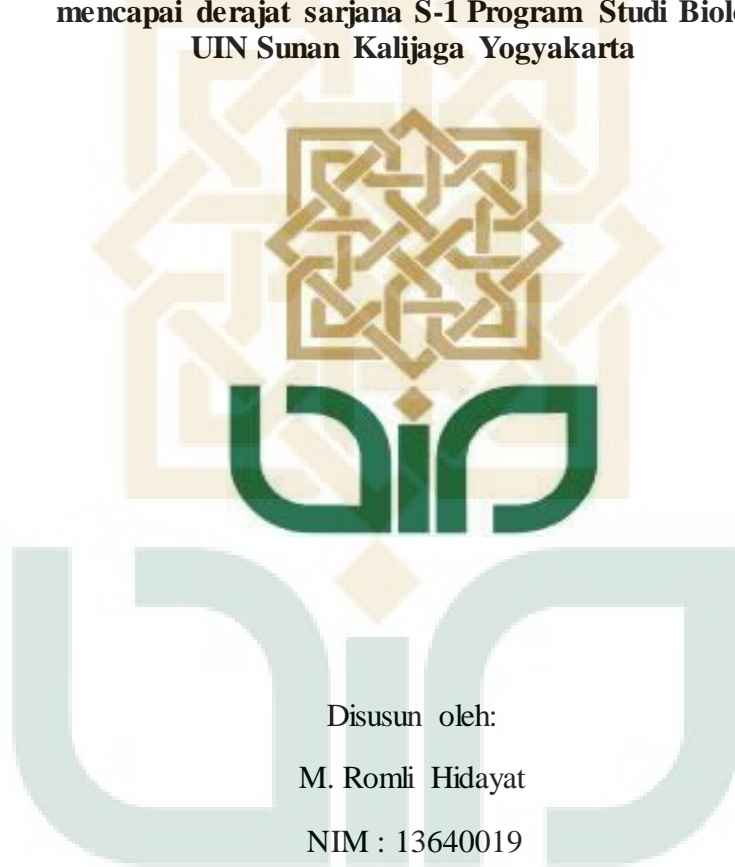


**Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen
(Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Program Studi Biologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta**



Disusun oleh:

M. Romli Hidayat

NIM : 13640019

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Romli Hidayat

NIM : 13640019

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian penulis sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuki sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 21 Februari 2020

Yang menyatakan,



Muhammad Romli Hidayat

NIM. 13640019



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Romli Hidayat

NIM : 13640019

Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Februari 2020

Pembimbing

Jumajatus Solihah, S.Si., M. Biotech.

NIP. 19760624 200501 2 007



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Romli Hidayat

NIM : 13640019

Judul Skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 24 Februari 2020

Pembimbing

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si

NIP. 19750515 200002 2 001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-949/Un.02/DST/PP.00.9/04/2020

Tugas Akhir dengan judul : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ROMLI HIDAYAT
Nomor Induk Mahasiswa : 13640019
Telah diujikan pada : Jumat, 06 Maret 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech.
NIP. 19760624 200501 2 007

Penguji I

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750515 200003 2 001

Penguji II

Prof. Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si.
NIP. 19550427 198403 2 001

Yogyakarta, 06 Maret 2020



UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Sidang, M.Si.
NIP. 19760624 200501 2 007

HALAMAN PERSEMBAHAN

SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA KELUARGAKU YANG
TELAH MEMBERIKAN SEMANGAT DAN MOTIVASI, KEPADA TEMAN-
TEMAN YANG TELAH IKUT MENEMANI DI KALA SUKA DAN DUKA,
KEPADA SEMUA YANG INGIN MEMBACA DAN MENGGALI
INFORMASI TERKAIT ISI KARYA TULIS INI, DAN KEPADA
ALMAMATER TERCINTA : BIOLOGI UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



HALAMAN MOTTO

Sukses bukan pilihan, sukses adalah suatu keharusan.

Jangan pernah berkecil hati dan berputus asa, tetap kuatkan tekad dan tawakal pada Allah yang Maha Memberi Kekuatan.



Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ وَعَلَى آلِهِ وَصَحْبِهِ
أَجْمَعِينَ أَمَا بَعْدُ

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir (skripsi) yang berjudul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan”**. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendak-Nya penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Selama penyusunan skripsi ini tentunya penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, M. A., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga beserta jajarannya.
2. Bapak Drs. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Jumailatus Solihah, M.Biotech. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, M.Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran dalam penulisan naskah skripsi.

4. Pak Doni dan Bu Ethik selaku laboran pendamping penulis yang selalu sabar dan selalu memberikan dukungan.
5. Bapak, Ibu, kakak, Adik, seluruh keluarga dan teman-teman atas do'a, kasih sayang, dan dukungan morilnya sehingga penulis tetap semangat dalam menyelesaikan skripsi.
6. Rian Hidayat, Bakhtiar Fahmi F, Arfiansyah Adi S, Akbar Satriawan, Ryadul Badiah, Naili Syarifah, Ali Mahfudzin, Ahmad Mujahid Syayaf, M. Nur Zaman, Dan teman teman biologi UIN SUKA yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan sudah menemani penulis di kala suka maupun duka.

Penulis berharap skripsi ini mampu memberi manfaat dan menjadi salah satu sumber referensi di bidang mikrobiologi dan lingkungan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu masukan-masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan guna memperbaiki kualitas dari skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta pengetahuan terutama bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 6 Februari 2010

Penulis

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan

Abstrak

Limbah batik yang dibuang ke sungai mengakibatkan sungai tercemar dan mengandung senyawa berbahaya. Beberapa kandungan berbahaya yang terkandung dalam limbah batik adalah logam berat dari jenis timbal (Pb), kadmium (Cd), arsenik (As) dan Kromium (Cr). Cr (VI) merupakan logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi dan bersifat karsinogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat dan karakter bakteri indigen dari Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan yang berpotensi mereduksi Cr (VI). Media yang digunakan untuk isolasi dan purifikasi adalah media *nutrient agar* (NA) diperkaya K_2CrO_4 0,5 mg/L. Uji resistensi dilakukan pada 13 isolat murni yang diperoleh dari sungai Asem Binatur, menggunakan media *nutrient broth* (NB) diperkaya K_2CrO_4 dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500, dan 1000 mg/L. Hasil dari uji resistensi didapatkan isolat BSA.A yang memiliki resistensi tertinggi dalam konsentrasi K_2CrO_4 1000 mg/L. Hasil uji kemampuan reduksi Cr (VI) menunjukkan bahwa isolat BSA.A dalam waktu 24 jam mampu mereduksi Cr (VI) pada konsentrasi 79,51 mg/L sebesar 93,72%, pada konsentrasi 161,67 mg/L sebesar 10,18%, dan pada konsentrasi 210,12 mg/L sebesar 3,5%. Isolat BSA.A diidentifikasi tingkat kekerabatanya dengan beberapa genus bakteri yang diketahui mampu mereduksi Cr (VI) berdasarkan kluster fenotipiknya yang mengacu pada *Bergeys' Manual of Systematic Bacteriology*. Berdasarkan metode klasifikasi *fenetik numerik* didapatkan hasil bahwa isolat BSA.A diduga anggota genus *Klebsiella*.

Keyword : Bakteri indigen, kromium heksavalen, limbah batik, resisten, reduksi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Permasalahan	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. sungai	6
B. Air Limbah Batik	9
C. Logam Berat	11
D. Kromium Heksavalen	13
E. Bakteri Indigen dalam Remediasi Lingkungan	14
F. Mekanisme Reduksi Cr (VI) oleh Bakteri	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Alat	18
B. Bahan	18
C. Pengambilan Sampel	18

D. Pengukuran Parameter Lingkungan	19
E. Isolasi Bakteri	20
F. Purifikasi Isolat Bakteri Indigen	20
G. Uji Resistensi Bakteri terhadap Logam Cr (VI)	21
H. Uji Kemampuan Bakteri Mereduksi Cr (VI)	21
I. Karakterisasi Isolat Bakteri Pereduksi Cr (VI)	22
a. Uji Morfologi Koloni	22
b. Uji Morfologi sel.....	23
c. Uji Biokimia	23
J. Identifikasi dengan <i>Profil Matching</i>	29
K. Klasifikasi Fenetik <i>Numerical Taxonomy</i>	29
a. Perhitungan Nilai Similaritas	29
b. Konstruksi Dendogram	30
BAB IV HASILDAN PEMBAHASAN	31
A. Lokasi Pengambilan Sampel	31
B. Isolat Bakteri Indigen	35
C. Uji Resistensi Isolat Bakteri	37
D. Uji Reduksi oleh Isolat Bakteri Indigen	40
E. Karakterisasi Isolat Bakteri Indigen	42
F. Identifikasi Bakteri Indigen	44
BAB V PENUTUP	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perkembangan sentra usaha batik di Kota Pekalongan tahun 2014-2017.....	1
Tabel 2. Hasil pengukuran parameter lingkungan air Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan Tanggal 28 Agustus 2018.....	32
Tabel 3. Karakter Morfologi Koloni Bakteri Resisten Cr (VI) Hasil Isolasi dari Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan.....	36
Tabel 4. Perbedaan nilai OD tiap konsentrasi Cr (VI) pada uji resistensi isolat bakteri.....	37
Tabel 5. Nilai OD pada Uji Resistensi K_2CrO_4 1000 ppm.....	38
Tabel 6. Penurunan Cr (VI) oleh Isolat BSA.A Selama Masa Inkubasi 24 jam pada Suhu $37^{\circ}C$	41
Tabel 7. Karakter Isolat Bakteri BSA.A dan Bakteri Pembanding.....	45
Tabel 8. Uji Similaritas Fenotipik Isolat Bakteri BSA.A dengan Bacteri Pembanding.....	47
Tabel 9. Matriks Hubungan Similaritas Isolat BSA.A dengan Bakteri Pembanding.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme reduksi kromium heksavalen (Thatoi dkk, 2014)	17
Gambar 2. Peta Lokasi Pengukuran Parameter Lingkungan dan Pengambilan Sampel Air Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan.....	19
Gambar 3. Warna Sungai Asem Binatur pada tanggal 28 Agustus 2018	33
Gambar 4. Grafik Hasil Uji Resistensi Isolat pada Media K_2CrO_4 1000 mg/L.....	39
Gambar 5. Morfologi Koloni Isolat BSA.A di Media MC Setelah Inkubasi 24 jam pada Suhu $37^{\circ}C$	43
Gambar 6. Dendogram yang menunjukkan hubungan similaritas isolat bakteri <i>indigenous</i> BSA.A asal Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan dengan 4 bakteri acuan yang didasarkan atas analisis <i>Simple Matching Coefficient</i> (SSM) dan algoritme UPGMA.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota di Jawa Tengah yang memiliki usaha mikro kecil menengah (UMKM) yang didominasi oleh industri garmen dan batik yaitu sekitar 90,10 % dari keseluruhan jumlah industri yang ada di Kota Pekalongan. Sebagian besar masyarakat Kota Pekalongan memiliki mata pencaharian yang tidak jauh dari perbatikan. Tabel 1 menunjukkan perkembangan industri batik di Kota Pekalongan (Apriliani dan Widiyanto, 2018).

Tabel 1. Perkembangan sentra usaha batik di Kota Pekalongan tahun 2014-2017(Apriliani dan Widiyanto, 2018).

No	Sentra Batik	Jumlah unit usaha (Unit)			
		2014	2015	2016	2017
1	Kauman	34	34	31	31
2	Pesindon	32	32	32	32
3	Klego	11	11	11	10
4	Degayu	18	18	18	7
5	Jenggot	28	28	30	30
6	Banyurip Ageng	27	27	31	32
7	Banyurip Alit	25	25	26	28
8	Kradenan	59	54	51	45
9	Medono	25	25	27	27

Berdasarkan Tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa perkembangan sentra UMKM batik Kota Pekalongan mengalami perkembangan yang cukup stabil dari tahun 2014 sampai tahun 2017. Besarnya industri perbatikan selaras dengan

banyaknya limbah yang dihasilkan. Limbah menjadi konsekuensi logis suatu industri. Limbah dapat diartikan sebagai bahan sisa atau buangan yang tidak digunakan dalam proses pengolahan produk. Limbah cair dari proses perbatikan dapat menyebabkan pencemaran karena limbah tersebut langsung dibuang ke sungai-sungai di sekitarnya (Nurkhayati, 2007 dalam Izzatunnisa', 2018).

Limbah cair dalam industri batik berpotensi mengandung logam berat (Wardani dkk, 2014). Logam berat yang bersifat toksik yang terdapat pada buangan industri batik diantaranya meliputi kromium (Cr), timbal (Pb), nikel (Ni), tembaga (Cu) dan mangan (Mn) (Mahida, 1984 dalam Muniarti dkk, 2013). Penggunaan kromium dalam industri tekstil berfungsi sebagai zat pengoksidasi pada proses penyempurnaan tekstil. Pencemaran kromium di sungai dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan ekosistem sekitar sungai.

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Th. 2010 mengenai baku mutu air limbah bagi kawasan industri, kadar kromium total yang diperbolehkan maksimal 0,05 ppm. Aturan ini selaras dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 bahwa air kelas I, II, dan III hanya boleh mengandung kromium heksavalen maksimum 0,05ppm, sedangkan air kelas IV hanya boleh mengandung maksimum 0,1 ppm. Sungai Asem Binatur merupakan salah satu sungai kelas III di Kota Pekalongan yang tercemar kromium heksavalen. Data yang dinyatakan dalam penelitian Lidyawati (2015), menunjukkan bahwa sungai Asem Binatur Kota Pekalongan melebihi kadar maksimum ketentuan Kromium Heksavalen yaitu sebesar 0,53 mg/L di bagian hulu; 0,35 mg/L di bagian tengah; dan 0,39 mg/L di bagian hilir.

Data yang ada dari penelitian Lidyawati (2015) menunjukkan bahwa Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan memiliki kadar kromium melebihi ambang batas aman yang sudah ditentukan. Untuk itu perlu adanya upaya untuk mengurangi efek pencemaran limbah kromium heksavalen di Sungai Asem Binatur. Penanganan logam berat terhadap perairan sudah banyak dikaji dan dilakukan penelitian. Langkah yang saat ini dinilai masih efisien dan tidak menimbulkan banyak efek samping bagi lingkungan adalah penanganan limbah menggunakan agen mikrobiologis. Mikroorganisme tertentu mampu mendegradasi ataupun mendetoksifikasi logam berat yang bersifat toksik menjadi lebih aman bagi lingkungan (Ni'matuzahroh dkk, 2009).

Feliatra (1996) dalam Darmawibawa (2004) menyatakan bahwa, bioremediasi oleh mikroorganisme merupakan cara yang tepat dan efektif, karena hampir tidak memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Agar pengelolaan limbah berlangsung efektif khususnya limbah yang mengandung logam berat, maka perlu dilakukan eksplorasi mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mereduksi logam berat.

Penelitian yang dilakukan oleh Nahadi dkk (2005) menjelaskan bahwa terdapat bakteri dari limbah cair industri yang mampu mengurangi toksisitas kromium dengan mereduksi kromium heksavalen menjadi kromium trivalen. Penelitian bakteri indigen pereduksi kromium juga dilakukan Sucharita dkk (2017), yang menyatakan bahwa isolat bakteri indigen yang didapat dari limbah pertambangan kromit di Lembah Sukinda (Odisha, India) mampu

bertahan pada kadar kromium heksavalen dengan konsentrasi 500-1000ppm dan memiliki kemampuan mereduksi kromium heksavalen sebesar 97% pada suhu 37⁰C dan pH 9.

Limbah batik yang mengandung kromium merupakan masalah yang melatar belakangi penelitian “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Kromium (Cr VI) dari Sungai Tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan”. Pada penelitian ini akan dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri dari air Sungai Asem Binatur untuk mendapatkan bakteri yang mampu mereduksi logam berat Kromium heksavalen.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana resistensi isolat bakteri dari Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan terhadap kromium heksavalen ?
2. Bagaimana kemampuan isolat bakteri indigen dari Sungai Asem Binatur yang tercemar limbah batik di Kota Pekalongan dalam mereduksi kromium heksavalen ?
3. Termasuk dalam genus apakah isolat yang berpotensi paling tinggi dalam mereduksi logam berat kromium heksavalen ?

C. Tujuan

1. Mengetahui resistensi isolat bakteri indigen terhadap kromium heksavalen.
2. Mengetahui kemampuan isolat bakteri indigen dalam mereduksi Kromium Heksavalen (Cr VI).
3. Mengetahui Genus isolat bakteri potensial yang mampu mereduksi kromium heksavalen (Cr VI) dari limbah batik.

D. Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan baru di bidang bioremediasi lingkungan melalui agen biologi, sekaligus memberikan informasi dan referensi genus bakteri indigen yang mampu mereduksi Kromium heksavalen (Cr VI) di sungai yang tercemar limbah batik. Bakteri indigen pereduksi kromium heksavalen yang didapat dari Sungai Asem Binatur Kota Pekalongan diharapkan mampu dimanfaatkan dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan oleh kromium heksavalen.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pereduksi Cr (VI) dari Sungai tercemar Limbah Batik di Kota Pekalongan menghasilkan data bahwa isolat BSA.A merupakan bakteri indigen yang mampu bertahan dalam cekaman logam berat kromium heksavalen hingga 1000 mg/L. Isolat BSA.A mampu mereduksi kromium secara maksimal (93,72%) pada konsentrasi awal 79,51 mg/L. Hasil uji kemampuan reduksi kromium heksavalen membuktikan bahwa isolat BSA.A memiliki potensi sebagai agen bioremediasi lingkungan, khususnya di lingkungan yang tercemar kromium heksavalen. Berdasarkan hasil karakterisasi dan identifikasi, isolat BSA.A diduga bakteri anggota genus *Klebsiella*.

B. Saran

Metode karakterisasi konvensional merupakan cara penentuan genus mikroba yang telah diakui kebenarannya. Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan. Seiring berkembangnya waktu, mikroba berevolusi dan beradaptasi sehingga perlu dilakukan proses identifikasi secara genomik untuk mengetahui hingga tingkat jenis bakteri indigen yang mampu mereduksi Cr (VI).

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R dan Husaini. 2017. *Logam berat sekitar manusia*. Banjarmasin : Lambung Mangkurat University Press.
- Aminullah. Rachmadiarti, F., Trimulyono, G. 2015. *Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri pada Akar Rhizopora mucronata yang Terpapar Logam Berat Timbal (Pb)*. LenteraBio. Vol. 4 No. 1 : 43–49.
- Ansari, T.M., Marr, L.L. and Tariq, N., 2004. Heavy Metals in Marine Pollution. A Mini Review. *J. Appl. Sciences* 4 (1): 1-20.
- Apriliani, M.F., dan Widiyanto. 2018. *Pengaruh Karakteristik Wirausaha, Modal Usaha dan Tenaga Kerja Terhadap Keberhasilan UMKM Batik*. *Economic Education Analysis Journal*. 7 (2) p-ISSN 2252-6544.
- Arsyadi, A. 2016. *Karakterisasi dan Uji Kemampuan Reduksi Cr (VI) Oleh Bakteri Indigenous Dari Limbah Cair Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*. Skripsi. Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Bailey Jill, 2004. *The Facts on File Dictionary of Ecology and The Environment*. Fact on File. UK : Market House Book Ltd.
- Budiastuti, P., Raharjo, M., Dewanti, N.A.Y. 2016. *Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal DI Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. IV, nomor 5.
- Buller, N.B .2004. *Bacteria from Fish and Other Aquatic Animals : A Practical Identification Manual*. Western Australia. : CABI Publishing. South Perth.
- Darmawibawa, I.D. 2004. *Isolasi, Identifikasi, dan Uji Kemampuan Bakteri Pengurai Minyak Solar Dari Perairan Benoa Bali*. Bali : Universitas Udayana Bali.
- Fahrul, I dan Hartono, B. 2016. *Pajanan kromium dan kerusakan ginjal pada pekerja pelapisan logam*. *Berita Kedokteran Masyarakat* Vol. 32 No. 8, Hal 257-262.
- Fajri, P.Y.N., 2013. *Pemodelan Spasial untuk Penentuan Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Batik di Kota Pekalongan, Jawa Tengah*. Thesis. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

- Fakhrudin, M., Muzamdar, R.M., Tania, T.K. dkk. 2009. *Isolation and Characterization Chromate Resisten and Reducing Bacteria From Tannery Effluent Of Chittagon, Bangladesh*. J.Bio-Sci. 17 : 71-76.
- Hatmanigntyas, L.L.A. 2013. *Faktor Resiko Kolonisasi Klebsiella sp Pada Nesoring Balita. Penelitian belah lintang pada balita yang tinggal di daerah tengah dan pinggiran kota Semarang*. Skripsi. Semarang : Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Herley, J.P. & Prescott, L.M. 2002. *Laboratory Exercise in microbiology 4 th Edition*. The Mc Graw-Hill Companies : New York.
- HUET, H.B.N. 1970. *Water Quality Criteria for Fish Life Biological Problems in Water Pollution*. PHS. Publ. No. 999-WP-25. 160-167 pp.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, H.A., Staley, J.T., William, S.T. 1994. *Bergey,s Manual of Determinative Bacteriology 9th ed*. Baltimor : William & Wilkins.
- Ishibasi, Y., Cerventes, C.K., dan Silver, S. 1990. *Chromium Reduction in Pseudomonas Putida*. Applied and environment microbiologi. Vol. 56, No. 7.
- Izzatunnisa', K., Abdullah, S., Mulyasari, T.M. 2018. Pengaruh Kadar Cr(VI) Air Sungai dan Jarak Sumur Gali Dengan Sungai Terhadap Kadar Cr (VI) Air Sumur Gali Di Kelurahan Banyurip Kota Pekalongan Tahun 2018. Keslingmas. Vol.38 No.1 Hal 1-123.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No : Kep- 51/Menlh/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.
- Laweru, S., Riyantini, I., Mulyani, Y.. 2012. *Identifikasi Bakteri Indigeneus Pereduksi Logam Berat Cr (VI) Dengan Metode Molekular di Sungai Cikijing, Rancaekek, Jawa Barat*. Vol. 3, No. 4. Hal : 81-92.
- Lambert J., Rodriguez, M.A., Durand, G., Rakib, M. 2006. *Separation of sodium ions from trivalent chromium by electrodialysis using monovalent cation selective membranes*. Journal Of Membrane Science. Volume 280, Issues 1–2, Hal 219-225.
- Lapedes, D.N. 1974. *Dictionary of Scientific and Technical Terms*. New York : McGraw Hill.
- Lidyawati, R. 2015. *Hubungan Jarak Dan Konstruksi Sumur Gali Dari Sungai Asem Binatur Terhadap Kadar Kromium (Cr+6) Air Sumur Gali Di Kelurahan Medono Dan Podosugih Kecamatan Pekalongan Barat Kota Pekalongan Tahun 2015*. Skripsi. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Lovley, D.R., Philips, E.J.P. 1994. *Reduction Of Chromate By Desulfovibrio vulgaris and Its C-3 Cytochrome*. Appl. Environmen. Microbiol. 60: 726-728.

- Manahan S.E.1992. *Toxicological chemistry*. New York : Lewis Publishers.
- McLeann, J., Beveridge, T.J. 2001. *Chromate Reduction By Pseudomonas Isolated From a Site Contaminated With Cromated Copper Arsenate*. Appl. Environ. Microbiol. 67 : 1076-1084.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2008. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. USA : McGraw-Hill, Inc.
- Miettinen, K.J. 1977. *The Accumulation and Excretion of Heavy Metals in Organism*. New York: Plenum Press.
- Motzrer, W.E. 2005. *Chemistry, Geochemistry, and Geology Of Chromium and Chromium Compound*. In : Jacobs JA, Guertin J, Avakian C, (eds). *Chromium Handbook*. USA: CRC Press.
- Munir, M., Afati, N., Radjasa, K.O., Sabdono, A., Bachtiar, T. 2004. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Koprostanol dari Lingkungan Sungai, Muara, dan Perairan Pantai Banjir Kanal Timur Semarang pada Monsun Timur*. ISSN 0853 – 7291 Vol. 9 (2) : 67 – 73.
- Murniati, T., Inayati, dan Budiastuti, S. 2015. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Dengan Metode Elektrolisis Sebagai Upaya Penurunan Tingkat Konsentrasi Logam Berat Di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. Jurnal EKOSAINS. Vol. 7. No. 1.
- Nahadi, Hernani, dan Fitri Khoirunnisa. 2005. *Biodegradasi Sifat Toksik Logam Berat Kromium Dalam Limbah Cair Industri*. Jurnal Pengajaran MIPA, Vol. 6, No. 2, ISSN : 1412-0917.
- Ni'matuzahroh, Fatimah, Purbowati, R., dkk. 2009. *Exploration of polyaromatic hydrocarbonoclastic microbes from oil polluted soil*. Proceeding: Congress and international conference of Indonesian society for microbiology.
- Odum, E. P., 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ozturka, S., Kayab, T., Aslim, B., Tand, S. 2012. *Removal and reduction of chromium by Pseudomonas spp. and their correlation to rhamnolipid production*. Journal of Hazardous Materials. 231– 232 (2012) 64– 69.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Penyusunan Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Pekalongan tahun 2009. Pemerintah Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Puspita, U., Siregar, A., Hidayati. N. 2011. *Kemampuan Tumbuhan Air Sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) Terdapat Pada Limbah Cair Industri Batik*. Jurnal Terubuk. 39(1):58-64
- Rinanda, T. 2011. *Analisis Sekuensing 16S rRNA di Bidang Mikrobiologi*. Jurnal Kedokteran Syiah Kuala. Vol. 11 no. 3 hal : 172-177.
- Robert, H. 2005. *The Facts on File Dictionary of Biology*. Facts on File. Market House Book Ltd. Unitet Kingdom (UK)
- Rosariastuti, M.M.A.R. 2014. *Peningkatan Serapan Kromium (Cr) Oleh Tanaman Yang Diinokulasi Rhizobakteri*. Disertasi. Program Studi Bioteknologi. Yogyakarta : Sekolah PascaSarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Sabbathini, G.C., Pujiyanto, S., Wijanarka., Lisdiyanti P., 2017. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus Sphingomonas Dari Daun Padi (Oryza sativa) Di Area Persawahan Cibinong*. Jurnal Biologi. Vol. 6 no. 01 hal. 59-64.
- Sanjay, M.S., Sudarsanam, D. Raj, G.A., Baskar, K. 2018. *Isolation and identification of Chromium Reducing Bacteria from Tannery Effluent*. Journal of King Saud University – Science 32 (2020) 265–271.
- Salaki, C.L., Situmorang, J., Sembiring, L. dan Handayani, N.S.N. 2010. *Analisis Keanekaragaman Isolat Bacillus thuringiensis yang Patogenik terhadap Serangga Hama Kubis (Crocidolomia binotalis) dengan Pendekatan Sistematis Numerik*. Biota, 15 (3): 469–476.
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana, Volume XXX, Nomor 3, 2005 : 21 – 26. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta.
- Soemarmo. 2000. *Isolasi dan Identifikasi Bakteria Klinik*. Yogyakarta : Akademi Analisis Kesehatan Yogyakarta.
- Soerjani, M. 1991. *Kearifan Manusia Dalam Pembangunan Berwawasan Lingkungan, PPSM & L*. Jakarta : Universitas Indonesia.

- Sri Darmawati, S., Langkah Sembiring, L., Asmara, W., dan Wayan T. A. 2011. *Klasifikasi Numerik-fenetik Salmonella typhi Asal Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta*. Biota. Vol. 16 (1): 128–132.
- Sucharita, P.S., Aradhana, B., dan Kumar, D.N. (2017). *Exploring the potential of indigenous bacteria for reduction of hexavalent chromium*. Res. J. Chem. Environ. Volume 21 (6).
- Suparmoko, M., dan Maria, S. 2000. *Ekonomika Lingkungan*. Yogyakarta: BPFE.
- Sutamihardja, R.T.M., Adnan, K. dan Sanusi. 1982. *Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya*. Bogor: IPB.
- Syarifuddin, dkk. 2000. *Sains Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Urish K.L., Peter, W., Kwan, B.W. dkk. 2016. *Antibiotic-tolerant Staphylococcus aureus Biofilm Persists on Arthroplasty Materials*. DOI 10.1007/s11999-016-4720-8.
- Wang, D., Boukhalfa, H., Ware, D.S., dkk. 2015. *Genome Sequence of a Chromium-Reducing Strain, Bacillus cereus S612*. Genome Announc. 3(6): e01392-15.
- Wang, Y., and Shen, H. 1995. Bacterial Reduction of Hexavalent Chromium. Journal of Industrial Microbiology. (14), 159-163.
- Wani, P.A., and Omozele, A.B. 2015. *CR (VI) Removal by Indigenous Klebsiella Species PB6 Isolated from Contaminated Soil under the Influence of Various Factors*. Bacteriology. Volume 8 (3): 62-69.
- Waluyo, L. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Malang : UMM Press.
- Wardani, R.W.K., Ellyke., Ningrum, P.T. 2014. *Kandungan Krom Pada Limbah Cair Batik Dan Air Sumur Disekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember)*. Artikel Ilmiah. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.
- Widiyanto, A.F., Kuswanto, S. Y., 2015. *Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga*. Jurnal Kesehatan Masyarakat : KEMAS 10 (2) (2015) 246-254.
- Widowati, W., Sastiono, A., Jusur, R. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Andi Offset.

Wijastuti. 2015. *Isolasi dan Seleksi Bakteri Thermofilik Pereduksi Kromium Heksavalen Dari Limbah Pengolahan Batik*. Thesis. Intitut Pertanian Bogor.

Yazid, M & Aris, B. 2007. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pengikat Stronsium dalam Limbah Radioaktif Cair Aktivitas Rendah*. Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia : Yayasan Media Kimia Utama.

