

POTENSI SCOBY SEBAGAI ALTERNATIF BIO-ADSORBEN LOGAM BERAT KADMIUM PADA LIMBAH CAIR DALAM MEWUJUDKAN SDGs 2045

Faralika Anfaqa

XI MIPA 2SMA N 3 SEMARANG

faralika06@gmail.com

Amanda Charlendita Wibisono

XI OLIMPIADE SMA N 3 SEMARANG

amandawibisono32@gmail.com

Guru Pembimbing 1 : Fatmi Sri Hastani, S.Pd

Guru Pembimbing 2 : Ana Alina, S.Pd, M.Si

Abstrak

Limbah yang telah mencemari perairan, akan memengaruhi kualitas dan kuantitas perairan tersebut. Logam berat kadmium (Cd) merupakan salah satu contoh logam berat yang sangat beracun yang apabila tidak dikelola dengan baik maka dapat berdampak buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian terkait pengujian penyerapan logam berat kadmium (Cd) pada limbah cair dengan menggunakan SCOBY.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas SCOBY untuk menyerap logam berat sebagai alternatif bio-adsorben logam berat Cd pada limbah cair. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pengujian dilakukan dengan menguji kandungan SCOBY menggunakan uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan uji spektrofotometer untuk menguji kandungan kadmium (Cd) dalam air.

Berdasarkan hasil uji, SCOBY dapat menyerap logam berat kadmium (Cd) pada limbah cair. Hasil presentase penyerapan SCOBY terhadap logam berat kadmium (Cd) mencapai 87% yang artinya SCOBY dapat dijadikan sebagai alternatif bio-adsorben logam berat kadmium (Cd) pada limbah cair karena memiliki gugus hidroksil (-OH) yang dapat mengikat logam berat yang bersifat kation monoatomik.

Kata kunci : Bio-adsorben, Kadmium, Limbah cair, Penyerapan, SCOBY

Abstract

Waste that has polluted the waters will affect the quality and quantity of the water. The heavy metal cadmium (Cd) is an example of a highly toxic heavy metal that if not managed properly can harm the environment. Therefore, researchers conducted research related to testing the absorption of the heavy metal cadmium (Cd) in liquid waste using SCOBY.

The purpose of this study was to determine the effectiveness of SCOBY to absorb heavy metals as an alternative bio-adsorbent for the heavy metal Cd in liquid waste. The method used in this study is an experimental method with a qualitative and quantitative approach. The test was carried out by testing the SCOBY content using the FTIR (Fourier Transform Infra Red) test and a spectrophotometer test to test the cadmium (Cd) content in water.

Based on the test results, SCOBY can absorb the heavy metal cadmium (Cd) in liquid waste. The absorption percentage of SCOBY for the heavy metal cadmium (Cd) reached 87%, which means that SCOBY can be used as an alternative bio-adsorbent for the heavy metal cadmium (Cd) in wastewater because it has a hydroxyl group (-OH) which can bind heavy metals which are monatomic cations.

Keywords : Bio-adsorbent, Cadmium, Liquid waste, Absorption, SCOBY

PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan negara berkembang terus melakukan berbagai aktivitas industri serta pembangunan-pembangunan di berbagai bidang, yang tentunya menimbulkan sisa-sisa atau limbah. Limbah telah menjadi salah satu isu yang cukup serius dalam kehidupan masyarakat. Sebab, pengelolaan limbah di Indonesia dapat dikatakan masih tergolong tertinggal jika dibandingkan dengan standar pengelolaan limbah di negara-negara maju (Alfathani, 2021).

Limbah yang telah mencemari perairan, akan memengaruhi kualitas perairan tersebut baik secara kualitas maupun kuantitas. Salah satu komponen yang dapat mencemari perairan adalah logam dalam bentuk limbah cair. Keberadaan logam dalam perairan sangatlah berbahaya bagi organisme di dalamnya, yang mana kesehatan manusia di sekitarnya juga akan terdampak. Limbah yang mengandung logam berat mengakibatkan rusaknya tatanan lingkungan hidup akibat pencemaran (Kholishotunnisa, 2017).

Logam, terutama logam berat bersifat sulit terurai dan mudah terakumulasi. Logam berat kadmium (Cd) merupakan salah satu contoh logam berat yang sangat beracun yang apabila tidak dikelola dengan baik maka dapat berdampak buruk terhadap lingkungan (Istarani dan Ellina, 2014).

Berbagai metode telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran logam berat pada limbah cair. Contohnya, seperti pengendapan kimia, oksidasi kimia, pertukaran ion, filtrasi, perlakuan elektrokimia, dan pemulihan penguapan. Metode yang dianggap cocok yaitu dengan proses biorpsi, karena berdasarkan kapasitas pengikatan logam dari berbagai macam material biologis, alga, jamur, dan ragi telah terbukti bisa menjadi penyerap logam yang potensial (Veglio and Beolchini, 1997).

SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) merupakan kultur simbiosis yang

membantu proses fermentasi kombucha. Bentuknya bulat pipih seperti piringan, bertekstur kenyal, dan berwarna keruh. SCOBY terdiri dari jenis serat tidak larut dan biasanya mengeluarkan aroma seperti cuka (Azizah dkk., 2020).

Penelitian Prihandika, dkk (2021) yang berjudul "Pemanfaatan SCOBY Kombucha sebagai Material Adsorben Penyerap Limbah Logam Timbal" menunjukkan bahwa SCOBY kombucha mampu menyerap logam berat jenis timbal (Pb). Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa daya serap dari SCOBY kombucha di atas 10% dan tingkat keefektifan adsorben ini dalam menyerap logam berat timbal (Pb) sebesar 76,1%.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan kajian dan penelitian terkait penyerapan logam berat kadmium (Cd) dengan bantuan material biologis berupa SCOBY kombucha. Penggunaan SCOBY kombucha menjadi pilihan peneliti karena banyak studi telah membahas mengenai kelebihan dan kemampuan mekanikal yang dimilikinya.

Dari uraian di atas maka dapat dirumuskan masalah yang melatarbelakangi penelitian ini yaitu :

1. Apakah SCOBY dapat digunakan sebagai alternatif bio-adsorben logam berat kadmium (Cd) pada limbah cair?
2. Bagaimana efektivitas SCOBY untuk menyerap logam berat sebagai alternatif bio-adsorben logam berat Cd pada limbah cair?
3. Bagaimana analisis penyerapan logam berat oleh SCOBY sebagai alternatif bio-adsorben logam berat Cd pada limbah cair?

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah SCOBY dapat digunakan sebagai alternatif bio-adsorben logam berat kadmium (Cd) pada limbah cair, mengetahui bagaimana efektivitas SCOBY dalam menyerap logam

berat, dan untuk mengetahui analisis penyerapan logam berat oleh SCOPY.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, disertai analisis secara kuantitatif dan kualitatif.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah stoples, karet, kain, alat uji SSA, alat uji FTIR, timbangan, campuran teh gula, air, SCOBY kombucha, dan limbah cair (mengandung Cd).

Subjek pada penelitian ini menggunakan 4 sampel SCOBY kombucha. Dilakukan pengembangbiakan SCOBY kombucha dengan 2 parameter, yaitu parameter lamanya waktu fermentasi dan kandungan gula yang terdapatdidalamnya. Peneliti mengembangkan SCOBY kombucha dengan jenis sampel berikut :

Tabel 1. Sampel Pengembangbiakan SCOBY

Nama Sampel	Keterangan
X ₁ -Y ₁	Fermentasi 13 hari, Gula 75 gr/L
X ₁ -Y ₂	Fermentasi 13 hari, Gula 100 gr/L
X ₂ -Y ₁	Fermentasi 20 hari, Gula 75 gr/L
X ₂ -Y ₂	Fermentasi 20 hari, Gula 100 gr/L

Selanjutnya, sampel-sampel tersebut dikeringkan untuk di uji FTIR dan ditimbang beratnya dan dimasukkan kedalam air untuk mengetahui kemampuan awal SCOBY menyerap zat cair dan memilih sampel yang paling sesuai untuk diuji kemampuan penyerapannya terhadap limbah cair yang mengandung logam berat kadmium (Cd).

Sampel limbah cair yang digunakan berasal dari Sungai Banjir Kanal Barat, sungai di Kawasan Industri Kaligawe Semarang, dan Perairan Tambak Lorok

Semarang. Kemudian, sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk diuji kadar kadmium-nya menggunakan alat uji spektrofotometri.

Metode pemerolehan data pada penelitian ini dibedakan menjadi 2. Secara kuantitatif, pengumpulan data dilakukan berdasarkan pembacaan dari hasil uji SSA, hasil uji FTIR, serta perhitungan presentase penyerapan cairan oleh SCOBY. Secara kualitatif, dilakukan berdasarkan pengamatan peneliti dari wujud fisik yang tampak.

Metode pengolahan dan analisis data yang dilakukan meliputi analisis pengembangbiakan SCOBY, analisis hasil uji FTIR, analisis penyerapan SCOBY terhadap cairan dan logam berat pada limbah cair, serta analisis kualitatif penelitian seperti kelebihan dan kekurangan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangbiakan SCOBY

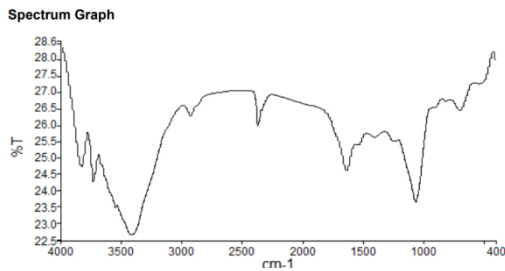
Tabel 2. Pengembangbiakan SCOBY

Sampel	Ketebalan (cm)	Warna	Massa (g)	
			Basa h	Kerin g
X ₁ -Y ₁	0,8	Putih kekuningan	17,86	4,40
X ₁ -Y ₂	1,1	Kuning kecoklatan	14,04	8,36
X ₂ -Y ₁	1,3	Kuning kecoklatan	23,52	10,78
X ₂ -Y ₂	1,6	Coklat muda	30,84	11,52

Pengembangbiakan SCOBY dilakukan pada 2 interval waktu yang berbeda, yakni 13 hari (X₁) dan 20 hari (X₂) dengan kandungan gula yang berbeda pula, yakni 75 g/L (Y₁)

dan 100 g/L (Y₂). SCOBY dikembangkan menggunakan starter SCOBY yang ditumbuhkan dalam medium 250 mL cairanteh yang mengandung 75 g gula. Starter SCOBY diiris menjadi 4 bagian yang kemudian ditumbuhkan dalam 4 stoples kaca yang berbeda. Setelah pengembangbiakan SCOBY didapatkan hasil pengembangbiakan seperti tabel di atas. Semakin banyak kandungan gula dalam medium pertumbuhan SCOBY, semakin tebal dan gelap warna SCOBY. Semakin lama interval waktu yang digunakan, semakin tebal pula sifat fisik SCOBY.

Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

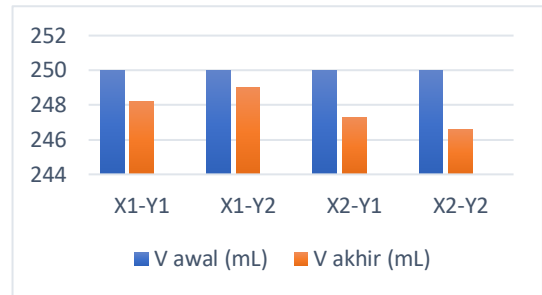


Grafik 1. Spektrum Uji FTIR

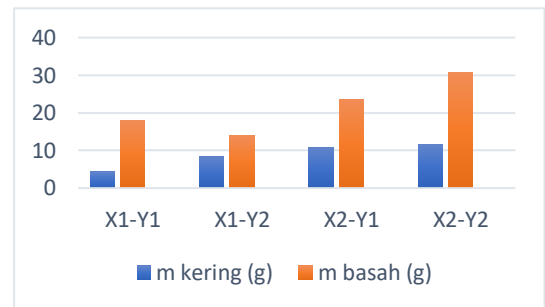
Spektrum FTIR kombucha mencapai kisaran 400-4000 cm⁻¹ yang memberikan informasi tentang struktur molekul dan sifat fisika-kimia masing-masing. Pita adsorpsi yang luas dalam interval panjang gelombang 3000–3500 cm⁻¹ adalah karakteristik getaran ulur –OH yang terlibat dalam ikatan hidrogen antar dan intramolekul, sedangkan puncak pada gugus N–H muncul pada sekitar 3400 cm⁻¹. Pita adsorpsi antara 1635 cm⁻¹ sesuai dengan pita regangan C=O. Peningkatan yang signifikan dari pita serapan di sekitar 1400 cm⁻¹ ditugaskan untuk uluran C-N dan pita serapan pada 1362 cm⁻¹ khusus untuk deformasi C-H.

Uji Penyerapan SCOBY terhadap Cairan

Keempat sampel (X₁-Y₁, X₁-Y₂, X₂-Y₁, X₂-Y₂) direndam dalam 4 wadah berbeda yang masing-masing diisi air sebanyak 250



mL, dan diamati perubahan volume air dan perubahan massa SCOBY.



Grafik 2. Perubahan Volume Air Pasca Penyerapan

Grafik 3. Perubahan Massa SCOBY Pasca Penyerapan

Presentase penyerapan air dari keempat sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\% = \frac{V_o - V_t}{V_o} \times 100\%$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus di atas maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Presentase Penyerapan SCOBY terhadap Air

Sampel	V _o (mL)	V _t (mL)	ΔV (V _o -V _t)	%
X ₁ -Y ₁	250	248,2	1,8 mL	0,72
X ₁ -Y ₂	250	249	1 mL	0,40
X ₂ -Y ₁	250	247,3	2,7 mL	1,08
X ₂ -Y ₂	250	246,6	3,4 mL	1,36

Penyerapan SCOBY terhadap Logam Berat pada Limbah

Dituangkan 650 mL limbah cair sample C kedalam sebuah wadah. Penyerapan dilakukan selama 2 hari dengan menggunakan sampel SCOBY X₂-Y₂ karena memiliki presentase penyerapan air paling baik dibanding ketiga sampel lainnya, yakni 1,36%. Sampel X₂-Y₂ kemudian diletakkan di permukaan limbah cair, dan terlihat kotoran dari limbah cair mulai mengendap ke dasar wadah, dan warna sampel SCOBY menjadi lebih gelap.



Gambar 1. Kenampakan SCOBY Pasca Penyerapan

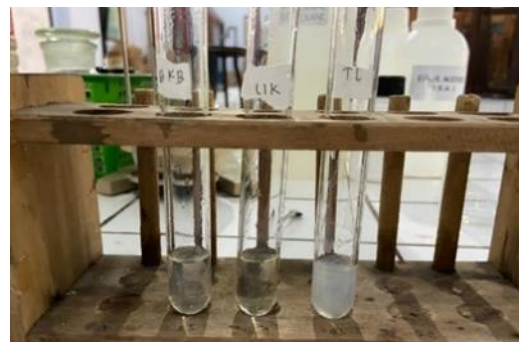
Uji Kandungan Logam Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Sebelum Penyerapan

Sampel air diambil dari 3 sumber, yaitu Perairan Tambak Lorok, sungai di lingkungan industri Kaligawe, dan Sungai Banjir Kanal Barat. Air diambil masing-masing pada 1 titik, dan kemudian di uji kandungan kadmiumnya dengan 2 tahap pengujian, yakni uji kualitatif dan uji kuantitatif.

Uji kualitatif dilakukan dengan mereaksikan ketiga sampel air dengan larutan NaOH 1 M. Cairan yang mengandung kadmium akan berubah warna dari warna aslinya menjadi putih jika direaksikan dengan kadmium.

Tabel 4. Sifat Fisik Sampel Limbah Cair

Sampel	Sumber Air	Warna	
		Awal	Akhir
A	Sungai di Lingkungan Industri Kaligawe	Kuning kecoklatan	Tetap
B	Sungai Banjir Kanal Barat	Kuning keabuan keruh	Tetap
C	Perairan Tambak Lorok	Kuning kecoklatan keruh	Putih



Gambar 2. Uji Kualitatif Sampel Limbah Cair Sebelum Penyerapan

Berdasarkan uji kualitatif, didapatkan hasil sampel C berubah warna menjadi putih. Hal tersebut menunjukkan sampel C memiliki kandungan kadmium yang lebih kuat dibandingkan 2 sampel lainnya. Sampel C kemudian diuji secara kuantitatif dengan metode spektrofotometer di Balai Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BLPKIL) Provinsi Jawa Tengah, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Kuantitatif Sampel C Sebelum Penyerapan

Parameter	Hasil Uji (mg/L)	Nilai Optimal (mg/L)
Kadmium (Cd)	0,0326	0,01

Kadar logam kadmium yang tergolong dalam sampel limbah cair C adalah 0,0326 mg/L yang berada diatas batas optimal tetapan pemerintah (0,01 mg/L), yaitu pada Tawar : PP RI No. 22 Tahun 2021Payau : KEMEN-KP No.75 Tahun 2016.

Uji Kandungan Logam Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Setelah Penyerapan

Uji kualitatif dilakukan dengan mereaksikan sisa sampel C yang telah diserap oleh SCOBY dengan larutan NaOH 1 M. Logam berat kadmium (Cd) telah diserap oleh SCOBY, maka kandungan logam berat kadmium (Cd) dalam sampel C telah berkurang sehingga warna air tidak seputih saat sebelum diujikan. Didapatkan hasil, sampel C terlihat masih mengandung kadmium, dan terdapat endapan kadmium berwarna keputihan sehingga air tampak sedikit putih keruh.

Tabel 6. Hasil Uji Kualitatif Sampel C Pasca Penyerapan

Sampel	Sumber Air	Warna	
		Awal	Akhir
C	Perairan Tambak Lorok	Kuning kecoklatan keruh	Bening sedikit putih keruh



Gambar 3. Uji Kualitatif Sampel Limbah Cair Pasca Penyerapan

Sampel C kemudian diuji secara kuantitatif dengan metode spektrofotometer di Balai Laboratorium Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BLPKIL) Provinsi Jawa Tengah, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Kuantitatif Sampel C Pasca

Parameter	Hasil Uji (mg/L)	Nilai Optimal (mg/L)
Kadmium (Cd)	0,0043	0,01

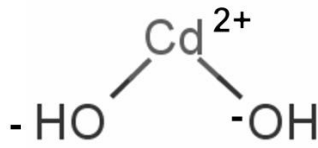
Penyerapan

Kandungan Cd dalam limbah cair turun sebanyak 0,0283 mg/L atau 87% dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% &= \frac{C_{do} - C_{dt}}{C_{do}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,0326 - 0,0043)}{0,0326} \times 100\% \\ &= 87\% \end{aligned}$$

Hal ini disebabkan oleh SCOBY menyerap air limbah yang mengandung logam kadmium (Cd). SCOBY dapat menyerap air lebih optimal ketika volume cairan banyak dengan waktu yang lebih lama. Diamati, presentase penyerapan air dibandingkan dengan presentase penyerapan terhadap limbah cair, yang mana volume air pada masing-masing wadah adalah 250 mL dengan waktu 1 hari 1 malam, sedangkan volume limbah cair yang dipergunakan ialah 650 mL dengan waktu 2 hari.

Telah disebutkan dalam analisis uji FTIR, SCOBY memiliki gugus -OH (gugus hidroksil). Gugus ini mampu menyerap logam berat. Ion-ion negatif (anion) dari OH⁻ mengikat ion positif (kation) dari Kadmium (Cd²⁺).



Gambar 4. Ikatan kation Cd²⁺ dan 2 anion OH⁻

Analisis Kualitatif Penelitian

Sustainable Development Goals (SDGs) 2045 merupakan sebuah program pembangunan dunia yang mana memiliki tujuan untuk menyejahterakan masyarakat dunia dan melestarikan alam (Andriyani, 2021). Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti utamanya dapat mencakup 3 dari 17 aspek SDGs 2045, yakni : (1) Air bersih dan sanitasi layak; (2) Kota dan komunitas berkelanjutan; (3) Ekosistem laut. Kelebihan dan kelemahan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Kelebihan Penelitian :

- Praktis karena dapat dikembangkan pada medium yang mudah didapatkan.
- Dapat memanfaatkan tumpukan sisa SCOBY dari pembuatan teh kombucha.
- Inovasi alternatif bio-adsorben logam berat kadmium (Cd).

Kelemahan Penelitian :

- Belum ditemukan cara untuk mendegradasi SCOBY yang telah tercemar limbah.
- Efektivitas penyerapan SCOBY sebagai bio-adsorben hanya cukup digunakan sebagai alternatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti menarik kesimpulan bahwa,

1. SCOBY X₂-Y₂ memiliki presentase penyerapan cairan paling besar dibanding ketiga SCOBY lainnya, yakni 1,36% dan

cukup efektif untuk dijadikan bio-adsorben logam kadmium (Cd) dalam limbah cair.

2. Dihitung dari rumus $\% = \frac{(Cdo - Cdt)}{Cdo} \times 100\%$, didapatkan presentase penyerapan logam kadmium (Cd) dalam limbah cair sebesar 87%.
3. Presentase penyerapan ini dipengaruhi oleh lama waktu penyerapan, dan gugus hidroksil (-OH) pada SCOBY yang dapat menyerap logam berat atau mengikat kation Cd²⁺ pada limbah cair. Sehingga didapatkan warna fisik SCOBY menjadi sedikit lebih gelap karena Cd yang terserap.

Saran

Adapun saran dari penelitian ini, adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pengujian berulang kali terhadap kandungan kadmium (Cd) pada limbah cair, sehingga didapatkan hasil yang lebih teliti dengan keakuratan yang lebih baik.
2. SCOBY perlu dikembangkan dari awal tanpa menggunakan *starter* SCOBY, agar pengembangan SCOBY lebih maksimal,
3. Peneliti perlu melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pendegradasian SCOBY yang telah dijadikan alternatif bio-adsorben terhadap logam berat pada limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfathani, A. S. 2021. *Indonesia Emas Berkelanjutan 2045: Kumpulan Pemikiran Pelajar Indonesia Sedunia Seri 9 Teknologi*. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
- Andriyani, S. 2021. Pencarian Informasi Mengenai Sustainable Development Goals : Reduced Inequalities. *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication* (COMPLETE).
- Azizah, A. N., Darma, G.C. E., Darusman, F. 2020. *Formulasi SCOBY (Symbiotic*

- Culture of Bacteria and Yeast) dari Raw Kombucha Berdasarkan Perbandingan Media Pertumbuhan Larutan Gula dan Larutan Teh Gula.* Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia. DOI: 10.29313/.v6i2.23023.
- Istarani, Festri dan Ellina S. P. 2014. *STUDI DAMPAK ARSEN (AS) DAN KADMIUM (CD) TERHADAP PENURUNANKUALITAS LINGKUNGAN.* Surabaya: DIREKTORAT RISET DANPENGABDIANMASYARAKAT (DRPM) ITS.
- Kholishotunnisa, S.S., Ed. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia.* Jl. H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin70123: *Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Unlam.*, eISSN 2685-9319 1577.
- Oktaviana. S., 2021. *Aspek Biologi, Kimia, Dan Fisika Kombucha Rosella Dengan Konsentrasi StarterBerbeda* [Skripsi]. Lampung : UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG.
- Prihandika Prihandika, T. R. 2021. *PEMANFAATAN SCOBY KOMBUCHA SEBAGAI MATERIAL ADSORBEN PENYERAP LIMBAH LOGAM TIMBAL.* Mechanical Engineering DepartmentPNJ.
- Sasongko, A. 2017. Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestikdengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains & Teknologi: Universitas Pendidikan Ganesha.*
- Satriawan, E. F., Widowati, I., & Suprijanto, J. 2021. Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) dalam Kerang Darah (Anadara granosa) yang Didaratkan di Tambak Lorok Semarang. *Journal of Marine Research*, 10(3), 437-445. DOI: 10.14710/jmr.v10i3.30155.
- Veglio', F., and Beolchini, F., 1997. "Removal of metals by biosorption: A review," *Hydrometallurgy*, vol. 44, no. 3, pp. 301–316. DOI: 10.1016/s0304-386x(96)00059-x.