

**ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI
SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM
PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi



oleh :

Irna Riski Kardila

1802221

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

**ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI
SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM
PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO**

Oleh

Irna Riski Kardila

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Irna Riski Kardila 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
2022

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya ataupun sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Irna Riski Kardila, 2022

*ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI
LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN

IRNA RISKI KARDILA

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI
SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM
PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I



Dr. H. Wahyu Suraktasumah, M.T.

NIP. 197212301999031001

Pembimbing II

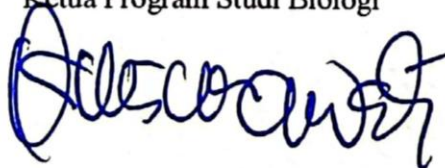


Prof. Yayan Sanjaya, M.Si., Ph.D.

NIP. 197112312001121001

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.

NIP. 197008112001122001

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI
LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul **“Isolasi, Identifikasi dan Seleksi Jamur Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Krom Pada Kultur Jamur Secara In Vitro”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Irna Riski Kardila

NIM. 18022221

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO”**.

Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Proses penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membantu secara moril maupun materil kepada penulis dalam proses pembuatan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Prof. Yayan Sanjaya, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Biologi atas ilmunya selama kegiatan perkuliahan.
4. Ibu Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si. selaku ketua Program Studi Biologi yang selalu memberikan arahan, motivasi, dan ilmunya selama kegiatan perkuliahan.
5. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan, motivasi, dan ilmunya selama kegiatan perkuliahan.
6. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan, nasihat, pengalaman, dan motivasi yang telah diberikan selama kegiatan perkuliahan.
7. Seluruh staf tata usaha dan laboran Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah memberikan bantuan dan arahan selama kegiatan perkuliahan dan penelitian skripsi.
8. Diah Puspita Sari dan Shintya Yuniar selaku rekan satu penelitian yang selalu menemani dan berjuang bersama dari awal penelitian hingga akhir pengerjaan penelitian.

9. Teman-teman seperjuangan Anissa Febriana Susanti dan Syifa Nur Rahmah yang selalu membantu, mendukung, dan memberi semangat selama penelitian di laboratorium.
10. Kedua orang tua penulis, keluarga, teman-teman, yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan secara moril maupun materil.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan dan motivasinya selama penulis menyusun skripsi ini.

Semoga Allah SWT. senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis berharap bahwa penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

Irna Riski Kardila

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

ABSTRAK

Industri penyamakan kulit di Sukaregang, Garut menggunakan bahan kimia Chromosal B sebagai bahan penyamakan. Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan penyamakan kulit mengandung logam krom dan langsung dibuang ke badan sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Pencemaran air tersebut dapat menjadi permasalahan lingkungan karena logam krom dapat bersifat toksik bagi lingkungan. Permasalahan tersebut dapat diperbaiki dengan bioremediasi. Tujuan penelitian ini adalah dapat memanfaatkan jamur yang terdapat pada tanah rhizosfer tercemar logam krom sebagai agen bioremediator. Jamur yang terisolasi dan teridentifikasi yaitu jamur yang resisten terhadap logam krom. Dilakukan uji penyerapan logam krom dan bioakumulasi pada isolat tunggal dan konsorsium jamur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Tiga belas genus ditemukan dengan dua diantaranya ialah *Rhodotorula* dan *Saccharomyces*. *Rhodotorula* memiliki nilai bioakumulasi 90,71%, *Saccharomyces* 91,07% dan konsorium *Rhodotorula* dan *Saccharomyces* 90,71%.

Kata kunci : industri penyamakan kulit, logam krom, jamur rhizosfer, bioakumulasi

ISOLATION, IDENTIFICATION AND SELECTION OF POTENCIAL MUSHROOMS AS CHROME METAL BIOREMEDIATION AGENTS IN IN VITRO MUSHROOMS CULTURE

ABSTRACT

The leather tanning industry in Sukaregang, Garut uses the chemical Chromosal B as a tanning agent. Liquid waste generated from leather tanning activities contains chromium metal and is directly discharged into river bodies without being processed first. Water pollution can be an environmental problem because chromium metal can be toxic to the environment. These problems can be corrected by bioremediation. The purpose of this study was to utilize fungi found in rhizosphere soil contaminated with chromium metal as a bioremediator agent. Isolated and identified fungi are fungi that are resistant to chromium metal. Chromium absorption and bioaccumulation tests were performed on single isolates and a consortium of fungi using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Thirteen genus found with two of them namely Rhodotorula and Saccharomyces Rhodotorula has a bioaccumulation value of 90.71%, Saccharomyces 91.07% and the consortium of Rhodotorula and Saccharomyces 90.71%.

Keywords: leather tanning industry, chromium metal, rhizosphere fungi, bioaccumulation

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Struktur Organisasi Skripsi.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Limbah Proses Penyamakan Kulit.....	8
2.2 Logam Krom (Cr).....	10
2.3 Tanah Tercemar oleh Logam Krom (Cr).....	12
2.4 Bioremediasi Tanah yang Tercemar Logam Krom.....	14
2.5 Jamur Rhizosfer Resisten Logam Krom.....	16
2.6 Mekanisme Jamur Rhizosfer dalam Bioremediasi Logam Krom (Cr).....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Penelitian.....	23
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.5 Prosedur Penelitian.....	24

3.5.1 Tahap Persiapan	24
3.5.2 Tahap Penelitian	25
3.5.2.1 Pengambilan Sampel	25
3.5.2.2 Pembuatan Media	27
3.5.2.3 Analisis Kandungan Logam Krom dalam Tanah	27
3.5.2.4 Isolasi jamur	27
3.5.2.5 Pembuatan Biakan Murni Jamur	28
3.5.2.6 Identifikasi Jamur Rhizosfer	28
3.5.2.7 Seleksi Jamur Resisten Logam Krom	28
3.5.2.8 Uji Penyerapan Logam Krom oleh Isolat Jamur	28
3.5.2.9 Pengukuran Kandungan Logam Krom	29
3.5.2.10 Analisis Data	29
3.6 Alur Penelitian	30
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Isolasi Jamur Rhizosfer Tumbuhan Tercemar Logam Krom (Cr)	31
4.2 Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Jamur Rhizosfer	35
4.2.1 Karakteristik Morfologi Jamur Secara Makroskopis	35
4.2.2 Karakteristik Morfologi Jamur Secara Mikroskopis	36
4.2.3 Identifikasi Genus Fungi Rhizosfer	38
4.3 Seleksi Jamur Rhizosfer Resisten Logam Krom (Cr)	48
4.4 Uji Penyerapan Logam Krom (Cr) oleh Jamur	51
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	55
5.1 Simpulan	55
5.2 Implikasi	55
5.3 Rekomendasi	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Karakteristik Lingkungan Rhizosfer	33
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Jamur Secara Makroskopis	35
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Morfologi Jamur Secara Mikroskopis	36
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Uji Seleksi Jamur Resisten Logam Krom	48
Tabel 4.5 Hasil Uji Penyerapan Logam Krom	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Flow Chart</i> Proses Penyamakan Kulit	8
Gambar 2.2 Proses Penyamakan Kulit	9
Gambar 2.3 Limbah Cair Mengandung Kromium	11
Gambar 2.4 Pencemaran Tanah oleh Limbah Cair	12
Gambar 2.5 Mekanisme Bioremediasi Logam oleh Mikroorganisme	14
Gambar 2.6 Rhizosfer <i>Tricoderma harzianum</i>	16
Gambar 2.7 Jenis-Jenis Mikoremediasi	19
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Rhizosfer	26
Gambar 3.2 Titik Pengambilan Sampel	26
Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian	30
Gambar 4.1 Hasil Pengamatan Morfologi Jamur Secara Makroskopis	36
Gambar 4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Jamur Secara Mikroskopis	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	66
Lampiran 2. Area Rhizosfer Tanah yang Tercemar Logam Krom	68
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Penting	69
Lampiran 4. Hasil Uji Kandungan Logam Krom Pada Tanah dengan AAS	71
Lampiran 5. Hasil Skrining Pada Isolat Jamur Resisten Logam Krom	72
Lampiran 6. Hasil Uji Kandungan Logam Krom Pada Isolat Jamur	75
Lampiran 7. Uji Statistika T-test	76

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmajeed, B., Yusuf, A., & Abdullahi, I. (2016). Efficiency of *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Microsporum nanum* to Remove Heavy Metals from Refinery Effluent. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 6(3), 1–6. <https://doi.org/10.9734/jabb/2016/25751>.
- Acton, A. (2012). *Biological Pigments—Advances in Research and Application*. Georgia: Scholarly Editions.
- Adji, D., Zuliyanti, & Larashanty, H. (2007). Perbandingan efektivitas sterilisasi alkohol 70% inframerah, otoklaf dan ozon terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis*. In *Jurnal Sain Veteriner* (Vol. 25, Issue 1, pp. 17–24).
- Agunwamba, J. C., Kelechi, O. O., & Mmonwuba, N. (2013). Comparative analysis of bioremediation of heavy metals using plants and microorganisms. *Int J Curr Sci*, 6, 153–160.
- Ahmad, R. Z. (2018). Mikoremediasi Menghilangkan Polusi Logam Berat pada Lahan Bekas Tambang untuk Lahan Peternakan (Mycoremediation to Remove Heavy Metal Pollution in Post-Mining Areas for Farmland Utilization). *Wartazoa*, 28(1), 41–50.
- Aji, A. C., Masykuri, M., Rosariastutu, R. (2019). Fitoremediasi Logam Kromium di Tanah Sawah Dengan Rami (*Bohemeria nivea*) dan Enviromental Health Agriculture System (EHAS). *Bioeksperimen*, Volume 5 No.1.
- Akan, J. C., Mohmoud, S., Yikala, B. S., & Ogugbuaja, V. O. (2012). Bioaccumulation of Some Heavy Metals in Fish Samples from River Benue in Vinikilang, Adamawa State, Nigeria. *American Journal of Analytical Chemistry*, 03(11), 727–736. <https://doi.org/10.4236/ajac.2012.311097>.
- Amami, A. N., & Imaningsih, W. (2019). Skrining aktivitas bioakumulasi logam Cr (kromium) isolat kapang asal sedimen Situ Kuru, Tangerang Selatan. 4(April), 203–210.
- Amnah, R. (2018). Pengaruh Mikoriza Arbuskular dalam Meningkatkan Kadar Pb dan Cd *Mucuna pruriens* pada Tanah yang Dicemari Logam Berat. *Lppm Ugn*, 8(3).
- Anahid, S., Yaghmaei, S., & Ghobadinejad, Z. (2011). Heavy metal tolerance of fungi. *Scientia Iranica*, 18(3 C), 502–508. <https://doi.org/10.1016/j.scient.2011.05.015>

- Arunakumara, K. K. I. U., & Zhang, X. (2007). Heavy metal bioaccumulation and toxicity with special reference to microalgae. *Journal of Ocean University of China*, 7(1), 60–64. <https://doi.org/10.1007/s11802-008-0060-y>
- Asiriwa OD, Ikhuoria JU, Ilor EG. (2013). Mycoremediation potential of heavy metals from contaminated soil. *Bull Environ Pharmacol Life Sci*. 2:16-22.
- Asmadi, A., S, E., & Oktiawan, W. (2018). Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit Pada Prose Tannery Menggunakan Senyawa Alkali Ca(OH)₂, NaOH DAN NaHCO₃ (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jurnal Air Indonesia*, 5(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v5i1.2431>.
- Asri, A. C., & Zulaika, E. (2016). Sinergisme Antar Isolat Azotobacter Yang Dikonsorsiumkan. *Jurnal Sains Dan Senin ITS*, 5(2), 57–59.
- Atmaja, I. W.D. (2017). Bahan Ajar Sifat Biologis Tanah. *Fakultas Pertanian Universitas Udayana*.
- Azmi, N. (2014). Praktikum Ekologi Tumbuhan Analisis Vegetasi Tumbuhan. Medan : Universitas Negeri Medan.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah – Bagian 17: Cara uji krom total (Cr- T) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. *Standar Nasional Indonesia, Cr*, 9.
- Bala, J. D., Kuta, F., Nasiru, A., Adedeji, A. S., Al-Gheethi, A. A. S., & Fashola, O. H. (2020). Biosorption potential of lead tolerant fungi isolated from refuse dumpsite soil in Nigeria. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 42, 1–7. <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v42i1.46753>
- Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, Wkh, R. Q., ... (2015). فاطمی, ح. In *Syria Studies* (Vol.7)
- Cappuccino, J. & Welsh, C. (2020). *Microbiology: A Laboratory Manual*, 12th Edition. San Fransisco: Pearson Education, Inc.
- Chatterjee, S., Chatterjee, N. C., & Dutta, S. (2012). Bioreduction of chromium (VI) to chromium (III) by a novel yeast strain *Rhodotorula mucilaginosa* (MTCC 9315). *African Journal of Biotechnology*, 11(83), 14920–14929. <https://doi.org/10.5897/AJB12.1899>.
- Chen, J.P., Wang, L.K., Wang, M.S., Hung, Y.T., Shamma, N.K. (2017).

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Remediation of Heavy Metals on The Environment. Boca Raton : CRC Press.

Cho, D. H., & Kim, E. Y. (2003). Characterization of Pb²⁺ biosorption from aqueous solution by *Rhodotorula glutinis*. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 25(5), 271–277. <https://doi.org/10.1007/s00449-002-0315-8>.

Damodaran, D., Suresh, G., & Mohan, R. (2011). Bioremediation of soil by removing heavy metals using *Saccharomyces cerevisiae*. *2nd International Conference on Environmental Science and Technology*, 6, v2-22-v2-27.

Dhakal, R. P., Ghimire, K. N., & Inoue, K. (2005). Adsorptive separation of heavy metals from an aquatic environment using orange waste. *Hydrometallurgy*, 79(3–4), 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2005.06.007>.

Dwivedi, S., Mishra, A., & Saini, D. (2012). Removal of Heavy Metals in Liquid Media through Fungi Isolated from Waste Water. *International Journal of Science and Research*, 1(3), 2319–7064. www.ijsr.net.

Erlita, Y. (2016). Proses Penyamakan Kulit. *Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Diakses dari : <https://sumbarprov.go.id/home/news/7505-proses-penyamakan-kulit>.

Fachria, R., Ramdan, H., & Aryantha, I. (2020). Efektivitas pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit Sukaregang Garut dengan adsorben karbon aktif dan ijuk. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 3(3), 379–388. <https://doi.org/10.36813/jplb.3.3.379-388>.

Fatmawati, U., Sajidan, & Suranto. (2010). Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Menurunkan Kadar Cr(VI) Pada Limbah Cair Batik Hasil Pewarnaan. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS 2010*, vi, 266–276.

Fu, F., & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.011>.

Harms, H., Schlosser, D., & Wick, L. Y. (2011). Untapped potential: Exploiting fungi in bioremediation of hazardous chemicals. *Nature Reviews Microbiology*, 9(3), 177–192. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2519>.

Hariyanto. (2008). Teori dan Praktik Eologi. Surabaya: Airlangga University Press.

Hlihor, R.M., Diaconu, M., Fertu, D., Chelaru., C., Sandu, I., Tavares, &

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Gavrilescu, M. (2013). Bioremediation of Cr(VI) Polluted Wastewaters by Sorption on Heat Inactivated *Saccharomyces cerevisiae* Biomass. *Int. J. Environ. Res.*, 7(3):581-594, Summer 2013 ISSN: 1735-6865.
- Huang & Min, H. (2006). Effect of Selected by Product of an acid Hidrolizate on cell Growth and ethanol Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. "Journal of the Missisipi Academy of Science".
- Jianlong, W., Zeyu, M., & Xuan, Z. (2004). Response of *Saccharomyces cerevisiae* to chromium stress. *Process Biochemistry*, 39(10), 1231–1235. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00255-3](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00255-3).
- Jose, B., Jesy, E. J., & Nedumpara, R. J. (2014). World Journal of Pharmaceutical ReseaRch SEED EXTRACTS. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 3(3), 5041–5048.
- Joshi, P. K., Swarup, A., Maheshwari, S., Kumar, R., & Singh, N. (2011). Bioremediation of heavy metals in liquid media through fungi isolated from contaminated sources. *Indian Journal of Microbiology*, 51(4), 482–487. <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0110-9>.
- Kehidupan, M. (2007). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kehidupan Mikroba Dalam Air. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 7(1), 23–30.
- Kensa, V. M. (2011). Bioremediation an Overview. 27(2), 161–168.
- Kouba, A., Buřič, M., & Kozák, P. (2010). Bioaccumulation and effects of heavy metals in crayfish: A review. *Water, Air, and Soil Pollution*, 211(1–4), 5–16. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0273-8>.
- Kulshreshtha, S., Mathur, N., & Bhatnagar, P. (2014). Mushroom as a product and their role in mycoremediation. *AMB Express*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13568-014-0029-8>.
- Li, G. J., Zhang, C. B., Zhan, J., & Wang, F. (2006). Chrome sludge compost - Effects on crops and soils. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 90(1), 10–13.
- Ma'mun, S., Theresa, M., & Alifimona, S. (2016). Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom Pada Limbah Industri Penyamakan Kulit. *Teknoin*, 22(5), 367–371. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss5.art6>.

- Madigan, T., Bender, K., Buckley, D., Sattley, W., & Stahl, D. (2021). Brock biology of microorganisms 16th edition. New Jersey: Pearson Education.
- Mameeva, O. G., Kasatkina, T. P., & Podgorsky, V. S. (2007). The Role of Carotenoid Pigments in Cr(VI) Tolerance, Biosorption and Bioaccumulation by *Rhodotorula mucilaginosa* UCM Y-1776 and its Mutants. *Advanced Materials Research*, 20–21, 611–614. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.20-21.611>.
- Martinez, R. J., Beazley, M. J., Taillefert, M., Arakaki, A. K., Skolnick, J., & Sobecky, P. A. (2007). Aerobic uranium (VI) bioprecipitation by metal-resistant bacteria isolated from radionuclide- and metal-contaminated subsurface soils. *Environmental Microbiology*, 9(12), 3122–3133. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2007.01422.x>
- Maulidina, S. H. N., & Alami, N. H. (2020). Degradasi Atrazin oleh *Candida TB1* dengan Penambahan Sumber Karbon dan Nitrogen. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.47582>
- Mishra, J., Singh, R., & Arora, N. K. (2017). Alleviation of heavy metal stress in plants and remediation of soil by rhizosphere microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 8(SEP), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01706>
- Moelyo, M. (2012). Pengkajian Efektivitas Proses Koagulasi Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit-Sukaregang, Garut. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(2), 169–182.
- Muneer, B., Shakoori, F. R., Rehman, A., & Shakoori, A. R. (2007). Chromium resistant yeast with multi-metal resistance isolated from industrial effluents and their possible use in microbial consortium for bioremediation of wastewater. *Pakistan Journal of Zoology*, 39(5), 289–297.
- Murti, T., & Mudjoko, T. (2018). Analisis kandungan logam berat aluminium (Al), dan timbal (Pb) pada buah jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L .) dan tanah di desa Bumiaji , kota Batu Concentration analysis of heavy metals aluminium (Al) and lead (Pb) on crystal-variet. *Jurnal Kultivasi*, 17(3), 744–749.
- Muslimah, M. muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Ningrum, D. (2010). Peran Pengrajin Dalam Pengelolaan Limbahnya. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI*.
- Notodarmojo, S. 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Bandung: Penerbit ITB.
- Ohimain, E. I., Olu, D. S., & Abah, S. O. (2009). Bioremediation of Heavy Metals from Abandoned Mangrove Dredged Spoils in the Niger Delta; A Laboratory Study. *Delta*, 7(9), 1105–1113.
- Okoh, A. (2006). Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum. *Biotechnology and Molecular Biology*, 1(June), 38–50. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.909.4016&rep=rep1&type=pdf>.
- Oladipo, O. G., Awotoye, O. O., Olayinka, A., Bezuidenhout, C. C., & Maboeta, M. S. (2018). Heavy metal tolerance traits of filamentous fungi isolated from gold and gemstone mining sites. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(1), 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.06.003>.
- Oliveira, H. (2012). Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity. *Journal of Botany*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/375843>.
- Onrizal. (2006). Restorasi Lahan Terkontaminasi Logam Berat. *USU Repository*.
- Panda, S. K., & Choudhury, S. (2005). Chromium stress in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 95–102. <https://doi.org/10.1590/s1677-04202005000100008>.
- Perdana, J. (2012). Uji Resistensi dan Uji Biodegradasi Logam Berat (Pb, Zn, dan Hg) oleh Isolat Bakteri Lumpur Pantai Kenjeran. *Universitas Airlangga*, 4(3), 2003–2005.
- Pertiwi, A. D., Fadillah, N., Safitri, A., & Azahro, D. A. (2019). Penyebaran Vegetasi Semak, Herba, Dan Pohon Dengan Metode Kuadrat Di Taman Pancasila. *Proceeding of Biology Education*, 3(1), 185–191.
- Pramesti, A. R., Mustika, S., Habibah, N., Puspitarini, S., Serlie, M., & Aji, O. R. (2019). Mikroorganisme sebagai agen bioremediasi limbah merkuri (Hg) penambangan emas. *Symposium of Biology Education (Symbion)*, 2, 32–37. <https://doi.org/10.26555/symbion.3506>.
- Prayudyaningsih, R. (2015). *Mikroorganisme tanah bermanfaat pada rhizosfer tanaman umbi di bawah tegakan hutan rakyat Sulawesi Selatan*. 1, 954–959.

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010453>.

- Purwantisari, S., & Hastuti, R. B. (2012). Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 45. <https://doi.org/10.14710/bioma.11.2.45-53>.
- Purwantisari, S., & Hastuti, R. B. (2009). Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *Jurnal Bioma*, 11(2), 45–53.
- Research Article Effect of pH on Chromium Biosorption*. (2012). 2(2), 227–228.
- Rahayu, N. (2017). Uji Kemampuan Bakteri Azotobacter Dalam Proses Penyisihan Logam Kromium Pada Tanah Tercemar Kromium. (Skripsi). Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Rahim, S & Baderan, D.W.K. (2017). Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya. Sleman : Deepublish.
- Rapoport, A., Guzhova, I., Bernetti, L., Buzzini, P., Kieliszek, M., & Kot, A. M. (2021). Carotenoids and some other pigments from fungi and yeasts. *Metabolites*, 11(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/metabo11020092>.
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Rusli, A. (2019). Bioremediasi Tanah Dengan Teknik Composting Di Pt. X Yogyakarta. (Skripsi). Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sari, D. P., Amir, H., & Elvia, R. (2020). Isolasi Bakteri Dari Tanah Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Air Sebakul Sebagai Agen Biodegradasi Limbah Plastik Polyethylene. *Alotrop*, 4(2), 98–106. <https://doi.org/10.33369/atp.v4i2.13833>.
- Sathvika, T., Manasi, Rajesh, V., & Rajesh, N. (2015). Microwave assisted immobilization of yeast in cellulose biopolymer as a green adsorbent for the sequestration of chromium. *Chemical Engineering Journal*, 279, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.04.132>.
- Satife, D. O., Rahmawati, A., & Yazid, M. (2011). Potensi Yeast pada Pengurangan Konsentrasi Uranium dalam Limbah Organik TBP-Kerosin yang Mengandung Uranium. *Prosiding Seminar Nasional*. <https://digilib.batan.go.id/e->

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

prosiding/FileProsiding/Lingkungan/Pros_limbahIX/Data/Defi_Oriza_Satife_183.pdf

- Sevak, P. I., Pushkar, B. K., & Singh, A. (2015). Isolation & Characterization of Potential Microbe for Bio-remediating Heavy Metal from Mithi River. *Annals of Applied Bio-Sciences*, 2(2), A20--A27.
- Sey, E., & Belford, E. J. D. (2021). Heavy Metals Tolerance Potential of Fungi Species Isolated from Gold Mine Tailings in Ghana. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*, 6(1), 1231–1242. <https://doi.org/10.18502/jehsd.v6i1.5765>.
- Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibuan, R. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26–30.
- Speight J.G. (2018). Mechanisms of Transformation. CD & W Inc., Laramie, Wyoming, United States.
- Srivastava, S., & Thakur, I. S. (2006). Isolation and process parameter optimization of *Aspergillus* sp. for removal of chromium from tannery effluent. *Bioresource Technology*, 97(10), 1167–1173. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.012>.
- Suberata, I.W. (2019). Metabolisme Mikroba. Diakses dari : https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_dir/5cc3d82df3e9ca2e3cd a7d70d219adc9.pdf.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D. Bandung : Alfa Beta.
- Suryana. (2010). Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Trioui, L., Bouchra, D., Faouzi, E., & Mohammed, B. (2019). Study of chromium uptake by three yeasts: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis*, and *Yarrowia lipolytica*. *Advances in Environmental Biology*, 13(3), 14–20. <https://doi.org/10.22587/aeb.2019.13.3.2>.
- Tülek, A., Karataş, E., Çakar, M. M., Aydın, D., Yılmazcan, Ö., & Binay, B. (2021). Optimisation of the Production and Bleaching Process for a New Laccase from *Madurella mycetomatis*, Expressed in *Pichia pastoris*: from Secretion to Yielding Prominent. *Molecular Biotechnology*, 63(1), 24–39. <https://doi.org/10.1007/s12033-020-00281-9>.

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Tunali, S., Kiran, I., & Akar, T. (2005). Chromium(VI) biosorption characteristics of *Neurospora crassa* fungal biomass. *Minerals Engineering*, 18(7), 681–689. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2004.11.002>.
- Vidali, M. (2001). *Bioremediation . An overview **. 73(7), 1163–1172.
- Walsh, J., Hayden, R., & Larone, D. (2018). *Larone's Medically Important Fungi: A Guide to Identification*, 6th Edition. Washington: ASM Press.
- Wani PA, Ayoola OH. (2015). Bioreduction of Cr (VI) by heavy metal resistant *Pseudomonas* species. *J Environ Sci Technol*. 8:122-130.
- Watanabe, T. (2002). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*, Second Edition. Boca Raton: CRC Press.
- World Health Organization (WHO). (1996). *Permissible Limits Of Heavy Metals Insoil And Plants*. Geneva, Switzerland.
- Wright, W. (2019). Add. 2000. *Catalogue of the Syriac Manuscripts in the Library of the U. of Cambridge*, 472–487. <https://doi.org/10.31826/9781463207854-051>.
- Xu, H., Hao, R. xia, Xu, X. yang, Ding, Y., Lu, A. huai, & Li, Y. huang. (2021). Removal of Hexavalent Chromium by *Aspergillus niger* Through Reduction and Accumulation. *Geomicrobiology Journal*, 38(1), 20–28. <https://doi.org/10.1080/01490451.2020.1807659>
- Yulipriyanto, H. (2010). *Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Zachow, C., Berg, C., Müller, H., Meincke, R., Komon-Zelazowska, M., Druzhinina, I. S., Kubicek, C. P., & Berg, G. (2009). Fungal diversity in the rhizosphere of endemic plant species of Tenerife (Canary Islands): Relationship to vegetation zones and environmental factors. *ISME Journal*, 3(1), 79–92. <https://doi.org/10.1038/ismej.2008.87>
- Zafar, S., Aqil, F., & Ahmad, I. (2007). Metal tolerance and biosorption potential of filamentous fungi isolated from metal contaminated agricultural soil. *Bioresource Technology*, 98(13), 2557–2561. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.051>.
- Zhang, X., Li, R., Song, J., Ren, Y., Luo, X., Li, Y., Li, X., Li, T., Wang, X., & Zhou, Q. (2021). Combined phyto-microbial-electrochemical system enhanced the removal of petroleum hydrocarbons from soil: A profundity remediation strategy. *Journal of Hazardous Materials*, 420(July).

Irna Riski Kardila, 2022

ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN SELEKSI JAMUR YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM KROM PADA KULTUR JAMUR SECARA IN VITRO

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu