

**BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM ARTIFISIAL
DENGAN BIOSORBEN *DEAD CELL* BAKTERI *Bacillus
nitratireducens* PADA *BATCH REACTOR***

SKRIPSI



WAHYU SETIAWAN

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM ARTIFISIAL
DENGAN BIOSORBEN *DEAD CELL* BAKTERI *Bacillus
nitratireducens* PADA BATCH REACTOR**

SKRIPSI



WAHYU SETIAWAN

**PROGRAM STUDI SI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM ARTIFISIAL
DENGAN BIOSORBEN *DEAD CELL* BAKTERI *Bacillus
nitratireducens* PADA *BATCH REACTOR***

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Bidang Teknik Lingkungan pada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

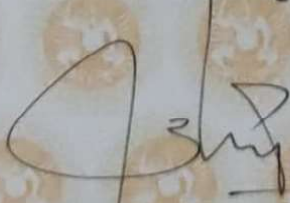
Oleh:

Wahyu Setiawan

NIM. 081811133034

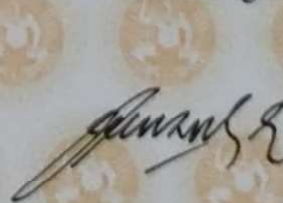
Disetujui Oleh,

Pembimbing I,



Drs. Trisnadi Widyaeksono C. P., M.Si.
NIP. 196312151989031002

Pembimbing II,



Muhammad Fauzul Imron, S.T, M.T.
NIP. 199408072018083101

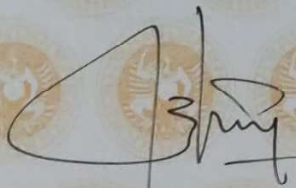
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Biosorpsi Logam Berat Kromium Artifisial dengan
Biosorben *Dead Cell* Bakteri *Bacillus nitratreducens*
pada *Batch Reactor*
Penyusun : Wahyu Setiawan
Nomor Induk : 081811133034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Pembimbing 1 : Drs. Trisnadi Widyaeksono C. P., M.Si.
Pembimbing 2 : Muhammad Fauzul Imron, S.T, M.T.

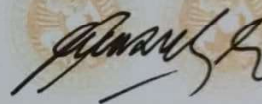
Disetujui Oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Drs. Trisnadi Widyaeksono C. P., M.Si.
NIP. 196312151989031002

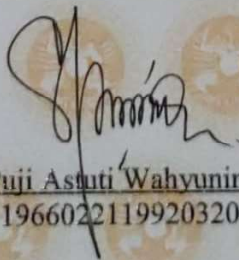


Muhammad Fauzul Imron, S.T., M.T.
NIP. 199408072018083101

Mengetahui,

Ketua Departement Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Koordinator Program Studi
S1 Teknik Lingkungan



Prof. Dr. Sri Puji Astuti Wahyuningsih, M.Si.
NIP. 196602211992032001

Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA.
NIP. 197508302008121001

SURAT KETERANGAN

No. 10/TL/PS.2022.9

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA

NIP : 197508302008121001

Jabatan: KPS TL

menyatakan telah menyetujui naskah skripsi dari mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Wahyu Setiawan

NIM : 081811133034

Judul skripsi : Biosorpsi Logam Berat Kromium Artifisial dengan Biosorben Dead Cell
Bakteri *Bacillus nitratireducens* pada Batch Reactor

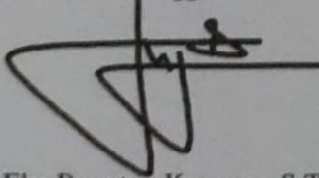
Tanggal ujian : 15 Agustus 2022

Lembar pengesahan naskah skripsi akan ditandatangani setelah KPS TL Universitas Airlangga berada di tempat.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipergunakan untuk keperluan yudisium.

KPS TL

Universitas Airlangga



Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA

NIP. 197508302008121001

LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

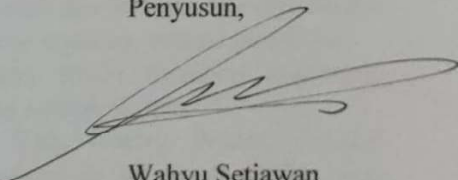
Naskah skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus dengan seizin penyusun dan atau harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah dan kelaziman mensitir atau menyalin pendapat penulis lainnya. *Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.*

PRAKATA

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, penyusun mengucapkan syukur kepada Allah sehingga dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“Biosorpsi Logam Berat Kromium Artifisial dengan Biosorben *Dead Cell* Bakteri *Bacillus nitratireducens* pada *Batch Reactor*”**. dengan semaksimal mungkin. Naskah skripsi ini disusun sebagai pemenuhan syarat wajib kelulusan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Airlangga. Naskah skripsi ini berisi enam bagian utama yang disusun atas bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.

Naskah skripsi ini disusun sesuai ketentuan teknis penyusunan skripsi yang telah diatur oleh Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Dalam penyusunan naskah skripsi ini, penyusun menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna. Penyusun berharap dapat diberikan masukan untuk perbaikan dan naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2022
Penyusun,



Wahyu Setiawan

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penyusun panjatkan atas rahmat Allah SWT, sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi ini. Penyusunan naskah skripsi ini tentu tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Sri Puji Astuti W, M.Si., selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
2. Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Lingkungan yang telah memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
3. Drs. Trisnadi Widyaleksono, C. P., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan terkait penyusunan naskah skripsi.
4. Muhammad Fauzul Imron, S.T., M.T., selaku mentor dan dosen pembimbing II yang telah membantu pembiayaan penelitian dan memberikan bimbingan, saran, masukan serta dukungan terkait penyusunan naskah skripsi.
5. Drs. Agus Supriyanto, M.Kes., selaku dosen penguji III yang telah memberikan saran dan masukan terkait penyusunan naskah skripsi.
6. Dr. Fatimah, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji IV yang telah memberikan banyak saran dan masukan terkait penyusunan naskah skripsi.
7. Seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan banyak ilmu dan arahan dalam setiap kegiatan penyusunan naskah skripsi.
8. Bapak Wiro Handoyo dan Ibu Giniati selaku orang tua penyusun yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan semangat selama penyusunan naskah skripsi.
9. Tim biosorpsi yaitu Azra Rhea Darmawati dan Rezhyta Nahatya Shalva yang telah membantu dan memberi saran masukan selama penelitian.
10. Indri Aninda R selaku partner yang selalu memberi dukungan, semangat, dan saran terkait penyusunan naskah skripsi.
11. Giovanni Ivo, Primaldo Marmora Haq, Gherry Wisnu, Aldiyan Darydiksa, Riyandi Ardiyansyah, dan Giga Fu'ad selaku sahabat yang selalu mendengarkan keluh kesah, menemani penyusun dan memberikan dukungan dari awal perkuliahan hingga penyusunan naskah skripsi.
12. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam penyusunan naskah skripsi hingga selesai.

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Wahyu Setiawan
NIM : 08181113034
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Universitas : Universitas Airlangga
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi yang berjudul:

**BIOSORPSI LOGAM BERAT KROMIUM ARTIFISIAL DENGAN
BIOSORBEN *DEAD CELL* BAKTERI *Bacillus nitratireducens* PADA
BATCH REACTOR**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Juli 2022

Penyusun,



Wahyu Setiawan
NIM 081811133034

Setiawan, Wahyu., 2022. Biosorpsi Logam Berat Kromium Artifisial dengan Biosorben *Dead Cell* Bakteri *Bacillus nitratireducens* pada *Batch Reactor*. Skripsi ini di bawah bimbingan Drs. Trisnadi Widayaleksono C. P., M.Si. dan Muhammad Fauzul Imron, S.T., M.T. Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

ABSTRAK

Logam berat kromium merupakan salah satu logam berat yang dihasilkan dalam limbah industri. Logam berat tersebut cukup berbahaya bagi lingkungan. Salah satu metode untuk mengurangi kadar tercemarnya logam berat yaitu dengan menggunakan metode biosorpsi. Proses biosorpsi dapat dilakukan melalui beberapa perantara biosorben, salah satunya dengan menggunakan biosorben bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase efisiensi penyisihan biosorpsi, kapasitas total, dan mekanisme dominan penyerapan logam berat kromium dengan biosorben *dead cell* bakteri *Bacillus nitratireducens*. Variasi konsentrasi yang digunakan yaitu 25 mg/L, 50 mg/L, dan 100 mg/L. Biosorben yang digunakan pada penelitian ini adalah biosorben *dead cell* bakteri *B. nitratireducens* yang telah dikeringkan di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105° C. Analisis statistik yang digunakan yaitu uji anova dan dilanjutkan dengan uji *duncan*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan efisiensi penyisihan logam berat pada tingkat konsentrasi yang berbeda, adanya perbedaan kapasitas total ion kromium pada tingkat konsentrasi yang berbeda, serta adanya perbedaan antara mekanisme adsorpsi dan absorpsi pada tingkat konsentrasi yang berbeda. Efisiensi penyisihan kromium tertinggi terjadi pada konsentrasi 100 mg/L dengan efisiensi sebesar $82,87 \pm 0,1 \%$. Kapasitas kromium tertinggi terjadi pada konsentrasi 100 mg/L dengan kapasitas sebesar $8,29 \pm 0,01$ mg/g. Mekanisme penyisihan kromium lebih dominan mekanisme absorpsi dibandingkan dengan mekanisme adsorpsi dengan kapasitas mekanisme absorpsi tertinggi sebesar $7,83 \pm 0,03$ mg/g dibanding kapasitas mekanisme adsorpsi tertinggi sebesar $0,6 \pm 0,02$ mg/g. Biosorben *dead cell* bakteri *B. nitratireducens* menunjukkan kemampuan untuk mengakumulasi logam berat kromium dengan mekanisme adsorpsi dan absorpsi.

Kata Kunci: Biosorben, *Dead cell*, *Bacillus nitratireducens*, Biosorpsi, Desorpsi

Setiawan, Wahyu., 2022. Biosorption of Artificial Chromium Heavy Metal with Biosorbent Dead Cell Bacteria *Bacillus nitratireducens* In Batch Reactor. This thesis is under the guidance of Drs. Trisnadi Widyaleksono C. P., M.Sc. and Muhammad Fauzul Imron, S.T., M.T. Environmental Engineering S1 Study Program, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Chromium heavy metal is one of the heavy metals produced in industrial waste. Heavy metals are quite dangerous for the environment. One method to reduce levels of heavy metal contamination is by using the biosorption method. The biosorption process can be carried out through several biosorbent intermediaries, one of which is by using bacterial biosorbents. This study aims to determine the percentage of biosorption removal efficiency, total capacity, and the dominant mechanism of absorption of heavy metal chromium with the dead cell biosorbent of *Bacillus nitratireducens* bacteria. The concentration variations used were 25 mg/L, 50 mg/L, and 100 mg/L. The biosorbent used in this study was a dead cell bacterial biosorbent of *B. nitratireducens* which had been dried in an oven for 24 hours at a temperature of 105° C. The statistical analysis used was the anova test and continued with the duncan test. The results showed that there were differences in the efficiency of heavy metal removal at different concentration levels, differences in the total chromium ion capacity at different concentrations, and differences between the adsorption and absorption mechanisms at different concentrations. The highest chromium removal efficiency occurred at a concentration of 100 mg/L with an efficiency of $82.87 \pm 0.1\%$. The highest chromium capacity occurred at a concentration of 100 mg/L with a capacity of 8.29 ± 0.01 mg/g. The absorption mechanism is more dominant than the adsorption mechanism with the highest absorption mechanism capacity of 7.83 ± 0.03 mg/g compared to the highest adsorption mechanism capacity of 0.6 ± 0.02 mg/g. Bacterial dead cell biosorbent *B. nitratireducens* showed the ability to accumulate chromium heavy metal by adsorption and absorption mechanism.

Keywords: Biosorbent, *Dead cell*, *Bacillus nitratireducens*, Biosorption, Desorption.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
PRAKATA.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Asumsi Penelitian	6
1.5 Hipotesis	6
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.7 Batasan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Logam Berat	9
2.2 Kromium.....	10
2.3 Efek dan Pengaruh Kromium dalam Kehidupan	13
2.4 Mekanisme Toleransi Logam Berat pada Bakteri	16
2.5 Biosorbption Logam Berat Kromium oleh Bakteri	17
2.6 Biosorbption dalam Pengolahan Limbah	18
2.7 Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	21
2.8 Biosorben.....	23
2.9 Mekanime biosorpsi.....	26
2.10 Faktor yang memengaruhi biosorpsi	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.1.1 Tempat Penelitian	36
3.1.2 Waktu Penelitian	37
3.2 Variabel Penelitian.....	37
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	38
3.3.1 Alat.....	38
3.3.2 Bahan	39
3.4 Kerangka Penelitian.....	39
3.5 Tahap Penelitian	40

3.5.1 Studi Literatur	40
3.5.2 Preparasi Isolat.....	40
3.5.3 Preparasi Kromium	41
3.5.4 Persiapan Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	41
3.5.5 Uji Biosorpsi Kromium oleh Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	42
3.5.6 Metode Desorpsi untuk Penentuan Adsorpsi dan Absorpsi Kromium.....	44
3.5.7 Preparasi Sampel Uji FT-IR	47
3.5.8 Analisis Statistika dengan Uji Anova dan Uji <i>Duncan</i>	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Karakteristik Biosorben <i>dead cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	49
4.1.1 Karakteristik Fisik Biosorben <i>dead cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	49
4.1.2 Karakteristik Biosorben <i>dead cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i> Berdasarkan Uji FTIR	52
4.2 Kemampuan Biosorben untuk Menyisihkan Kromium.....	54
4.2.1 Efisiensi Penyisihan Kromium	54
4.2.2 Kapasitas Biosorpsi	58
4.3 Mekanisme Biosorben dalam Penyisihan Kromium	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Sampel. (a) Layout Peta Lokasi Pengambilan Sampel. (b) Sampel Sediment Tercemar Limbah Batik	37
Gambar 3.2	Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	39
Gambar 3.3	Proses Produksi biosorben <i>dead cell</i> bakteri <i>Bacillus nitrati-reducens</i>	42
Gambar 3.4	Bagan Alir Uji Biosorpsi	44
Gambar 3.5	Bagan Alir Uji Desorpsi	46
Gambar 4.1	Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus Nitrati-reducens</i>	50
Gambar 4.2	Karakteristik Warna Biosorben Setelah Biosorpsi (a) dan Setelah Desorpsi (b)	50
Gambar 4.3	Karakteristik FTIR Biosorben (a).....	52
Gambar 4.4	Efisiensi Penyisihan Logam Berat Kromium dengan Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitrati-reducens</i> . Data Disajikan Dalam Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi.....	55
Gambar 4.5	Kapasitas Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitrati-reducens</i> Terhadap Logam Berat Kromium. Data Disajikan Dalam Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi	58
Gambar 4.6	Kapasitas mekanisme adsorpsi dan absorpsi logam Kromium oleh Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitrati-reducens</i> . Data Disajikan Dalam Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi.....	61
Gambar 4.7	Grafik FTIR Biosorben <i>Dead Cell</i> Pada Paparan Konsentrasi Kromium yang berbeda	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan <i>Live Cell</i> dan <i>Dead Cell</i>	24
Tabel 3.1 Perhitungan Jumlah Sampel Uji Biosorpsi.....	44
Tabel 3.2 Perhitungan Jumlah Sampel Uji Desorpsi.....	46
Tabel 4.1 Karakteristik Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	51
Tabel 4.2 Hasil FTIR Beberapa Biosorben	53
Tabel 4.3 Karakteristik Biosorben <i>Dead Cell</i> Bakteri <i>Bacillus nitratreducens</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ringkasan ilmiah	74
Lampiran 2. Alat dan bahan penelitian	81
Lampiran 3. Uji Anova Efisiensi Penyisihan	86
Lampiran 4. Uji Anova Kapasitas Total.....	87
Lampiran 5. Uji Anova Kapasitas Adsorpsi.....	89
Lampiran 6. Uji Anova Kapasitas Absorpsi.....	88
Lampiran 7. Lampiran Data Pribadi Penyusun	92