

**BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM PADA LIMBAH
ELECTROPLATING MENGGUNAKAN *Saccharomyces
cerevisiae*: Literature review**

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan Untuk Menempuh Ujian Akhir Karya Tulis Ilmiah

Pada Program Studi Diploma III Analis Kesehatan

STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh:

Maelan Haq An Najiah

NIM KHGE1807



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA
GARUT PROGRAM STUDI DIII ANALIS KESEHATAN**

2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya Tulis *Literature Review* ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Amd.Keb, Amd.Kep, Amd.Kes, S.Kep), baik dari STIKes Karsa Husada maupun perguruan tinggi lain.
2. Karya Tulis *Literature Review* ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis *literature review* ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, Oktober 2021

Yang membuat pernyataan

(Maelan Haq An Njiah)

NIM: KHGE.18076

LEMBAR PERSETUJUAN

NAMA : MAELAN HAQ AN NAJIAH
NIM : KHGE18076
**JUDUL : BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM PADA LIMBAH
ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN *Saccharomyces
cerevisiae***

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan Untuk Menempuh Ujian Pada Program Studi D-III Analis Kesehatan
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut

Garut, Oktober 2021

Menyetujui,

Pembimbing



Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes

LEMBAR PERSETUJUAN
SIDANG KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa:

Nama : MAELAN HAQ AN NAJIAH

NIM : KHGE18076

Program Studi : D-III Analis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut

Mahasiswa yang bersangkutan telah disetujui untuk melaksanakan seminar sidang penelitian dengan judul :

LITERATURE REVIEW : BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM PADA LIMBAH ELECTROPLATING MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*

Demikian persetujuan ini kami buat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Garut, Oktober 2021

Dosen Pembimbing



Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA : MAELAN HAQ AN NAJIAH
NIM : KHGE18076
JUDUL : *LITERATURE REVIEW : BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM PADA LIMBAH ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN *Saccharomy cescerevisiae**

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan
Tim Penguji Program Studi D-III Analis Kesehatan
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
Karsa Husada Garut

Garut, 2021

Menyetujui,

Penguji 1



Dede Suharta, S.Kep., M.Pd

Mengetahui,

Ketua Prodi. D-III Analis Kesehatan



Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc

Penguji 2



Rina Herlina, SKM, M.A

Mengesahkan,

Pembimbing



Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes

ABSTRAK

Literature Review: Biosorpsi Logam Berat Kromium Pada Limbah Industri Elektroplating Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Terdiri dari V BAB, 46 Halaman, 3 Tabel, 2 Lampiran

Limbah industri elektroplating merupakan limbah industri yang berpotensi dalam mencemari lingkungan karena mengandung logam berat. Salah satu logam berat yang terkandung pada limbah elektroplating adalah kromium yang bersifat toksik. Salah satu metode dalam menurunkan kadar logam berat kromium adalah dengan biosorpsi yang menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium dengan metode biosorpsi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literature review yang dilakukan berdasarkan beberapa jurnal nasional maupun internasional. Pencarian artikel dilakukan dengan pencarian google scholar dan perpustakaan dengan kata kunci yang digunakan biosorpsi logam berat kromium pada limbah elektroplating menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Diperoleh 3 jurnal yang sesuai dengan tema penelitian. Berdasarkan hasil penelitian dari ketiga jurnal, didapatkan hasil penurunan kadar logam berat dengan persentase 54.7%, 84.872% dan 99.66%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat pada proses biosorpsi. Diperlukan penelitian secara langsung untuk membuktikan mengenai kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium dengan metode biosorpsi.

Kata Kunci : Limbah elektroplating, logam berat, kromium, Biosorpsi, *Saccharomyces cerevisiae*

Pustaka : 46 buah

ABSTRACT

Literature Review: Biosorption of Chromium Heavy Metals in Electroplating Industry Waste Using Saccharomyces cerevisiae

Consist of chapter V, 46 Pages, 3 tables, 2 Enclosure

Electroplating industry waste is the industry wastes that has the potential to pollute the environment because it contains heavy metals. One of the heavy metals contained in electroplating waste is chromium which is toxic. One of the methods to reduce chromium heavy metal content is biosorption using Saccharomyces cerevisiae. This study aims to determine the ability of Saccharomyces cerevisiae in reducing chromium heavy metal levels by biosorption method. The method used in this research is a literature review study conducted based on several national and international journals. The article search was carried out by searching Google Scholar and National Library with the keywords used for biosorption of heavy metal chromium in electroplating waste using Saccharomyces cerevisiae. Obtained 3 journals in accordance with the research theme. Based on the results of research from the three journals, the results of the decrease in heavy metal levels were obtained with the percentages of 54.7%, 84.872% and 99.66%. So it can be concluded that Saccharomyces cerevisiae has the ability to reduce heavy metal levels in the biosorption process. Direct research is needed to prove the ability of Saccharomyces cerevisiae to reduce chromium heavy metal levels by the biosorption method.

Keyword : Electroplating industry waste, heavy metal, Chrom, Biosorption, Saccharomyces cerevisiae

Library : 46 Pages

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal Karya Tulis Ilmiah ini dengan judul “**Biosorpsi Logam Berat Kromium Pada Limbah Electroplating Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae***”, sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Diploma III di Program Studi Analis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak mengalami hambatan dan kesulitan, namun berkat dukungan, bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan proposal Karya Tulis Ilmiah ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. H. Hadiat, MA selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. H. D. Saepudin, S.Sos., M.Kes., selaku Ketua Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. H. Engkus Kusnadi, S.Kep., M.Kes., selaku Ketua STIKes Karsa Husada Garut.
4. Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Prodi D-III Analis Kesehatan
5. Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes selaku pembimbing yang telah memberikan nasehat yang baik terutama pada penyusunan karya tulis ilmiah ini.

6. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi DIII Analis Kesehatan yang telah memberi ilmu pengetahuan selama 3 tahun ini
7. Kedua orang tua saya, dan seluruh keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan do'a terbaik.
8. Neni, Tia, Indra, dan selaku rekan seperjuangan dalam bimbingan Ibu Lia M, S.Tr.Kes
9. Syifa Nur'afifah yang menemani dan membantu setiap malam dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan kelas C D-III Analis Kesehatan angkatan 6 yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir ini demi meraih kesuksesan.

Akhir kata, semoga amal ibadah kebaikan yang disertai dengan hati yang tulus dan ikhlas dari semua pihak akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini jauh dari kesempurnaan, namun penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca.

Garut, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Logam Berat	5
2.1.1. Logam Kromium.....	7
2.1.2. Dampak Kromium	8
2.2. Khamir	9
2.2.1. Morfologi Khamir	9
2.2.2. Morfologi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10
2.2.3. Taksonomi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
2.3. Biosorpsi	12
2.3.1. Penyerapan Logam Berat.....	13
2.3.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi biosorpsi.....	14

BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1. Desain Penelitian	16
3.2. Strategi Penelitian	16
3.3. Kriteria Inklusi dan Eklusi	17
3.4. Jadwal Penelitian	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	19
4.1. Hasil	19
4.2. Pembahasan	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1. Kesimpulan	25
5.2. Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Baku mutu Cr pada limbah cair untuk industri electroplating	9
Tabel 3.4. Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 4.1. Jurnal Penelitian <i>Literature Review</i>	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri sekarang ini sangat pesat dan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, selain memberikan manfaat juga memberikan dampak negatif karena dapat menghasilkan limbah yang memiliki konsentrasi pencemaran diatas batas maksimum yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Limbah yang dihasilkan dari industri tersebut dapat berupa limbah cair, limbah padat, atau limbah gas. Salah satu limbah industri yang berpotensi dalam mencari lingkungan adalah limbah yang berasal dari industri elektroplating.

Elektroplating atau pelapisan logam merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit (Prasetyaningrum & Dharmawan, 2018). Elektroplating ini termasuk salah satu cara dalam menanggulangi korosi pada logam. Selain itu, elektroplating juga dapat memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi serta memberikan efek mengkilap (Fadly et al., 2019). Proses elektroplating pada saat ini berkembang sangat pesat dikarenakan banyaknya kebutuhan produk yang memerlukan proses elektroplating. Beberapa produk ini diantaranya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, seperti peralatan rumah tangga, otomotif, aksesoris atau hiasan (Murdikaningrum et al., 2019). Proses elektroplating ini selain memberikan manfaat juga memberikan permasalahan yang cukup serius. Hal ini dikarenakan

limbah dari proses elektroplating merupakan limbah logam berat yang termasuk dalam limbah bahan berbahaya dan beracun (Pratiwi et al., 2019). Logam berat ini jika kadarnya melebihi batas maka dapat menyebabkan kerusakan pada makhluk hidup seperti dapat menyebabkan kanker, stres oksidatif, kerusakan DNA, hingga kematian sel dikarenakan logam berat bersifat toksik dan karsinogenik (Kim et al., 2015). Sedangkan menurut (Berniyanti, 2018) efek dari logam berat kromium apabila masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan kulit ruam, sakit perut, masalah pernapasan, kerusakan hati dan ginjal, kanker paru-paru hingga kematian dikarenakan logam berat kromium ini memiliki tingkat toksisitasnya sangat berbahaya.

Kromium merupakan salah satu limbah yang berbahaya karena memiliki sifat yang tidak mudah terurai di alam dan bersifat karsinogenik. Daya racun yang dimiliki kromium ditentukan oleh bilangan oksidasinya. Uniknya hanya Cr(VI) yang bersifat karsinogenik sedangkan Cr(III) tidak. Hal ini karena sifatnya yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan. Sehingga diperlukan cara dalam menangani permasalahan tersebut, umumnya pengolahan limbah cair yang mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dapat dilakukan secara kimia yaitu reaksi redoks (reduksi-oksidasi) (Agustina et al., 2018).

Menurut Gakwisri et al (2012 dalam Dimawarnita et al., 2015) terdapat beberapa cara pengolahan logam berat yang terlarut dalam limbah cair diantaranya dapat dilakukan secara fisika atau kimia seperti filtrasi, adsorpsi, penukaran ion, reverse osmosis, presipitasi kimia dan ekstraksi pelarut. Akan tetapi cara-cara ini memiliki beberapa kelemahan yaitu biaya yang digunakan relatif mahal, reagen

kimia yang dibutuhkan banyak, dapat membentuk lumpur yang bersifat toksik sehingga memerlukan penanganan lebih lanjut, dan menjadi kurang efektif apabila konsentrasi logam yang terdapat pada limbah kurang dari 100 mg/L (Ayangbenro & Babalola, 2017). Oleh sebab itu dibutuhkan pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan, murah dan efektif. Salah satu alternatif yang dapat dijadikan adalah pengolahan secara biologis seperti biosorpsi. Biosorpsi merupakan salah satu cara yang dapat mengolah logam berat pada limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme baik hidup ataupun mati (A. Setiawan et al., 2019). Biosorpsi juga dianggap sebagai salah satu cara pengolahan logam yang efisien, murah, ramah lingkungan dalam menghilangkan logam berat pada limbah (Bilal et al., 2018) serta melimpahnya mikroorganisme yang dapat dijadikan biosorben menurut Kresnawaty et al (2007 dalam A. Setiawan et al., 2019).

Berbagai mikroorganisme dapat dijadikan sebagai biosorben, salah satunya yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Hal ini dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* memiliki persentase material dinding sel sebagai sumber pengikat logam berat yang tinggi dan mudah ditemukan karena banyak dimanfaatkan dalam proses fermentasi (Khoirunnisa & Senam, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2014 oleh Puspawati et al, mengenai penggunaan biomassa *Saccharomyces cerevisiae* sebagai biosorben logam berat, mengatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat Cr.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah elektroplating?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah elektroplating.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan data ilmiah mengenai kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah elektroplating.
2. Memberikan referensi dan alternatif yang aktual mengenai penanganan limbah logam berat kromium.
3. Meningkatkan pengetahuan bagi pembaca mengenai penanganan limbah logam berat kromium menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar 5 gr/cm^3 , terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7 (Indra et al., 2020) . Logam berat merupakan senyawa yang memiliki toksisitas yang tinggi dan dapat menyebabkan permasalahan kesehatan serius bagi manusia dan menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan ekosistem (Lubis, 2019). Senyawa ini dalam tubuh makhluk hidup termasuk trace mineral atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. Trace element beberapa logam berat penting untuk mengatur metabolisme dalam tubuh manusia, namun pada konsentrasi tinggi logam ini berbahaya dan beracun karena cenderung mengalami bioakumulasi.

Toksisitas logam berat pada manusia dapat menyebabkan kerusakan jaringan, khususnya organ detoksifikasi dan ekskresi yaitu hati dan ginjal. Beberapa logam berat bersifat karsinogenik, teratogenik, serta menyerang syaraf sehingga

dapat menyebabkan kelainan tingkah laku (Kristianto et al., 2017) dan menurut (Briffa et al., 2020) terdapat beberapa efek samping toksik dari logam seperti neurotoksisitas, hepatoksisitas, dan nefrotoksisitas.

Sumber logam berat (Pb, Zn, Cd, Cr, Cu, Ni) di alam terdapat 2 yaitu yang berasal dari alam dan aktivitas antropogenik. Diperkirakan 80% logam berat yang berasal dari aktivitas alam seperti dari bahan kerak bumi yang mengalami pelapukan atau yang berasal dari aktivitas vulkanik, dan sekitar 10% logam berat berasal dari kebakaran hutan dan sumber biogenik lainnya (Lubis, 2019).

Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (2010), sudut pandang toksikologi logam berat dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Logam berat esensial

Dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, sebagai contoh antara lain Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se.

2. Logam berat non esensial

Logam berat non esensial merupakan logam yang beracun (toxic metal) yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, sebagai contoh antara lain Hg, Cd, Pb, Sn, Cr (VI) dan As. Logam berat ini dapat menimbulkan efek yang merugikan kesehatan manusia, sehingga sering disebut sebagai logam beracun. Senyawa ini tidak dapat rusak di alam dan tidak berubah menjadi bentuk lain.

Logam berat selain mencemari lingkungan perairan, dapat juga mengendap di dasar perairan yang mempunyai waktu tinggal (*residence time*) hingga ribuan tahun. Logam berat akan terkonsentrasi ke dalam tubuh makhluk hidup dengan proses bioakumulasi dan biomagnifikasi melalui beberapa cara yaitu melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan dan melalui kulit. Sumber makanan yang tercemar logam berat sangat berbahaya bagi makhluk hidup di perairan terutama makhluk hidup yang mencari makan di dasar perairan (Syaifullah et al., 2018).

Menurut Yalcin et al (2008 dalam H. Setiawan & Subiandono, 2015) logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan. Salah satu logam berat yang berbahaya adalah kromium yang dapat berasal dari industri pelapisan logam (electroplating). Kadar logam berat kromium yang terlarut pada limbah cair industri pelapisan logam (electroplating) ini sangat tinggi (konsentrasi Cr 540 mg/L) dan limbah cair ini memiliki pH ekstim rendah yaitu 1-5 (Dewi, 2020).

2.2.1. Logam Kromium

Kromium merupakan salah satu unsur logam berat dengan nomor atom 24 dan berat atom 51,996 gram/mol. Logam berat ini bersifat karsinogenik yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti alergi hingga kanker. Berdasarkan sifatnya logam ini memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+, dan 6+. Kromium heksavalen merupakan logam kromium yang bersifat paling toksik dibandingkan ion kromium lainnya, sifat toksik tersebut dapat menyebabkan keracunan akut dan keracunan kronis (Wulaningtyas, 2018). Logam kromium sering digunakan sebagai bahan

baku kegiatan industri, seperti penyamakan kulit, pembakaran minyak dan batu bara, pewarnaan tekstil, pelapisan logam, dan pembuatan baja yang tahan terhadap korosi (Aji et al., 2019).

2.3.2. Dampak Kromium

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mewajibkan program pemeliharaan lingkungan untuk menanggulangi pencemaran Cr dikarenakan batas toleransi logam kromium dalam tubuh adalah 0,05 mg/L (Dewi, 2020). Akumulasi kromium dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kerusakan terhadap saluran pernapasan berupa kanker paru dan ulkus kronis/perforasi pada septum nasal, kulit berupa ulkus kronis pada permukaan kulit, pembuluh darah berupa penebalan oleh plak pada pembuluh aorta, dan ginjal berupa nekrosis tubulus ginjal (Berniyanti, 2018). Terakumulasinya kromium di dalam tubuh manusia dapat melalui rantai makanan (Kurniawati et al., 2017). Selain membahayakan kepada manusia keberadaan kromium juga dapat membahayakan lingkungan.

Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik. Dampak yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis. Kromium dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik.(Pandia et al., 2017).

Kromium dapat masuk ke perairan melalui dua cara yaitu secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah dapat terjadi oleh faktor fisika, seperti pengikisan (erosi) yang terjadi pada batuan mineral. Sedangkan secara non alamiah dapat disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti limbah yang dihasilkan dari sebuah industri (Yuliati, 2018).

Oleh karena itu dalam mengendalikan limbah logam berat kromium pada industri electroplating kita harus mengetahui ambang batas atau baku mutu air limbah tersebut. Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah adalah:

Tabel 2.1. Baku mutu Cr pada limbah cair untuk industri electroplating

Baku mutu air limbah bagi kegiatan industri pelapisan logam	
Parameter	Kadar Maximum
Cr	0,5
pH	6-9

2.4. Khamir

2.4.1. Morfologi Khamir

Khamir merupakan fungi uniseluler eukariotik yang reproduksi aseksualnya terutama melalui pembentukan tunas (budding) atau pembelahan (fission) (M & M, 2018). Sel khamir dapat berbentuk bola, oval atau silindris dengan ukuran diameter

bervariasi antara 3-5 nm (Hafsan, 2011) dan dapat ditemukan di berbagai lingkungan, yaitu akuatik, terestrial, maupun di atmosfer (Diana & Lasmini, 2016).

Khamir memiliki berbagai peran penting dalam kehidupan. Beberapa khamir dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, terutama dalam bidang fermentasi makanan maupun minuman. Beberapa produk yang dihasilkan sudah dikomersilkan dan memiliki potensi untuk perkembangan bioteknologi (Suryaningsih et al., 2018), seperti pada proses biosorpsi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai mikroorganisme diantaranya adalah dengan menggunakan yeast atau khamir. Salah satu khamir yang memiliki potensi dalam biosorpsi logam berat adalah *Saccharomyces cereviceae*.

2.2.2. Morfologi *Saccharomyces cerevisiae*

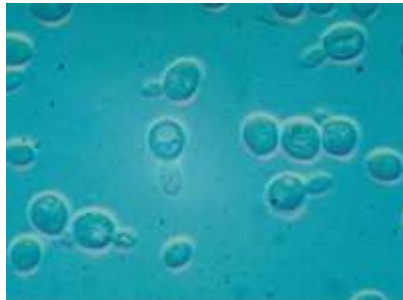
Saccharomyces cerevisiae merupakan kelompok mikroba yang tergolong dalam khamir (yeast). Menurut Talaro (2012 dalam Puspita et al., 2020) karakteristik *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemiripan dengan *Candida tropicalis* yaitu ciri-ciri berwarna putih, menonjol, berbentuk kokus, dan permukannya mengkilap, halus, serta licin. Dilihat dari dinding selnya, *Saccharomyces cerevisiae* memiliki dinding sel yang mengandung a-D-Glukan, kitin, dan mannoprotein serta memiliki 3 lapisan, yaitu lapisan dalam alkali insoluble (30-35%), lapisan tengah alkali-soluble a glukukan (20-22%), dan lapisan luar adalah glikoprotein (30%) yaitu suatu karbohidrat yang tersusun dari makanan yang terfosforilas (Dewi, 2020).

Khamir ini bersifat fakultatif anaerobik yang mengandung 68-83% air, nitrogen, karbohidrat, lipid, vitamin, mineral dan 2,5-14% kadar N total. Cara hidupnya kosmopolitan atau mampu hidup di berbagai tempat dan mudah dijumpai pada permukaan buah-buahan, nektar bunga dan dalam cairan yang mengandung gula, namun ada pula yang ditemukan pada tanah dan serangga. Selain kosmopolitan, *Saccharomyces cerevisiae* ini dapat pula hidup secara saprofit maupun bersimbiosis (Dewi, 2020). *Saccharomyces cerevisiae* paling umum digunakan dalam industri makanan terutama dalam pembuatan roti dan produksi minuman beralkohol (Fardiaz dalm Puspita et al., 2020).

2.2.3. Taksonomi *Saccharomyces cerevisiae*

Menurut GBIF Data Portal (2019), klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Subfilum	: Saccharomycotina
Kelas	: Saccharomycetes
Ordo	: Saccharomycetales
Famili	: Saccharomycetaceae
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Spesies	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>



Gambar 2.1. *Saccharomyces cerevisiae* (GBIF, 2021)

2.3. Biosorpsi

Biosorpsi merupakan suatu proses pengikatan kation secara pasif menggunakan mikroorganisme hidup atau mati yang dapat mengurangi toksisitas logam (Khoirunnisa & Senam, 2017). Proses biosorpsi ini dapat terjadi karena adanya material biologi yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat dengan afinitas yang tinggi sehingga mudah terikat pada biosorben (Adhani & Husaini, 2017). Zhang et al., (2016) menjelaskan bahwa biosorben merupakan biomassa yang melakukan penyerapan dan mengakumulasi ion-ion logam, sedangkan bahan yang diserap disebut adsorben, dan fase penyerapan disebut absorbat.

Beberapa biosorben yang dapat digunakan dalam penanganan limbah adalah serbuk gergaji, hasil samping pertanian, limbah industri makanan, bakteri, mikroalga, dan rumput laut. Keunggulan biosorben ini adalah mudah didapat, ramah lingkungan, dan dapat diperbaharui (Bijang et al., 2018) dan menurut

(Setiawan et al., 2019) penggunaan yeast atau khamir juga dapat digunakan sebagai biosorben.

2.3.1. Penyerapan Logam Berat

Cara pengambilan logam berat dapat dibagi menjadi dua yaitu secara *passive up take* dan *active up take*. Penyerapan pasif (*passive uptake*) dikenal dengan nama biosorpsi. Proses ini terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel yang dapat dilakukan dengan dua cara yang berbeda. Pertama pertukaran ion, terjadi pertukaran ion logam yang berada di sekitar permukaan sel dengan ion monovalen dan divalent seperti Na, Mg, dan Ca, dan yang kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksil, phosphate, hidroksil- karboksil yang berada pada dinding sel.

Penyerapan logam berat juga dapat terjadi secara *active uptake*, yang terjadi pada berbagai tipe sel hidup. Mekanisme ini secara simultan terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme atau akumulasi intraseluler ion logam berat tersebut. Proses ini tergantung dari energi yang terkandung dan sensitifitasnya terhadap parameter-parameter yang berbeda seperti pH, suhu, kekuatan ikatan ionik, cahaya. Selain itu, proses ini juga dapat dihambat oleh suhu yang rendah, tidak tersedianya sumber energi dan penghambat metabolisme sel (Dewi, 2020).

2.3.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas biosorpsi yang menggunakan khamir

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas biosorpsi yang menggunakan khamir (Bahafid et al., 2017) diantaranya:

1) Spesies khamir

Spesies khamir yang berbeda menunjukkan sifat permukaan sel dan komposisi dinding sel yang berbeda, yang menyebabkan diferensiasi dalam kemampuan biosorpsi, afinitas dan kekhususan interaksi.

2) Pertumbuhan, usia biomassa, dan nutrisi

Pertumbuhan, usia biomassa, dan nutrisi juga dapat mempengaruhi variabilitas ukuran sel, komposisi dinding sel dan pembentukan produk ekstraseluler. Ditemukan bahwa komposisi dinding sel dan kandungan polisakarida dapat bervariasi lebih dari 50% dengan sifat sumber karbon, batasan nitrogen, suhu dan aerasi dan pH dan dengan cara budidaya sel

3) Suhu

Suhu dianggap sebagai salah satu faktor penting dalam proses biosorpsi. Dilaporkan bahwa reaksi adsorpsi sebagian besar bersifat eksotermik dan peningkatan adsorpsi dengan penurunan suhu. Dengan demikian, kapasitas biosorpsi yang lebih baik untuk Ni dan Pb oleh *S. cerevisiae* diamati pada suhu rendah (25 ° C) dan ditemukan berkurang saat suhu dinaikkan menjadi 40 ° C

4) pH

Biosorpsi logam juga sering terbukti sangat bergantung pada pH. Pada sebuah penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pH larutan mempengaruhi kimia larutan logam, aktivitas gugus fungsi dalam biomassa dan persaingan ion logam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sel ragi *S. cerevisiae* mampu menghilangkan logam berat antara pH 5.0 dan 9.0.

5) Hidrofobisitas permukaan sel

Hidrofobisitas permukaan sel juga dapat mempengaruhi kapasitas biosorpsi, memfasilitasi ikatan hidrofobik. Pada sebuah penelitian yang telah dilakukan melaporkan bahwa hidrofobisitas relatif yang lebih rendah dan muatan permukaan negatif yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan ketersediaan yang lebih baik dari gugus polar/bermuatan seperti karboksil dan mannosilfosfat pada permukaan sel ragi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah Literature Review. Studi literature review adalah cara yang dipakai untuk mengumpulkan data atau sumber yang berhubungan pada sebuah topik tertentu yang bisa didapat dari berbagai sumber jurnal.

3.2. Strategi Pencarian

Sumber pencarian literature adalah Google scholar dan Perpustnas, waktu pencarian Januari-Februari, kata kunci yang digunakan adalah “Biosorpsi logam berat kromium pada limbah elektroplating menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* ” Artikel atau jurnal yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi diambil untuk selanjutnya dianalisis. Literature Review ini menggunakan literatur terbitan tahun 2015-2020, dapat diakses fulltext. Kriteria jurnal yang direview adalah artikel jurnal penelitian berbahasa Indonesia dan Inggris, subjek sampel dan jenis jurnal artikel penelitian bukan literature review.

3.3. Kriteria Inklusi dan Kriteria Eklusi

Untuk menentukan kriteria inklusi dan eksklusi pada penelitian literature review ini, penulis menentukan perumusan pernyataan yang detail menggunakan teknik PICO, sehingga PICO dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Populasi (*Population*)

Populasi pada penelitian ini adalah logam berat kromium.

b. intervensi (*Intervention*)

Intervensi utama yang ditelaah pada penelitian ilmiah ini adalah *Saccharomyces cerevisiae*.

c. Perbandingan (*Comparison*)

Tidak ada pembandingan.

d. Hasil Ukur (*Outcome*)

Yang di ukur dalam penelitian ilmiah ini adalah penurunan kadar logam berat kromium pada limbah industri elektroplating.

Kriteria inklusi dan eklusi pada penelitian ini adalah:

3.3.1. Kriteria Inklusi

1. Jurnal penelitian yang berkaitan dengan biosorpsi logam berat Cr pada limbah electroplating menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Jurnal terbitan 5 tahun terakhir (2015-2020).
3. Jurnal menggunakan Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris
4. Jurnal dengan full text

3.3.2 Kriteria eklusi

1. Jurnal review artikel
2. Jurnal yang terbitan dibawah tahun 2015
3. Jurnal yang menggunakan metode secara fisika atau kimia
4. Jurnal yang menggunakan bakteri atau alga

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menurunkan kadar logam berat kromium pada limbah elektroplating. Hasil dari pengumpulan jurnal telah didapatkan 3 jurnal yang mengetahui kriteria inklusi yang terindeks dari Google Scholar.

Tabel 4.1 Jurnal Penelitian *Literature Review*

No	Nama Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Sampel	Jenis Penelitian	Hasil Penelitian	Laman
1	Resna Rauda Pratiwi, Shinta Elystia, Sri Rezeki Muria (2017)	Biosorpsi Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Biomassa Ragi Roti (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	Limbah cair industri elektroplating	Eksperimen	Mampu menurunkan kadar logam berat Cr sebesar 54,7% dengan efesiensi terendah sebesar 21,65%	https://media.neliti.com/media/publications/199856-biosorpsi-kromium-cr-pada-limbah-cair-in.pdf

2	Suci Rizki Nurul Aeni, Ni'matul Murtafi'ah, Handarini	Chromium (VI) Heavy Metals Biosorption In Citarum River Water Sample Using <i>Saccharomyces</i> <i>Cerevisiae</i> And <i>Rhizopus Oryzae</i> Biomass	Air Sungai Citarum	Eksperimen	Mampu menurunkan kadar logam berat kromium sebesar 84.872%	https://doi. org/10.242 52/bio.v8i 2.12274
3	Andrea De Rossi, Magli Rejane Rigon, Munise Zaparoli, Rafael Dalmas Braidó, Luciane Maria Colla, Guilherme Luiz Dotto, Jeferson Steffanello Piccin	Chromium (VI) Biosorption By <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i> Subjected To Chemical And Thermal Treatments	Air Limbah Yang Mengand ung Cr (VI)	Eksperimen	Mampu menurunkan kadar logam berat Cr sebesar 99.66% dengan persentase terendah sebesar 59.87%	https://doi. org/10.100 7/s11356- 018-2377- 4

4.2. Pembahasan

Pada jurnal pertama yang dilakukan oleh (Elystia et al., 2018) sampel yang digunakan berasal dari limbah cair industri elektroplating X kota Pekanbaru dengan konsentrasi logam kromium (Cr) sebesar 27,0198 ppm yang di uji menggunakan AAS. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat kromium. Hasil tertinggi sebesar 54,7% dengan berat biosorben 0.75 gr, ukuran 80 mesh dan waktu kontak 4 jam dan terendah yaitu 21,65% dengan berat biosorben 0.25 gr, ukuran mesh 140 mesh dan waktu kontak 1 jam. Mesh adalah jumlah lubang yang terdapat pada luasan satu inchi persegi jaring/kasa yang bisa dilalui oleh material padat, jika dinyatakan dalam milimeter maka angka yang ditunjukan merupakan besar material yang diayak (Ifmalinda et al., 2019).

Penelitian ini menggunakan berat biosorben, ukuran mesh, dan waktu kontak yang berbeda-beda dengan konsentrasi kromium 26 ppm pada pH 3,5 dan suhu 25°C. Variasi berat biosorben yang digunakan yaitu 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr dan hasil efesiensi tertinggi didapatkan dengan menggunakan variasi 0,75 gr. (Mahmoud & Mohamed, 2017) mengemukakan bahwa dengan bertambahnya berat biosorben, persentase efesiensi juga akan semakin meningkat karena jumlah situs yang tersedia pada permukaan biosorben untuk mengikat logam berat semakin meningkat pula, sehingga hal tersebut dapat menghasilkan efesiensi yang tinggi. Variasi mesh yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu 80, 100, dan 140 mesh dan hasil tertinggi didapatkan pada ukuran mesh 80. Hal ini berlawanan dengan teori yang menyebutkan bahwa semakin besar ukuran mesh yang berarti semakin kecil

ukuran pori maka semakin besar kemampuan biosorben tersebut dalam menyerap biosorbat, namun dalam kondisi penelitian ini semakin kecil ukuran mesh yang mengindikasikan semakin besar ukuran pori, semakin besar efisiensi yang di dapatkan. (Utomo, 2014) mengemukakan bahwa ukuran mesh besar atau ukuran partikel lebih kecil memiliki tingkat kepadatan yang tinggi sehingga masing-masing partikel saling menutupi satu sama lain dan akhirnya biosorben tidak terserap dengan baik. Variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 1, 2, 3, 4 jam dan hasil terbaik di dapatkan pada waktu kontak 4 jam.

Pada penelitian yang kedua yang dilakukan oleh (Rizki & Aeni, 2020) menggunakan sampel yang berasal dari sungai Citarum di dua lokasi desa yang berbeda yaitu desa Nanjung dan desa Pangauban. Dijelaskan bahwa sungai Citarum dianggap sebagai sungai terkotor di dunia pada tahun 2018, ditandai dengan basin (cekungan sedimen) yang terletak berdekatan dengan beberapa industri tekstil dan elektroplating. Hal ini diakibatkan karena tingginya pertumbuhan sektor industri akan tetapi kurangnya pengelolaan terhadap limbah, sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan sekitar diantaranya adalah sungai Citarum yang terkena limbah kromium yang berasal dari industri tersebut. Konsentrasi awal logam kromium yang terdapat pada sampel tersebut cukup rendah yaitu 1.679 mg/L (desa Nanjung) 1.548 mg/L (desa Pangauban)

Penelitian ini dilakukan dengan variasi berat biosorben yang berbeda-beda yaitu 250, 500, dan 750 μ *Saccharomyces cerevisiae* yang kemudian diputar pada kecepatan 250 rpm, 750 rpm dan 1500 rpm. Waktu kontak dan pH yang digunakan pada penelitian ini tidak disebutkan secara spesifik sehingga tidak diketahui berapa

waktu kontak dan pH yang digunakan. Hasil optimum yang didapatkan adalah pada sampel yang berasal dari desa Nanjung dengan menggunakan 750 μ suspensi *Saccharomyces cerevisiae* yang diputar pada kecepatan tertinggi yaitu dengan persentase 84.872%. Kandungan logam kromium pada jurnal ini diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 525 nm.

Pada jurnal ketiga yang dilakukan oleh (Rossi et al., 2018) sampel yang digunakan tidak dijelaskan secara spesifik berasal dari mana, akan tetapi pada bagian abstrak dikatakan bahwa *S. cerevisiae* mampu menghilangkan 99.66% Cr (VI) dari limbah dengan biosorpsi. Pada penelitian ini konsentrasi awal yang digunakan adalah 10 mg/L, 50 mg/L dan 90 mg/L. pH yang digunakan yaitu 5, 7 dan 9 dan waktu kontak yang digunakan pada penelitian ini adalah 1, 2, dan 3 jam. Hasil tertinggi pada penelitian ini adalah 99.66% didapatkan dengan menggunakan pH 5.0, kontak waktu 3 jam dengan konsentrasi awal kromium 90 mg/L. Sedangkan pada pH 9.0 didapatkan hasil yang lebih rendah yaitu 59.87%. Hal ini di jelaskan pada jurnal tersebut bahwa ketika pH menurun, dinding sel menjadi bermuatan positif, menolak ion positif dan menarik ion negatif sehingga meningkatkan kapasitas biosorpsi. Ikatan proton pada permukaan sel meningkat pada pH rendah, sehingga memberikan muatan positif pada biosorben. Biosorben kationik ini sekarang menarik anion seperti kromat (CrO_4^{2-}) dan bentuk anionik krom (VI).

Ketiga jurnal diatas mampu membuktikan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat kromium diatas 50%. Jurnal pertama didapatkan hasil 54.7%, jurnal kedua didapatkan hasil 84.872% sedangkan pada jurnal ketiga didapatkan hasil 99.66%. Hasil dari ketiga jurnal

tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu kontak, berat biosorben, ukuran mesh, pH ataupun konsentrasi awal kromium. Pada jurnal ketiga dijelaskan bahwa konsentrasi awal kromium dapat mempengaruhi hasil. Ketika konsentrasi yang tinggi, kromium cenderung mengendap dipermukaan biosorben. Hal ini terjadi karena kromium diangkut dari daerah dengan konsentrasi yang lebih tinggi (permukaan biosorben) ke daerah dengan konsentrasi yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah biosorben yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kapasitas untuk menghilangkan sejumlah besar kromium (VI).

Selain itu waktu kontak juga termasuk salah satu faktor dalam mempengaruhi hasil biosorpsi, waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan biosorben untuk menyerap ion logam berat secara optimal. Semakin lama waktu kontak maka akan semakin lama waktu tumbukan dan interaksi antara biosorben dengan ion logam berat kromium (Adriansyah et al., 2018). Meningkatnya waktu kontak menyebabkan semakin banyak situs aktif biosorben yang mengikat ion logam sehingga terjadi kesetimbangan yang mengindikasikan bahwa situs aktif telah jenuh dan menyebabkan tidak menambah persen adsorpsi ion logam. Persentase biosorpsinya cenderung menurun setelah melewati titik jenuh (Elystia et al., 2018).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian literature review pada 3 jurnal penelitian mengenai “Biosorpsi Logam Berat Kromium Pada Limbah Electroplating Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*” maka dapat disimpulkan bahwa khamir *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat kromium dengan persentase diatas 50 % pada proses biosorpsi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil simpulan diatas, saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar dapat menggunakan variable yang berbeda untuk mengetahui variable yang mana yang memperoleh hasil yang terbaik dalam menurunkan kadar logam berat kromium menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada proses biosorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia* (S. Kholishotunnisa (ed.)). Llambung mangkurat university press.
- Adriansyah, R., Restiasih, E. N., & Meileza, N. (2018). *BIOSORPSI ION LOGAM BERAT Cu(II) DAN Cr(VI) MENGGUNAKAN BIOSORBEN KULIT KOPI TERXANTHASI*. 2(2), 114–121.
- Agustina, T. E., Faizal, M., Aprianti, T., Teguh, D., Aditya, M., Putra, I. G., Prayesi, M. R., & Fitrializa, U. (2018). Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Hexavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit Treatment of Wastewater Containing Hexavalent Chromium Using Fenton Reagent and Zeolite Ceramic Adsorbent. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 13(1), 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.23955/rkl.v13i1.10109> Pengolahan
- Aji, A. C., Masykuri, M., & Mohammad, R. (2019). Fitoremediasi Logam Kromium Di Tanah Sawah Dengan Rami (Boehmeria Nivea) Dan Environmental Health Agriculture System. *Bioeksperimen*, 5(2), 61–69. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v5i1.2795>
- Ayangbenro, A. S., & Babalola, O. O. (2017). A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments : A Review of Microbial Biosorbents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 2–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph14010094>

Badan POM RI, Megenal Logam Berat.-Jakarta, 2010.

Bahafid, W., Joutey, N. T., Asri, M., Sayel, H., Tirry, N., & Ghachtouli, N. El. (2017). *Yeast Biomass : An Alternative for Bioremediation of Heavy World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher*. 269–289. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70559>

Berniyanti, T. (2018). *Biomarker toksisitas paparan logam tingkat molekuler*. Pusat penerbitan dan percetakan universitas airlangga.

Bijang, C. M., Latupeirissa, J., & Ratuhanrasa, M. (2018). *BIOSORPSI ION LOGAM TEMBAGA (Cu^{2+}) PADA BIOSORBEN RUMPUT LAUT COKLAT (*Padina australis*) Biosorption of Copper Metal Ions (Cu^{2+}) on Brown Seaweed (*Padina australis*) Biosorbent*. 6(1), 26–37.

Bilal, M., Rasheed, T., Sosa-Hernández, J. E., Raza, A., Nabeel, F., & Iqbal, hafiz M. N. (2018). Biosorption : An Interplay between Marine Algae and Potentially Toxic Elements — A Review. *Marine Drugs*, 16(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/md16020065>

Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heliyon Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(August), 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>

Dewi, E. R. S. (2020). Bioremediasi Mikroorganisme Sebagai Fungsi Bioremediasi pada Perairan Tercemar. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* (Vol. 53, Issue 9). <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf%0Aht>

[tps://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12](https://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12)

Diana, Lady, & Lasmini, T. (2016). *Isolasi dan Identifikasi Khamir Selulolitik Dari Tanah Rizosfer Anggrek Puser Bumi (Pecteilis susannae L .) di Hutan Wonosadi Gunung Kidul DIY*. 4(1), 21–28.

Dimawarnita, F., Suharyanto, Tri-Panji, Richana, N., & Zainudin, A. (2015). Biosorpsi ion tembaga dalam limbah tailing menggunakan jamur pelapuk putih amobil. *Menara Perkebunan*, 83(1), 27–36.

Elystia, S., Putri, R. R., & Muria, S. R. (2018). Biosorpsi Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Biomassa Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*). *Jurnal Dampak*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.25077/dampak.15.1.1-6.2018>

Fadly, M. S., Iqbal, M., & Magga, R. (2019). efek variasi arus dan waktu pecelupan pada proses electroplating plat baja komersil terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi. *Jurnal Mekanikal*, 10(1), 906–917.

GBIF Data Portal (2019). *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen, 1838). Diakses dari: <https://doi.org/10.15468/39omei> pada 19-04-2021.

GBIF Data Portal (2021). *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E.C.Hansen, 1883). Diakses dari: <https://doi.org/10.15468/39omei> pada 04-05-2021.

Hafsan. (2011). *Mikrobiologi umum* (M. Khalifah Mustami (ed.)). Alauddin

University Press.

- Ifmalinda, Andasuryani, & Lubis, R. H. (2019). Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik tepung Salak Sidimpuan (*Salacca sumatrana*). *Teknik Pertanian Lampung*, 8(4), 256–264. <https://doi.org/DOI:http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8.i4.256-264>
- Indra, Armid, A., & Takwir, A. (2020). *Distribusi Logam Berat Mangan (Mn) Pada Air Laut Permukaan Di Perairan Teluk Staring Sulawesi Tenggara*. 5(1), 89–98.
- Khoirunnisa, A., & Senam. (2017). PENGARUH INTERFERENSI ION KADMIUM (Cd^{2+}) TERHADAP BIOSORPSI ION TIMBAL (Pb^{2+}) OLEH SEL RAGI *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Kimia Dasar Volume*, 6(2), 53–59.
- Kim, H. S., Kim, Y. J., & Seo, Y. R. (2015). An Overview of Carcinogenic Heavy Metal: Molecular Toxicity Mechanism and Prevention. *Journal of Cancer Prevention*, 20(4), 232–240. <https://doi.org/10.15430/jcp.2015.20.4.232>
- Kristianto, S., Wilujeng, S., & Wahyudiarto, D. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulang Pencemaran Di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, 3(2), 66–70.
- Kurniawati, S., Nurjazuli, & Raharjo, M. (2017). Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr^{VI}) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Aliran Sungai Garang Kota Semarang. *Higine*, 3(3), 152–160.

- Lubis, S. S. (2019). Bioremediasi logam berat oleh fungi laut. *AMINA*, 1(2), 91–102.
- M, P., & M, I. (2018). Karakterisasi dan Klasifikasi Numerik Khamir Madu Hutan dari Sulawesi Tengah. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(2), 112–127.
- Mahmoud, M. S., & Mohamed, S. A. (2017). Calcium alginate as an eco-friendly supporting material for Baker ' s yeast strain in chromium bioremediation. *HBRC Journal*, 13(3), 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2015.06.003>
- Murdikaningrum, G., Kencanawati, K., & Hermawan, W. (2019). Sistem Pengolahan Air Limbah Elektroplating Berbasis Nikel. *Jurnal Sains Dan Teknik*, 1(2), 57–68. <http://ejournal.uicm-unbar.ac.id/index.php/sainteks/>
- Pandia, S., Purba, E., Hasan, W., & Irhamni. (2017). Serapan Logam Berat Esensial dan Non Esensial pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Serambi Engineering*, II(3), 134–140.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah
- Prasetyaningrum, A., & Dharmawan, Y. (2018). *Aplikasi teknologi elektrokoagulasi pada pengolahan limbah industri elektroplating sebagai upaya menghasilkan produksi kerajinan logam berbasis green technology*. 12(1), 37–44.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., & Dewi, K. P. (2019). Pengolahan limbah cair industri elektroplating dengan fitoremediasi menggunakan azolla microphylla. *Jurnal*

Teknologi, 12(1), 54–62. <http://ejournal.uicm-unbar.ac.id/index.php/sainteks/>

Puspawati, N., Mardiyono, & Mahayana, A. (2014). Pemanfaatan Mikroba Jamur untuk Mengatasi Pencemaran Logam Berat Berbahaya pada Limbah Cair Industri. *Biomedika*, 7(2), 21–27.

Puspita, D., Nadia, E., Immanuela, E., & Titania, M. C. (2020). Isolasi , Identifikasi dan Uji Produksi Yeast yang Diisolasi Dari Nira Kelapa. *BIOSFER*, 5(1), 1–5.

Rizki, S., & Aeni, N. (2020). *Chromium (VI) Heavy Metal Biosorption in Citarum River Water Sample Using Saccharomyces cerevisiae and Rhizopus oryzae Biomass*. 8(2), 119–125.

Rossi, A. De, Rigon, M. R., Zaparoli, M., Braidò, R. D., Colla, L. M., Dotto, G. L., & Piccin, J. S. (2018). *Chromium (VI) biosorption by Saccharomyces cerevisiae subjected to chemical and thermal treatments*. VI.

Setiawan, A., Basyiruddin, F., & Dermawan, D. (2019). Biosorpsi Logam Berat Cu (II) Menggunakan Limbah Saccharomyces Cerevisiae. *Jurnal Presipitasi*, 16(1), 29–35.

Setiawan, H., & Subiandono, E. (2015). Konsentrasi logam berat pada air dan sedimen di perairan pesisir provinsi sulawesi selatan (Heavy Metals Concentrations in Water and Sediment at Coastal Waters of South Sulawesi Province). *Forest Rehabilitation Journal*, 3(1), 67–79.

Suryaningsih, V., Ferniah, R. S., & Kusdiyantini, E. (2018). Karakteristik

- Morfologi, Biokimia, Dan Molekuler Isolat Khamir Ik-2 Hasil Isolasi Dari Jus Buah Sirsak (*Annona Muricata* L.). *Jurnal Biologi*, 7(1), 18–25.
- Syaifullah, M., Candra, A. yuniar, Soegianto, A., & Irawan, B. (2018). kandungan logam non esensial (Pb , Cd dan Hg) dan logam esensial (Cu , Cr dan Zn) pada sedimen di perairan Tuban, Gresik dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan*, 11(1), 69–74.
- Utomo, S. (2014). *Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Kulit Singkong Dengan Aktivator NaOH*. November.
- Wulaningtyas, F. A. (2018). Karakteristik Pekerja Kaitannya Dengan Kandungan Kromium Dalam Urine Pekerja Di Industri Kerupuk Rambak X Magetan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 127–137.
- Yuliati, L. (2018). tingkat pencemaran logam berat khromium vi (cr vi) pada air sumur (studi kasusdi home industri poles dan chrom “x” kelurahan bumi ayu kota malang). *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, 07(01), 41–46.
- Zhang, X., Zhao, X., Wan, C., Chen, B., & Bai, F. (2016). Efficient biosorption of cadmium by the self- fl occulating microalga *Scenedesmus obliquus* AS-6-1. *Algal Research*, 16, 427–433. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.04.002>

Lampiran 1

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Maelan Haq An Najiah atau biasa dipanggil Melan, lahir di Bandung pada tanggal 10 September 1998. Penulis bertempat di Kp. Tipar RT/RW 003/002 Desa Wanajaya, Kec. Wanaraja, Kab. Garut. Penulis merupakan anak kedua dari lima Bersaudara dari pasangn Bapak Atep Aminudin Aziz dan Ibu Jeni Sunandar.

Penulis mengawali Sekolah Dasar di SDIT Nurul Aiman. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di Mts Persis 212 Kudang. Penulis melanjutkan Sekolah Menegah Atas di MA Persis Kota Bandung. Lalu sekarang penulis melanjutkan kuliah di STIKes Karsa Husada Garut mengambil program studi DIII Analis Kesehatan.

Lampiran 2

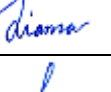
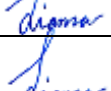
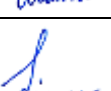
LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

NAMA : MAELAN HAQ AN NAJIAH

NIM : KHGE18076

JUDUL : Biosorpsi Logam Berat Kromium Pada Limbah Elektroplating
Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

PEMBIMBING : Lia Mar'atiningsih, S.Tr.Kes

NO	Tanggal	Materi Yang Dikonsulkan	Paraf Mahasiswa	Paraf Pembimbing
1	15-09-2020	Diskusi topik penelitian		
2	29-01-2021	Menentukan judul		
3	22-02-2021	Pengajuan BAB I, BAB II, BAB III		
4	28-03-2021	Revisi BAB I, BAB II, BAB III		
5	20-04-2021	Revisi BAB I, BAB II, BAB III		
6	04-05-2021	Revisi BAB II		
7	05-05-2021	Revisi BAB II		
8	10-05-2021	Pengajuan Seminar Proposal		
9	9-10-2021	Pengajuan BAB IV, BAB V		
10	16-10-2021	Revisi BAB IV, BAB V		
11	23-10-2021	Sidang KTI		