

**POTENSI BAKTERI *INDIGENOUS* PADA AIR LIMBAH
PENCUCIAN BIJIH BAUKSIT UNTUK MEREMEDIASI AIR
TERCEMAR LOGAM BESI (Fe)**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan

OLEH:

FRISCHA MAULIDYANA

NIM D1051161047



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

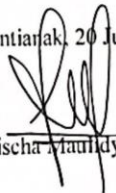
Nama : Frischa Maulidyana

NIM : D1051161047

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "**Potensi Bakteri *Indigenous* Pada Air Limbah Pencucian Bijih Bauksit Untuk Meremediasi Air Tercemar Logam Besi (Fe)**", tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 20 Juni 2023



Frischa Maulidyana



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi Pontianak 78124 Telpn (0561)740186
Email : ft@untan.ac.id Website : teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

"POTENSI BAKTERI *INDIGENOUS* PADA AIR LIMBAH PENCUCIAN BIJIH BAUKSIT UNTUK MEREMEDIASI AIR TERCEMAR LOGAM BESI (Fe)"

Jurusan Teknik Lingkungan
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan

Oleh :

FRISCHA MAULIDYANA

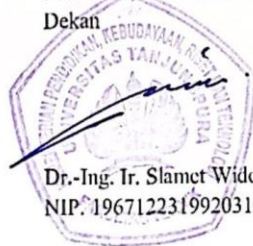
D1051161047

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 20 Juni 2023 dan
diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama	: Isna Apriani, S.T., M.Si. NIP. 197704152005012001
Dosen Pembimbing Kedua	: Jumiati, S.Si., M.Si. NIP. 198406222019032015
Dosen Penguji Utama	: Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T. NIP. 197404232005011002
Dosen Penguji Kedua	: Herda Desmaiani, S.Si., M.Sc. NIP. 0006128607

Pontianak, 20 Juni 2023
Dekan



Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Dosen Pembimbing Utama

Isna Apriani, S.T., M.Si.
NIP. 197704152005012001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nyalah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “POTENSI BAKTERI *INDIGENOUS* PADA AIR LIMBAH PENCUCIAN BIJIH BAUKSIT DALAM MEREMEDIASI AIR TERCEMAR LOGAM BESI (Fe)”. Skripsi ini untuk mengetahui potensi bakteri *indigenous* pada air limbah pencucian bijih bauksit dalam meremediasi air limbah yang mengandung logam besi dengan metode bioremediasi. Penulisan proposal penelitian ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Pendidikan Strata I Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura. Penulis menyampaikan rasa terima kasih selama menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, pengarahan, petunjuk dari awal hingga akhir penulisan ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sekaligus Dosen Penguji Utama.
3. Ibu Isna Apriani, S.T., M.Si., Ketua Program Studi sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ide, masukan serta mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Jumiati, S.Si., M.Si., Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan ide, masukan serta mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Herda Desmaiani, S.Si., M.Sc., Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan koreksian, kritikan dan saran yang terperinci demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen, Staff, dan Pegawai di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura khususnya Jurusan Teknik Lingkungan atas segala bantuannya dalam memberikan ilmu dan arahan selama masa perkuliahan.

7. Bapak Sukirno dan masih banyak lagi karyawan yang banyak membantu dan memudahkan penulis untuk mengambil dan mengumpulkan data penunjang skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta dan adik-adik yang telah memberikan doa dan dukungan yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa/i angkatan 2016 Teknik Lingkungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas dukungan, bantuan dan motivasinya.

Meskipun penulis telah menyelesaikan skripsi ini, namun penulis menyadari bahwa di dalam skripsi yang telah penulis susun ini, masih terdapat banyak kesalahan serta kekurangan. Penulis mengharapkan saran serta masukan dari para pembaca demi tersusunnya skripsi ini lebih baik lagi ke depannya. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini bisa memberikan banyak manfaat.

Pontianak, Juni 2023

Penulis,

Frischa Maulidyana

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan bauksit di Kalimantan Barat yaitu PT. ANTAM menghasilkan bijih bauksit. Senyawa pengotor pada bauksit dipisahkan dengan pencucian. Proses pencucian menghasilkan limbah cair dan padatan yang dialirkan ke kolam pengendapan agar air dapat digunakan kembali. Kolam pengendapan rentan terjadi kebocoran dan penambahan volume kolam saat hujan. Kapasitas kolam dijaga dengan mengalirkan air ke lingkungan sehingga menimbulkan pencemaran sehingga mengganggu ekosistem akuatik dan menjadi racun bagi organisme karena mengandung logam Fe yang melebihi baku mutu. Maka, perlu dipulihkan salah satunya bioremediasi dengan bakteri *indigenous* yang resisten terhadap pencemar. Tujuan penelitian untuk mengetahui jenis isolat bakteri *indigenous* pada air limbah pencucian bijih bauksit dan air rawa PT. ANTAM yang berpotensi meremediasi air limbah yang tercemar logam besi (Fe) dan untuk mengetahui pengaruh bakteri *indigenous* dalam meremediasi air limbah yang mengandung logam besi (Fe) dengan berbagai variasi konsentrasi air limbah. Pengambilan sampel air uji dilakukan di kolam 2 dan air sampel untuk isolasi bakteri di kolam 2 dan air rawa PT. ANTAM. Hasil didapat jenis isolat bakteri *indigenous* yang berpotensi meremediasi air limbah yang tercemar logam besi yaitu *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* Konsentrasi Fe setelah bioremediasi menunjukkan penurunan pada perlakuan reaktor limbah 25%, 75% dan 100%. Semakin besar konsentrasi limbah maka semakin kecil penurunan konsentrasi Fe oleh bakteri. Aktivitas bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* berpotensi menurunkan konsentrasi Fe pada berbagai konsentrasi limbah serta *Bacillus sp.* memiliki potensi menurunkan Fe lebih baik karena lebih resisten terhadap lingkungan cemaran tinggi dari *Pseudomonas sp.* Berdasarkan uji ANOVA tidak adanya pengaruh bakteri *indigenous* terhadap penurunan konsentrasi Fe.

Kata Kunci : Air limbah, Bijih Bauksit, Bioremediasi, Bakteri *Indigenous*, Logam Besi (Fe).

ABSTRACT

*Bauxite mining activities in West Kalimantan, namely PT. ANTAM produces bauxite ore. Impurity compounds in bauxite are separated by washing. The washing process produces liquid and solid waste which is sent to a settling pond so that the water can be reused. Settling ponds are prone to leakage and increase in pool volume when it rains. The capacity of the pond is maintained by flowing water into the environment, causing pollution that disrupts aquatic ecosystems and becomes toxic to organisms because it contains Fe metal which exceeds the quality standard. So, it is necessary to restore, one of which is bioremediation with indigenous bacteria that are resistant to pollutants. The research objective was to determine the type of indigenous bacterial isolates in bauxite ore washing wastewater and PT. ANTAM which has the potential to remediate iron (Fe) polluted wastewater and to determine the effect of indigenous bacteria in remediating iron (Fe) containing wastewater with various concentrations of wastewater. Sampling of test water was carried out in pond 2 and water samples for bacterial isolation in pond 2 and swamp water of PT. ANTAM. The results obtained are the type of indigenous bacterial isolates that have the potential to remediate iron-contaminated wastewater, namely *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. The concentration of Fe after bioremediation showed a decrease in the treatment of 25%, 75% and 100% waste reactors. The greater the concentration of waste, the smaller the decrease in Fe concentration by bacteria. Bacterial activity of *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. has the potential to reduce Fe concentrations at various waste concentrations as well as *Bacillus* sp. has better Fe reduction potential because it is more resistant to high polluting environments than *Pseudomonas* sp. Based on the ANOVA test, there was no influence of indigenous bacteria on the decrease in Fe concentration.*

Keyword : Wastewater, Bauxite Ore, Bioremediation, Indigenous Bacteria, Iron (Fe).

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	ivv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pertambangan Bauksit PT. ANTAM Tayan	4
2.1.1 Karakteristik Bauksit.....	4
2.1.2 Limbah Pencucian Bijih Bauksit.....	5
2.1.3 Batas Baku Mutu Lingkungan	6
2.2 Pencemaran Logam Besi (Fe)	7
2.2.1 Karakteristik Logam Besi (Fe)	7
2.2.2 Dampak Pencemaran Logam Besi (Fe).....	7
2.3 Penyisihan Kontaminan Logam Besi (Fe)	7
2.3.1 Secara Fisik	7
2.3.2 Secara Kimia.....	8

2.3.3	Secara Biologi.....	8
2.4	Metode Bioremediasi.....	8
2.4.1	Bioremediasi Secara <i>In-Situ</i>	9
2.4.2	Bioremediasi Secara <i>Ex-Situ</i>	9
2.5	Penambahan Bakteri Pada Bioremediasi	10
2.5.1	Bakteri <i>Exogenous</i>	10
2.5.2	Bakteri <i>Indigenous</i>	10
2.6	Isolasi Bakteri <i>Indigenous</i>	10
2.7	Pewarnaan Bakteri.....	11
2.7.1	Bakteri Gram Positif	11
2.7.2	Bakteri Gram Negatif.....	12
2.8	Kemampuan Mikroorganisme Terhadap Logam Besi (Fe)	12
2.9	Reaksi Penurunan Fe oleh Bakteri	13
2.10	Pengaruh Parameter Penunjang Terhadap Bioremediasi.....	13
2.10.1	Pengaruh TSS Terhadap Bioremediasi	13
2.10.2	Pengaruh pH Terhadap Bioremediasi	13
2.10.3	Pengaruh Suhu Terhadap Bioremediasi	14
2.10.4	Pengaruh DO Terhadap Bioremediasi	14
2.11	Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	17
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3	Metode Kerja.....	19
3.3.1	Uji Pendahuluan.....	19

3.3.2	Sampling Air Limbah.....	20
3.3.3	Pembuatan Media.....	21
3.3.4	Sterilisasi Alat dan Bahan	22
3.3.5	Pengenceran Bertingkat.....	22
3.3.6	Isolasi Bakteri	22
3.3.7	Identifikasi Bakteri.....	23
3.3.8	Pengukuran Parameter Limbah Sebelum Pengolahan	24
3.3.9	Uji Bakteri Pada Reaktor Limbah.....	24
3.3.10	Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fe oleh Bakteri.....	25
3.4	Variabel Penelitian	26
3.5	Analisis Data.....	27
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Bakteri Resisten Terhadap Logam Besi (Fe)	29
4.1.1	Hasil Morfologi Pada Bakteri Air Limbah dan Air Rawa	30
4.1.2	Hasil Morfologi Sel Bakteri Dengan Uji Pewarnaan Gram ...	31
4.2	Kondisi Parameter Air Limbah Sebelum Pengolahan.....	33
4.3	Pengaruh Bioremediasi Terhadap Parameter Air Limbah Bauksit	35
4.3.1	Pengaruh Bioremediasi Dalam Penurunan Parameter Fe	35
4.3.2	Pengaruh Bioremediasi Dalam Penurunan Parameter TSS....	39
4.3.3	Uji Parameter pH	42
4.3.4	Uji Parameter Suhu	44
4.3.5	Uji Parameter Oksigen Terlarut (DO).....	46
4.4	Analisis Uji Statistik.....	47

4.4.1 Uji Normalitas	47
4.4.2 Uji Homogenitas	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Pencucian Bijih Bauksit	6
Tabel 3.1	Hasil Uji Air Limbah Pencucian Bijih Bauksit	20
Tabel 4.1	Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Air Limbah dan Air Rawa.....	30
Tabel 4.2	Hasil Morfologi Sel Bakteri	31
Tabel 4.3	Hasil Uji Air Limbah Pencucian Bijih Bauksit <i>Inlet</i>	33
Tabel 4.4	Kemampuan Bakteri Dalam Penurunan Fe Berdasarkan Variasi Konsentrasi Limbah (KL).....	36
Tabel 4.5	Kemampuan Bakteri Dalam Penurunan TSS Berdasarkan Variasi Konsentrasi Limbah (KL).....	40
Tabel 4.6	Tabel Hasil Uji Normalitas Menggunakan Uji Shapiro-Wilk ..	47
Tabel 4.7	Hasil Uji Homogenitas	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perusahaan PT. ANTAM (UBPB) Tayan	4
Gambar 2.2	Bijih Bauksit	5
Gambar 2.3	Kolam Penampungan Limbah Bijih Bauksit PT. ANTAM.....	6
Gambar 3.1	Lokasi Bukit 7 PT. ANTAM	18
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1	Bakteri Murni Air Limbah (A) dan Air Rawa (B)	29
Gambar 4.2	Morfologi Koloni Bakteri.....	30
Gambar 4.3	Hasil Morfologi Sel.....	32
Gambar 4.4	Kondisi Air Limbah Pencucian Bijih Bauksit PT. ANTAM....	34
Gambar 4.5	Grafik Penurunan Parameter Fe.....	35
Gambar 4.6	Grafik Penurunan Parameter TSS.....	39
Gambar 4.7	Grafik Parameter pH	43
Gambar 4.8	Grafik Parameter Suhu	45
Gambar 4.9	Grafik Parameter DO	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan pertambangan bauksit yang beroperasi di daerah Kalimantan Barat salah satunya PT. ANTAM Tbk, tepatnya terletak di Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau. Hasil dari kegiatan ini yaitu bijih bauksit yang bisa diolah menjadi alumina dan menjadi logam aluminium. Bijih bauksit memiliki senyawa pengotor antara lain besi, silika dan titanium yang dapat mempengaruhi kualitas bijih bauksit sehingga harus dipisahkan dengan proses pencucian. Adapun target produksi bauksit bersih pada kegiatan pencucian PT. ANTAM yang dicapai sebesar 55.000 ton/bulan. Jika target produksi bauksit bersih yang akan dicapai dalam jumlah besar, maka dampak dari limbah yang dihasilkan juga semakin besar yaitu penurunan kualitas air akibat kegiatan pencucian (Alviansyah, 2019).

Kegiatan pencucian bauksit menghasilkan limbah cair dan padatan yang kemudian dialirkan ke kolam pengendapan, hal ini bertujuan agar padatan dapat mengendap dan air dapat digunakan kembali. Namun, selama masa pengendapan rentan terjadinya kebocoran saat musim hujan. Selain itu, terdapat penambahan air pada kolam sehingga sebagian air dialirkan lingkungan sekitar atau badan air guna menjaga daya tampung dari kolam (Kusmanto, 2019). Adanya aliran air ke lingkungan memiliki potensi untuk mencemari lingkungan. Pencemar yang terkandung pada limbah bauksit salah satunya logam besi (Fe). Penelitian Alviansyah (2019) menyebutkan logam berat yang terdapat pada limbah pencucian bauksit diantaranya besi (Fe), tembaga (Cu), nikel (Ni), mangan (Mn) serta timbal (Pb). Hasil uji parameter pada air limbah bauksit PT. ANTAM Tayan yang melebihi baku mutu adalah logam besi (Fe), jika Fe dalam perairan melebihi baku mutu akan berdampak pada keseimbangan ekosistem akuatik sehingga mengalami degradasi kualitas air dan menjadi racun bagi organisme yang terakumulasi.

Perusahaan bauksit wajib memenuhi regulasi yang mengacu pada PERMENLH nomor 34 tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan

Pertambangan Bauksit. Berdasarkan penelitian terdahulu, maka dilakukan uji pendahuluan mengenai kualitas limbah pencucian bauksit PT. ANTAM pada kolam pengendapan (kolam 2). Hasil uji Fe yang didapat sebesar 9,06 mg/L yang menunjukkan nilai Fe melebihi baku mutu, dimana Fe yang diperbolehkan maksimal 5 mg/L. Maka dari itu, air limbah pencucian bijih bauksit perlu diperhatikan agar dapat meminimalisir dan dilakukan pencegahan agar tidak berdampak buruk pada lingkungan salah satunya dengan bioremediasi.

Bioremediasi merupakan proses pengolahan menggunakan bantuan mikroorganisme dalam mengatasi cemaran pada lingkungan. Secara alami, suatu ekosistem memiliki mekanisme dalam mengurangi kontaminasi pencemar itu sendiri yaitu adanya bakteri *indigenous*. Menurut Pramesti (2019) bahwa bakteri *indigenous* memiliki kemampuan adaptasi yang baik bagi lingkungan tercemar, tidak memerlukan biaya besar, dan lebih efektif dalam mereduksi pencemar dibandingkan bakteri komersial. Selain itu, pengolahan menggunakan bioremediasi merupakan alternatif yang mudah diaplikasikan, murah dan lebih aman karena tidak menghasilkan sisa pengolahan yang berbahaya dibandingkan menggunakan metode fisika dan kimia seperti filtrasi, aerasi dan koagulasi yang relatif mahal, membutuhkan energi dan bahan kimia yang cukup besar (Zulaika, 2012). Berdasarkan penelitian Farisna (2015) ditemukan hasil isolat bakteri yang resisten terhadap besi hingga konsentrasi 300 mg/L.

Penelitian ini berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan pengolahan bioremediasi untuk melihat potensi bakteri *indigenous* dalam menurunkan pencemar besi (Fe) yang terkandung pada air limbah pencucian bijih bauksit melalui isolasi dan identifikasi bakteri. Sehingga diharapkan didapat bakteri yang berpotensi menurunkan pencemar besi sebagai upaya dalam pengendalian pencemaran pada lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah jenis isolat bakteri *indigenous* pada air limbah pencucian bijih bauksit dan air rawa PT. ANTAM yang berpotensi meremediasi air limbah yang tercemar logam besi (Fe)?
2. Bagaimana pengaruh bakteri *indigenous* dalam meremediasi air limbah yang mengandung logam besi (Fe) dengan berbagai variasi konsentrasi air limbah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui jenis isolat bakteri *indigenous* pada air limbah pencucian bijih bauksit dan air rawa PT. ANTAM yang berpotensi meremediasi air limbah yang tercemar logam besi (Fe).
2. Untuk mengetahui pengaruh bakteri *indigenous* dalam meremediasi air limbah yang mengandung logam besi (Fe) dengan berbagai variasi konsentrasi air limbah.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium.
2. Air limbah yang digunakan pada reaktor diambil dari air limbah pencucian bijih bauksit kolam 2 PT. ANTAM dan bakteri yang diidentifikasi yaitu bakteri dari air limbah pencucian bijih bauksit kolam 2 PT. ANTAM yang mampu tumbuh dalam media NA – Fe 5 mg/L.
3. Penelitian ini hanya mengidentifikasi jenis bakteri yang resisten terhadap Fe dan tidak dilakukan perhitungan jumlah bakteri.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan acuan mengenai jenis bakteri *indigenous* pada air limbah pencucian bijih bauksit yang berpotensi dalam meremediasi air limbah yang mengandung logam besi (Fe) serta

memberi alternatif pengendalian dan penanganan pencemaran lingkungan oleh logam besi (Fe).