavobacterium* sp, *Pseudomonas* sp, and *Bacillus subtilis*. The results showed that *Streptococcus mutans* was able to absorb Cr (VI) with a maximum efficiency of 90.80% at a concentration of 5 ppm on the 5th day. While *Flavobacterium* sp was able to absorb Pb at a maximum of 96% at a concentration of 2 ppm on the 18th day. *Pseudomonas* sp showed maximum uptake of 96.192% for Cr(VI) at 5 ppm on day 14, 36.874% for Pb at 4 ppm on day 16, and 84.447% for Cu(II) at 3 ppm on day 16. *Bacillus subtilis* showed maximum uptake of 97.42% for Pb at 10 ppm. These findings indicate that bacteria have significant potential for heavy metal biosorption in wastewater treatment.

Keywords: *Absorption, Metal, Bacteria*

ABSTRAK

Pertumbuhan industri di Indonesia, khususnya di sektor tekstil, telah menyebabkan meningkatnya produksi limbah cair yang mengandung logam berat seperti kromium (Cr), timbal (Pb), dan tembaga (Cu). Logam-logam tersebut dapat menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan jika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu alternatif metode pengurangan limbah cair adalah dengan memanfaatkan biosorpsi oleh bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan logam oleh beberapa bakteri, yaitu *Streptococcus mutans*, *Flavobacterium* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Bacillus subtilis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Streptococcus mutans* mampu menyerap Cr(VI) dengan efisiensi maksimum sebesar 90,80% pada konsentrasi 5 ppm pada hari ke-5. Sedangkan *Flavobacterium* sp mampu menyerap Pb maksimum sebesar 96% pada konsentrasi 2 ppm pada hari ke-18. *Pseudomonas* sp menunjukkan serapan maksimum sebesar 96,192% untuk Cr(VI) pada 5 ppm pada hari ke-14, 36,874% untuk Pb pada 4 ppm pada hari ke-16, dan 84,447% untuk Cu(II) pada 3 ppm pada hari ke-16. *Bacillus subtilis* menunjukkan serapan maksimum sebesar 97,42% untuk Pb pada 10 ppm. Temuan ini menunjukkan bahwa bakteri memiliki potensi yang signifikan untuk biosorpsi logam berat dalam pengolahan air limbah.

Kata kunci: *Penyerapan, Logam, Bakteri*

PENDAHULUAN

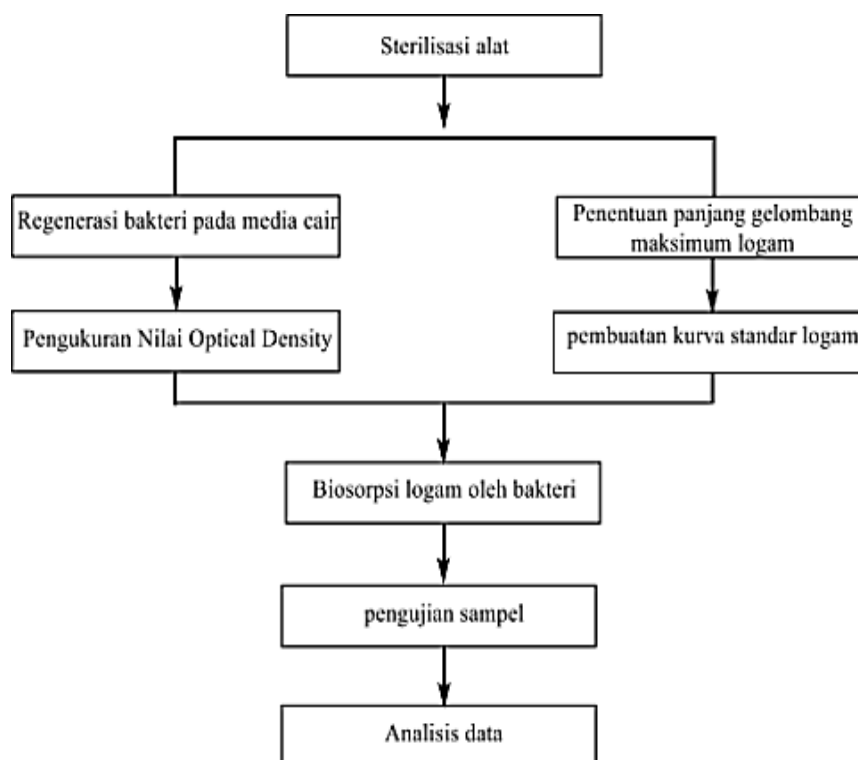
Pertumbuhan industri di Indonesia dari tahun 2019 hingga sekarang selalu mengalami peningkatan [6]. Dengan terjadinya peningkatan industri membuat banyak limbah cair yang terakumulasi pada lingkungan. Hal ini dapat merusak dan mengganggu ekosistem lingkungan [8]. Salah satu industri yang dapat menghasilkan limbah cair yaitu industri tekstil, pada proses pewarnaan memungkinkan mengandung logam berat seperti Cd, Cr, Pb, AS, Cu dan Zn [11].

Logam berat memiliki kepadatan $> 5 \text{ g/cm}^3$. Logam berat adalah bahan berbahaya dan termasuk dalam B3 limbah karena tidak dapat secara alami terurai, terakumulasi lebih sering dalam air dan organisme [17]. Logam berat yang tanpa sengaja masuk ke tubuh dengan kadar tinggi akan sangat berbahaya karena mengandung racun [14]. Keberadaan logam dalam tubuh dapat memasuki rantai makanan, pernapasan dan kulit [15]. Oleh karena itu, polusi Logam berat membutuhkan perawatan tambahan sebelum dilepaskan di lingkungan. Metode pengelolaan limbah adalah metode adsorpsi [9]

Adsorpsi merupakan metode penyerapan suatu zat oleh permukaan suatu bahan, sehingga zat tersebut melekat pada permukaan bahan tersebut [13]. Pada proses adsorpsi dapat menggunakan mikroorganisme sebagai adsorben. Mikroorganisme yang digunakan sebagai adsorben disebut biosorben, biosorben dapat mengikat logam dengan baik. Biosorpsi merupakan proses penyerapan suatu zat oleh biomassa (jaringan hidup) atau produk alami, seperti bakteri, jamur, atau tanaman. Proses ini melibatkan interaksi antara biomassa dan zat yang diserap, sehingga zat tersebut melekat pada permukaan atau di dalam biomassa [1], mikroorganisme yang dapat digunakan salah satunya ialah bakteri.

METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan literatur yang dikumpulkan dari beberapa sumber, digunakan sistem pemaparan logam Cr(VI), Pb, dan Cu(II) pada media cair yang akan diukur nilai absorbansi menggunakan Spektrofotometer Visible Rayleigh VIS-7220G. Berikut diagram rencana penelitian:



Gambar1. Diagram penelitian

Sterilisasi Alat

Alat kaca yang digunakan seperti tabung reaksi, labu Erlenmayer, dan cawan petri dicuci hingga bersih, lalu dikeringkan dan dibungkus menggunakan kertas. Alat kaca tersebut kemudian disterilisasi didalam *autoclave* selama 1 jam pada suhu 121°C .

Penentuan Nilai OD (*OpticalDensity*)

Medium *starter* bakteri sebanyak 1 ml diambil dari larutan starter dimasukkan kedalam kuvet. Diukur nilai absorbansi pada spektrofotometer vis (pengukuran dilakukan pada rentang waktu (0 jam dan 24 jam) (Khoiriyah, 2014).

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan standar diambil dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 mL, ditambahkan pereaksi sensitif dan dihomogenkan. Larutan didiamkan 5-10 menit. Panjang gelombang maksimum ditentukan (SNI 6989.71:2009).

Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar sebanyak 10 mL dimasukkan masing-masing kedalam labu Erlenmeyer 50 mL. Ditambahkan pereaksi sensitif dan dihomogenkan. Larutan didiamkan 5-10 menit sehingga terbentuk. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang maksimum (SNI 6989.71:2009).

Biosorpsi Logam Oleh Bakteri

6 buah media dalam botol *botol schott* ditambahkan larutan standar. Kemudian diterakan menggunakan aquades hingga 250 mL dan dihomogenkan. Dimasukkan kedalam inkubator pada suhu 37°C, diukur konsentrasi logam.

$$\%Biosorpsi = \frac{X_{pemaparan} - Y_{sisa}}{X_{pemaparan}} \times 100\%$$

Keterangan:

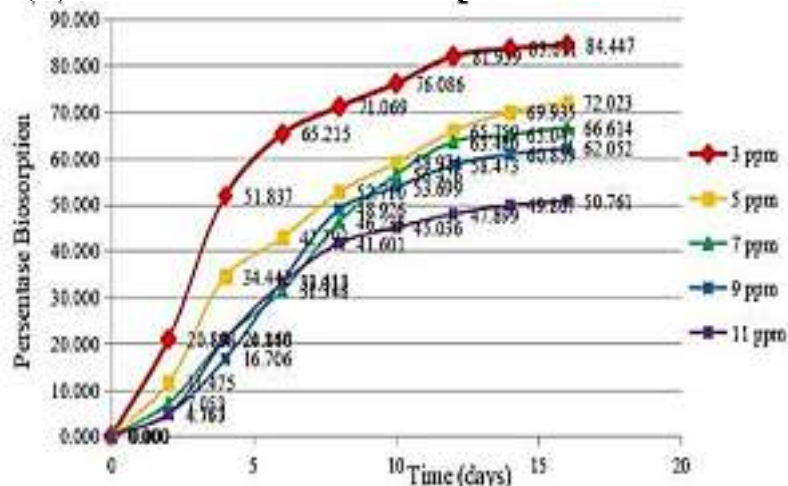
%Biosorpsi = Kadar biosorpsi

X_{Pemaparan} = Konsentrasi Pemaparan

Y_{Sisa} = Konsentrasi sisa

HASIL DAN PEMBAHASAN

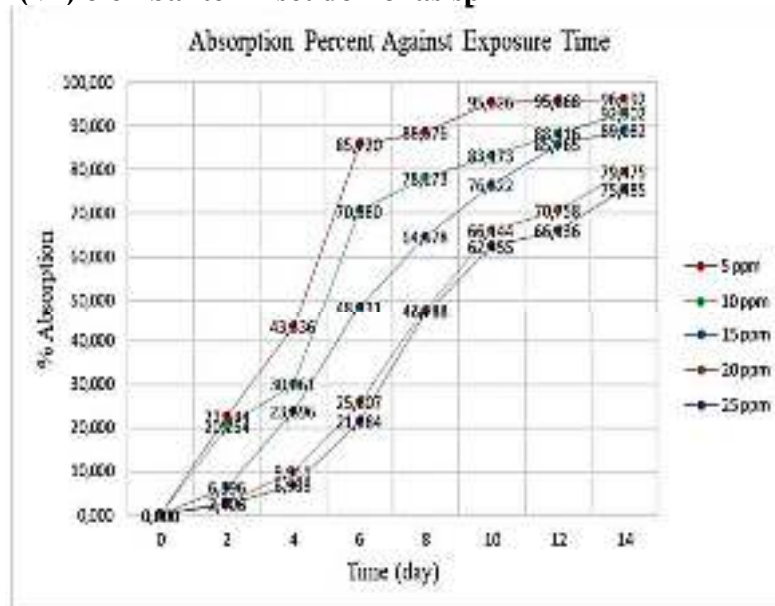
Biosorpsi logam Cu(II) oleh bakteri *Pseudomonas sp*



Gambar 2. Persen penyerapan logam Cu(II) oleh bakteri *Pseudomonas sp* [14]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Pseudomonas sp* dapat dengan baik menyerap logam Cu(II) dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang digunakan. Pada data di atas penyerapan maksimum logam Cu(II) oleh bakteri *Pseudomonas sp* sebesar 84,447% dengan konsentrasi 3 ppm pada hari ke-16.

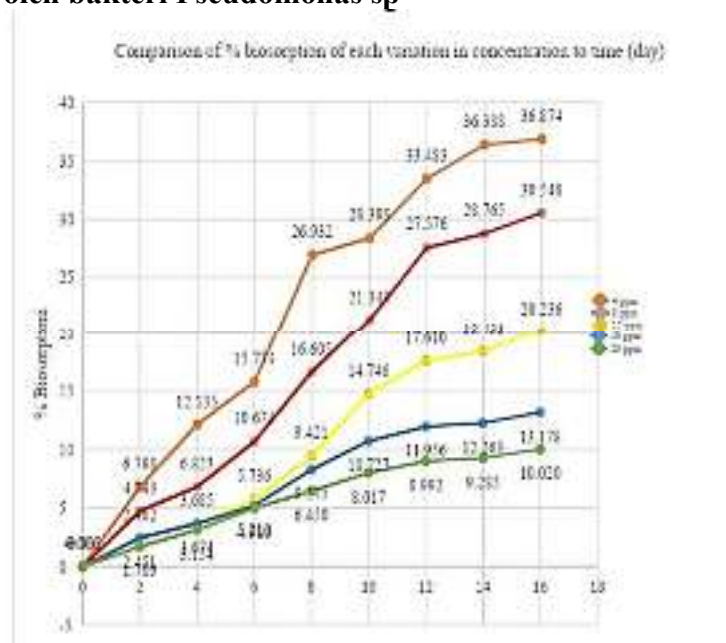
Biosorpsi logam Cr(VI) oleh bakteri *Pseudomonas* sp



Gambar 3. Persen penyerapan logam Cr(VI) oleh bakteri *Pseudomonas* sp [2]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Pseudomonas* sp dapat dengan baik menyerap logam Cr(VI) dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang digunakan. Pada data di atas penyerapan maksimum logam Cr(VI) oleh bakteri *Pseudomonas* sp sebesar 96,192% dengan konsentrasi 5 ppm pada hari ke-14.

Biosorpsi logam Pb oleh bakteri *Pseudomonas* sp

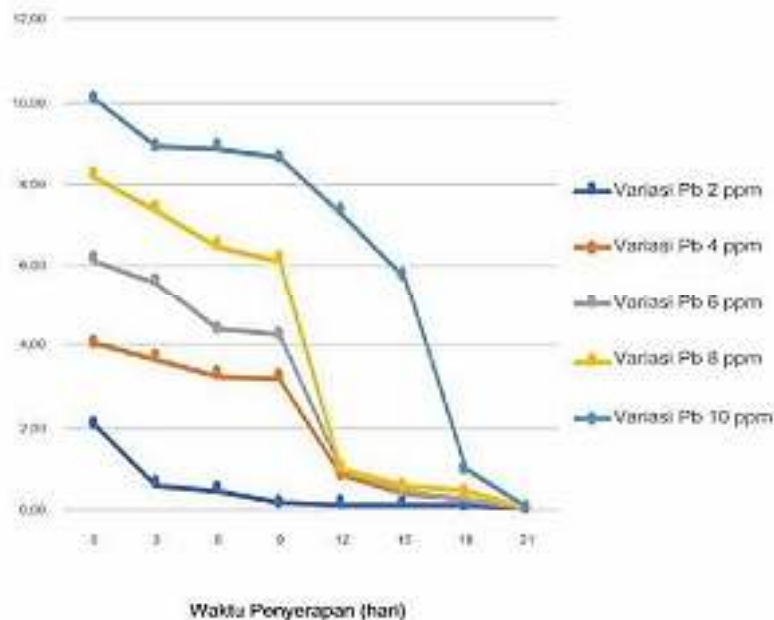


Gambar 4. Persen penyerapan logam Pb oleh bakteri *Pseudomonas* sp [10]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Pseudomonas* sp dapat dengan baik menyerap logam Pb dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang

digunakan. Pada data diatas penyerapan maksimum logam Pb oleh bakteri *Pseudomonas sp* sebesar 36,874% dengan konsentrasi 4 ppm pada hari ke-16.

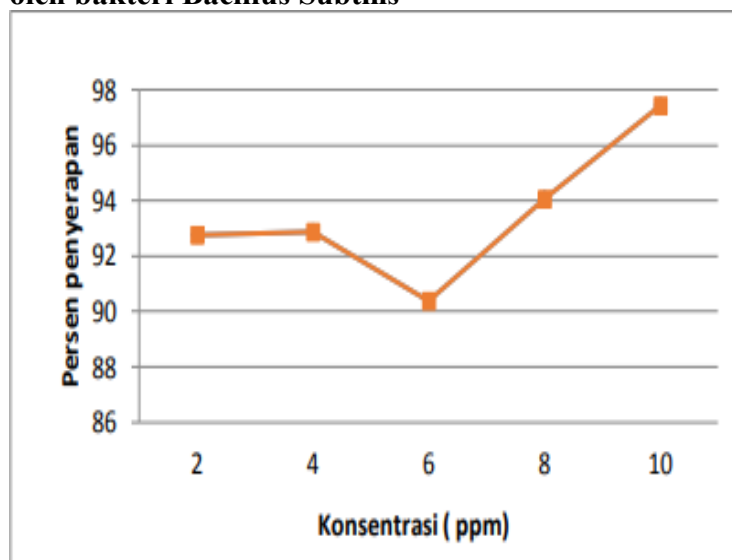
Biosorpsi logam Pb oleh bakteri *Flavobacterium sp*



Gambar 5. Persen penyerapan logam Pb oleh bakteri *Flavobacterium sp* [17]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Flavobacterium sp* dapat dengan baik menyerap logam Pb dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang digunakan. Pada data di atas penyerapan maksimum logam Pb oleh bakteri *Flavobacterium sp* sebesar 96% dengan konsentrasi 2 ppm pada hari ke-18.

Biosorpsi logam Pb oleh bakteri *Bacillus Subtilis*

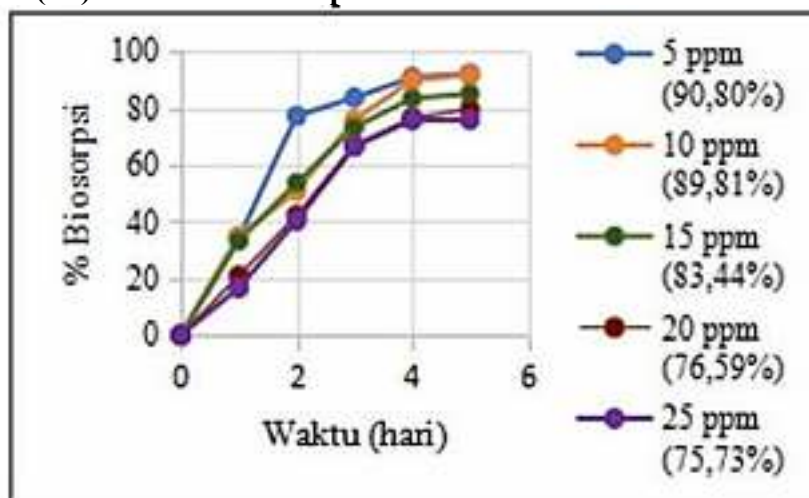


Gambar 6. Persen penyerapan logam Pb oleh bakteri *Bacillus Subtilis* [12]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Bacillus subtilis* dapat dengan baik menyerap logam Pb dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang digunakan.

Pada data di atas penyerapan maksimum logam Pb oleh bakteri *Bacillus subtilis* sebesar 97,42% dengan konsentrasi 10 ppm.

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



Gambar 7. Persen penyerapan logam Cr(VI) oleh bakteri *Streptococcus mutans* [3]

Dari data diatas, dapat diperhatikan bakteri *Streptococcus mutans* dapat dengan baik menyerap logam Cr(VI) dengan hasil data mengalami peningkatan persen pada setiap variasi konsentrasi yang digunakan. Pada data di atas penyerapan maksimum logam Cr(VI) oleh bakteri *Streptococcus mutans* sebesar 90,80% dengan konsentrasi 5 ppm pada hari ke-5.

Berdasarkan data diatas, dapat diketahui kemampuan penyerapan maksimum dari beberapa bakteri terhadap logam berat Cr(VI), Pb, dan Cu(II). Namun bakteri setelah mengalami penyerapan maksimum akan mengalami penurunan penyerapan, dikarenakan bakteri ada yang sudah mati dan bakteri sudah jenuh.

KESIMPULAN

Dari semua data diatas, dapat ditarik disimpulkan bahwa bakteri *Pseudomonas* sp, *Flavobacterium* sp, *Bacillus Subtilis*, dan *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan untuk menyerap logam dalam media 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 Cr⁶⁺ 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. Mikro biologi Pangan 1.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.,danJumianto,S.2016.IsolasiBakteriHeterotrofDiSituCibuntu,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:JurnalKesehatanLingkungan,9(2):56-62
- [10] Riki.,Kartika,R.,danGunawan,R.2022.BiosorptionofPb²⁺ionbybacteriumPseudomonassp. AIP ConferenceProceedings.
- [12] Riyani,K.,Setyaningtyas,T.,danAndreas,R.2008.PengolahanLimbahLogamBeratIndustri Tekstil Menggunakan Fotokatalis Tio₂ /Arang Aktif. Molekul, 3(1) : 40-47
- [13] Saputra, Roni, etal. "Penyerapan Logam Berat Timbal (PB) Dengan Enzim Protease Dari Bakteri BacillusSubtilis."
- [14] Saputri C. A. 2020. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (BacterialSellulose) Terhadap Ion Pb²⁺ Menggunakan Metode Batch. Jurnal Kimia (JournalOfChemistry), 14(1): 71-76.
- [15] Setiawan, A,D., Kartika, R., dan Gunawan, R. 2022. Adsorptionof Cu(II) ion in aqueoussolutionbyPseudomonassp.Biosorbent. AIP ConferenceProceedings.
- [16] Sudiarta,W.,Suarya,W,P.,danWidya,C,M,P.2018.AdsorpsiMultiLogamBeratKrom(III), Timbal(II), Dan Tembaga(II) Dalam Sistem Larutan Binary Oleh Silika Gel TerimobilisasiDifenilkarbazida. Jurnal Kimia, 12(2): 159-164.
- [17] Supriyantini,E.,danSoenardjo,N.2015.KandunganLogamBeratTimbal(Pb)danTemabaga (Cu) Pada Akar dan Buah Mangrove Avicennia marina di Perairan Tanjung Emas Semarang. Jurnal Kelautan Tropis, 18(2): 96-106.
- [18] Susanto,A.,Kartika,R.,danKoesnarpadi,S.2019.LeadBiosorption(Pb)AndCadmium(Cd)By FlavobacteriumspBacteria. International JournalOfScientific& Technology Research, 8(11): 3611-361