

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI RESISTEN
MERKURI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI PADA LIMBAH
PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN; *LITERATURE REVIEW***

KARYA TULIS ILMIAH

**EGI AGESTI NIM
: KHGE18037**



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM D-III ANALIS KESEHATAN
2021**

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI RESISTEN
MERKURI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI PADA LIMBAH
PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN; *LITERATURE REVIEW***

KARYA TULIS ILMIAH

**Diajukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan program pendidikan
Diploma III Analis Kesehatan di STIKes Karsa Husada Garut**

**EGI AGESTI NIM
: KHGE18037**



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM D-III ANALIS KESEHATAN
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

NAMA : EGI AGESTI
NIM : KHGE18037
**JUDUL : ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI RESISTEN
MERKURI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI PADA
LIMBAH PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN**

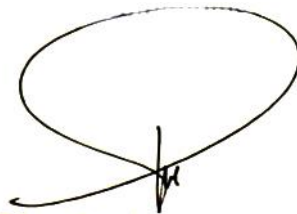
KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, Oktober 2021

Menyetujui,

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop with a vertical line extending downwards from the center of the loop, ending in a small hook.

Rina Herlina, S.KM, M.A

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA : EGI AGESTI
NIM : KHGE18037
**JUDUL : ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI RESISTEN
MERKURI SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI PADA
LIMBAH PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN**

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis ini telah diujikan pada sidang Karya Tulis Ilmiah
Program Studi D-III Analis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut

Garut, Oktober 2021

Menyetujui,

Penguji I



Iwan Wahyudi, S.Kep., Ns., M.Kep

Penguji II



N. Ai Erlinawati, M.Pd

Mengetahui,

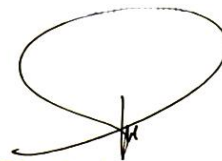
Ketua Prodi D-III Analis Kesehatan



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

Mengesahkan,

Pembimbing



Rina Herlina, SKM., M.A

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, KTI ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Ahli Madya Analis Kesehatan (A.Md.Kes.), baik dari STIKes Karsa Husada maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, Oktober 2021
Yang membuat pernyataan

EGI AGESTI

NIM : KHGE18037

ABSTRAK

EGI AGESTI. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri Sebagai Agen Bioremediasi Pada Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin; *Literature Review*. Dibimbing oleh RINA HERLINA.

Terdiri dari V Bab, 46 Halaman, 4 Tabel, 1 lampiran

Limbah penambangan emas tanpa izin memiliki kandungan merkuri yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi dampak negative yang ditimbulkan oleh limbah penambangan emas tersebut, perlu dilakukan metode yang dapat mengurangi konsentrasi merkuri agar tidak membahayakan lingkungan dan Kesehatan manusia, salah satunya dengan teknik bioremedasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *literature review*. Hasil pencarian sejumlah jurnal dari database *Google Scholar* dan Media neliti dengan kata kunci isolasi bakteri-merkuri+limbah penambangan emas ditemukan 3 jurnal terpilih. Dari ketiga jurnal tersebut diperoleh hasil tumbuhnya bakteri resisten merkuri pada isolasi dari media sudah ditambahkan HgCl₂. Ketiga penelitian tersebut, tidak menyebutkan kadar merkuri pada limbah, sehingga penelitian selanjutnya hendaknya mengukur kadar awal merkuri, yang memungkinkan menjadi factor penentu ketahanan/resistensi bakteri terhadap merkuri.

Kata Kunci : Limbah Penambangan Emas, Merkuri, Isolasi, Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri.

Pustaka : 42 buah (2011-2021)

ABSTRACT

EGI AGESTI. Isolation and Identification of Mercury Resistant Bacteria as Bioremediation Agents in Unlicensed Gold Mining Waste; *Literature Review*. Supervised by RINA HERLINA.

Consists of V Chapters, 46 Pages, 4 Tables, 1 Appendix

Unlicensed gold mining waste contains mercury which can cause environmental pollution. To reduce the negative impact caused by the gold mining waste, it is necessary to do a method that can reduce the concentration of mercury so as not to harm the environment and human health, one of which is by using bioremediation techniques. This study aims to determine the isolation and identification of mercury-resistant bacteria as bioremediation agents in unlicensed gold mining waste. The method used in this study is a *literature review*. The results of a search for a number of journals from the database *Google Scholar* and *Mediasearching* with the keywords isolation of bacteria-mercury+gold mining waste found 3 selected journals. From the three journals, the results of the growth of mercury-resistant bacteria were obtained in isolation from media with HgCl added. The three studies did not mention mercury levels in the waste, so that further research should measure the initial levels of mercury, which may be a determining factor for bacterial resistance/resistance to mercury.

Keywords : Gold Mining Waste, Mercury,

Isolation, Identification of Mercury Resistant Bacteria.

Libraries : 42 pieces (2011-2021)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sejarah Pertambangan Di Indonesia	6
2.2 Proses Penambangan Emas	6
2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah Penambang Emas	11
2.4 Merkuri.....	12
2.5 Bioremediasi.....	14
2.6 Bakteri Resisten Merkuri	15
2.7 Mekanisme Bakteri Resisten Merkuri	16
2.8 Isolasi dan Identifikasi Bakteri.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Desain Penelitian.....	20
3.2 Strategi Pencarian.....	20
3.2.1 Data Base / Search Engine	20
3.2.2 Keywords / Kata kunci yang digunakan	20

3.2.3 Analisis Data	20
3.2.4 Diagram Alir Prisma	21
3.3 Kriteria Inklusi dan Eklusi	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian.....	24
4.2 Pembahasan	29
4.2.1. Isolasi Bakteri.....	30
BAB V KESIMPULAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
5.2.1 Bagi Penulis.....	34
5.2.2 Bagi Institusi	34
DAFTAR PUSTAKA	35
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses penambangan emas secara tradisional.....	9
Gambar 2.2 Limbah Penambangan emas cemari sungai	10
Gambar 2. 3 Profil Merkuri	13
Gambar 2.4 Hasil Isolasi Bakteri.....	17
Gambar 2.5 Bakteri gram positif dan gram negatif	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Prisma.....	21

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah penambang emas	11
Tabel 3.1 Kriteria Inklusi dan Kriteria Ekslusi	22
Tabel 4.1 Hasil Penelitian	25
Tabel 4.2 Hasil pengamatan makroskopis koloni penelitian Mangesa	27
Tabel 4.3 Hasil pengamatan makroskopis koloni penelitian Ulfa.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar bimbingan Kara Tulis Ilmiah	39
Lampiran 2 Artikel hasil pencarian	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam terbesar di dunia. Baik sumber daya alam yang dapat diperbaharui maupun tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, adalah emas. Bahkan, Indonesia merupakan penyumbang emas terbesar di dunia. Menurut Kepala Badan Geologi Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral CNBC Indonesia (Umah, 2020) bahwa dalam bentuk sumber daya, total bijih emas di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 14,95 miliar ton, dengan kandungan logam emas 13,3 ribu ton. Sedangkan total cadangan bijih emas di Indonesia tercatat 3,5 miliar ton, dengan kandungan logam emas 4,6 ribu ton. Target produksi emas oleh kementerian energi dan sumber daya mineral 100 ton. Dari tahun ke tahun produksi emas cenderung stabil yakni pada tahun 2015 produksi emas 97,44 ton, tahun 2016 mencapai 91,08 ton, tahun 2017 sebanyak 101,52 ton, tahun 2018 produksi mencapai 135,25 ton, tahun 2019 mencapai sebesar 109,02 ton (Husaini, 2020)

Emas banyak diproduksi, karena manfaatnya yang banyak antara lain; sebagai perhiasan, bahan baku industri. kesehatan gigi, perlengkapan untuk pesawat luar angkasa, produksi alat elektronik. Lebih dari itu, emas dapat digunakan sebagai tolak ukur moneter yang sewaktu-waktu dapat dialihfungsikan sebagai pengganti mata uang kertas. Selain itu, emas banyak diminati oleh masyarakat karena

kepemilikan emas merupakan salah satu investasi yang paling menjanjikan, karena emas sulit dipalsukan, tidak bisa kadaluwarsa, dan mudah dijual.

Keberadaan emas yang sangat luar biasa tersebut, mendorong masyarakat untuk melakukan eskplorasi secara illegal, suatu aktivitas bisa dikatakan legal apabila dilakukan dengan izin resmi dari instansi pemerintah terkait, sesuai dengan peraturan perundang undangan yang berlaku. Pada penambangan emas tanpa ijin (PETI) proses dilakukan secara manual, yaitu menggunakan bahan merkuri. Sumantri (2014) mengatakan bahwa kegiatan PETI dilakukan secara tradisional melalui teknik amalgamasi atau penggunaan merkuri dalam pengolahannya.

Aktivitas PETI ini menyebabkan terjadinya kontaminasi merkuri pada perairan, kadar merkuri tinggi atau melebihi ambang batas, yang diakibatkan proses percampuran emas dan merkuri dibutuhkan aliran air untuk memisahkan batuan halus dan amalgam yang nantinya sisa limbahnya akan dialirkan ke kolam penampungan yang mengalir masuk ke sungai, tanah dan perairan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Putri (2018) di Sungai Kuantan Riau yang menyebutkan bahwa kadar merkuri mencapai 13,6 ppb atau 0,0136 ppm, begitu juga dengan penelitian Putri dan Desti (2018) , menyebutkan bahwa kadar merkuri pada limbah PETI di Kabupaten Singingi sebesar 0,4052 mg/L. Sementara, angka baku mutu limbah yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 tahun 2004 tentang kegiatan pertambangan bijih emas, kadar merkuri pada air limbah sebesar 0,005 mg/L (Menteri Lingkungan Hidup, 2004). Adapun berdasarkan, baku mutu PP No. 82 Tahun 2001 batas kadar merkuri adalah 1 ppb atau 0,001 ppm (Peraturan Pemerintah, 2001).

Akibat dari pencemaran merkuri dapat mencemari perairan yang berakibat penurunan kualitas air dan merusak ekosistem terutama hewan air di sekitar di perairan yang nantinya akan di makan oleh manusia. Selain itu, pencemaran merkuri dapat menyebabkan bahaya yang serius bagi kesehatan manusia. Bahaya merkuri tersebut jika masuk atau meresap dalam tubuh manusia, antara lain, merusak sistem pusat nerves, sistem endoktrin, ginjal dan organ bagian badan yang lain dan akan mempengaruhi mulut, gusi dan gigi. Uap merkuri di udara jika terhirup oleh manusia dapat mengakibatkan kerusakan otak, dan menyebabkan kematian (Putranto, 2011). Diketahui bahwa merkuri merupakan unsur logam berat yang paling beracun apabila terpapar dengan konsentrasi tinggi.

Buruknya dampak yang ditimbulkan oleh limbah merkuri perlu mendapatkan perhatian khusus, dengan cara mengurangi konsentrasinya agar tidak membahayakan bagi lingkungan sekitar, termasuk kesehatan manusia. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan teknik bioremediasi. Dengan Teknik ini, konsentrasi senyawa merkuri dapat menurun sehingga pencemaran lingkungan akibat penggunaan merkuri dapat tertanggulangi.

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan, menjadi tidak kompleks dan tidak berbahaya (Ledheng, et al., 2018). Pengurangan konsentrasi merkuri dapat dilakukan oleh bakteri yang memiliki kemampuan resistensi terhadap merkuri. Mekanisme yang terdapat dalam bakteri resisten

merkuri untuk mereduksi merkuri salah satunya dengan mengubah Hg^{2+} menjadi Hg^0 dengan enzim merkuri reduktase.

Untuk memperoleh bakteri resisten terhadap merkuri dilakukan dengan cara isolasi, isolasi ini bertujuan untuk mendapatkan biakan murni lalu ditanam ke media agar tumbuh menjadi koloni yang berasal dari bakteri tunggal. Diamati koloni bakteri yang tumbuh berdasarkan karakteristik morfologi seperti warna, evaluasi, ukuran dan tepian koloni bakteri (Wondal, et al., 2019). Kemudian identifikasi dari bakteri yang telah ditemukan dengan melakukan pewarnaan gram untuk membedakan apakah bakteri tersebut termasuk bakteri gram positif atau bakteri gram negatif, lalu berdasarkan ciri morfologi dan fisiologi melalui uji biokimia.

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resistensi Merkuri Sebagai Agen Bioremediasi Pada Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui isolasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin

2. Untuk mengetahui identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin?

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Diharapkan karya tulis ilmiah ini dapat digunakan untuk pengembangan ilmu dalam bidang Bakteriologi dan menambah wawasan untuk pembaca serta dapat dijadikan referensi untuk melakukan pengembangan penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Institusi

Diharapkan menjadi bahan masukan untuk pengembangan ilmu, khususnya bidang Analis Kesehatan terkait dengan mengetahui isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin.

b. Bagi Peneliti Selanjutnya

Diharapkan karya tulis ilmiah ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya untuk mengetahui jenis bakteri resisten merkuri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Pertambangan Di Indonesia

Pertambangan di Indonesia dimulai dengan kegiatan pertambangan yang dilakukan secara tradisional oleh penduduk setempat dengan meminta izin kepada sultan ataupun raja. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya pengrajin dan perkakas logam pada saat itu yang dikenal sebagai zaman perunggu. Beberapa daerah di Nusantara pertambangan memerlukan izin dari penguasa setempat seperti raja atau sultan, seperti di daerah Sumatera Barat pada zaman Kerajaan Minangkabau.

Setelah Proklamasi Kemerdekaan, pada tanggal 28 September 1945 lembaga itu diambil alih oleh pejuang Republik Indonesia dan namanya diganti menjadi Poesat Djawatan Tambang dan Geologi (PDTG). Ketika kota Bandung diduduki Belanda, PDTG mengungsi ke beberapa daerah di Jawa Barat dan Jawa Tengah selama Desember 1945-Desember 1949, dan kantor di Wilhemina Boulevard itu dipakai lagi oleh Mijnbouw sebagai pusat kegiatannya. Selanjutnya pada tahun 1950 semua kegiatan tambang dan geologi, baik PDTG maupun Mijnbouw dijadikan satu dengan nama Djawatan Pertambangan Republik Indonesia (Banten, 2013).

2.2 Proses Penambangan Emas

Penambangan emas dilakukan dengan dua cara, yaitu secara modern dan tradisional.

1. Proses Penambangan emas secara modern

Terdapat beberapa Proses Penambangan Emas Secara Modern, yaitu;

Berikut ini ada beberapa proses penambangan emas secara modern.

a. Proses Hidrometalurgi

Proses ini dimulai dengan pendulangan emas, yaitu kegiatan mengumpulkan emas secara random, untuk dipisahkan secara manual dengan batu alam selain emas lainnya. Hidrometalurgi adalah proses penambangan emas dengan menggunakan senyawa kimia.

Hidrometalurgi dilakukan dalam 3 tahapan, yakni:

Tahap pelindian, merupakan proses pemisahan emas dari kotoran dengan mencampurkan senyawa kimia khusus. Setelah itu, emas dengan batuan lainnya secara otomatis akan terpisah setelah diberi senyawa kimia tersebut.

Tahap pemekatan, merupakan proses pemurnian emas dengan tingkat kemurnian tertentu dengan meningkatkan dosis senyawa kimia yang telah dicampurkan.

Tahap pengambilan, ini merupakan tahapan akhir, tahapan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan emas murni yang telah dipilih sebelumnya.

b. Proses Pirometalurgi

Proses pengolahan emas ini dilakukan dengan memfokuskan pada pemberian suhu panas dari proses pembakaran. Terdapat 5 tahapan yang dijalankan pada proses Pirometalurgi, yaitu:.

Tahap pengeringan, dilakukan dengan memasukkan batuan campuran emas ke dalam alat yang bersuhu 120°C, bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersimpan.

Tahap kalsinasi, dilakukan menggunakan tungku khusus, bertujuan untuk menguraikan bijih emas campuran panas yang telah diproses sebelumnya.

Tahap pemanggangan, dilakukan menggunakan senyawa kimia. Pada tahapan ini suhu pemanggangan disesuaikan dengan titik didih emas, karena suhu harus berada di bawah titik didih material terkait agar tidak merusak kondisinya.

Tahap peleburan, tahapan ini bertujuan untuk melelehkan semua jenis batuan yang telah diproses sebelumnya. Pada saat peleburan suhu justru harus berada di atas titik didih material, agar bisa dilelehkan dengan sempurna.

Tahap pemurnian, disinilah emas murni dan batuan yang dianggap pengotor dipisahkan secara sempurna. Sebagai catatan, proses pemurnian ini tak menggunakan tenaga manual, melainkan masih berbasis temperatur panas.

(Agincourt resources, 2020)

Limbah yang dihasilkan dari proses penambangan modern di olah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengolah cairan yang dihasilkan pada sisa proses

produksi pabrik, sehingga cairan tersebut layak dibuang ke lingkungan (Rahmawati, 2014).

2. Proses Penambangan Emas Secara Tradisional



Gambar 2.1 Proses penambangan emas secara tradisional

sumber data; Mineral, 2014

Proses penambangan emas tradisional dilakukan secara manual tanpa teknologi. Hal ini dilakukan karena lebih ekonomis dan tidak memerlukan biaya produksi yang besar. terdapat 2 metode proses penambangan secara tradisional yakni:

Metode pendulangan, proses ini menggunakan kual, Kual ini diisi dengan pasir yang diperkirakan mengandung emas. Kemudian diisi dengan sedikit air dan digoyang-goyangkan, maka akan terjadi batuan emas yang mengendap di kual. Melalui proses ini, kualitas batuan emas akan mempengaruhi hasil.

Batuan emas yang dihasilkan selama proses pendulangan masih tertutup oleh kotoran dan mineral tertentu. Untuk pemisahan kotoran dan mineral yang masih menempel di batuan emas, metode ini menggunakan merkuri.

(Agincourt resources, 2021)

Merkuri digunakan dalam pengolahan bijih emas karena sifatnya yang dimiliki merkuri dapat digunakan untuk mengikat emas dari bijih emas yang

telah diremukkan dan digiling. Pada proses yang dilakukan oleh penambangan secara tradisional tanpa dilakukan pengolahan yang benar, akan menyebabkan merkuri terlepas ke lingkungan (Putra dkk., 2020). Aktivitas penambangan ini akan menghasilkan limbah beracun yang merusak lingkungan hidup yaitu limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) karena limbah yang masih mengandung merkuri akan dibuang ke tanah atau sungai (Payung & Kojong, 2018).



Gambar 2.2 Limbah Penambangan emas cemari sungai
sumber data; Bowo Santoso, 2011

Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun menjelaskan bahwa Karakteristik Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah:

1. Mudah meledak
2. Mudah menyala
3. Reaktif
4. Infeksius
5. Korosif; dan/atau
6. Beracun

2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah Penambang Emas

Limbah penambang emas dapat dialirkan ke perairan apabila telah memenuhi standar yang diatur berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 Tahun 2004 yang mengatur tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan bijih emas dan atau tembaga yang berbunyi “Baku mutu air limbah usaha dan atau kegiatan pertambangan bijih emas dan atau tembaga adalah ukuran batas atau kadar maksimum unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke sumber air dari usaha dan atau kegiatan pertambangan bijih emas dan atau tembaga” (Menteri Lingkungan Hidup, 2004). Dibawah ini tabel baku mutu air limbah.

Tabel 2.1 Baku mutu air limbah penambang emas

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metode Analisis**
Ph		6 – 9	SNI 06-6989-11-2004
TSS	mg/L	200	SNI 06-6989-3-2004
Cu*	mg/L	2	SNI 06-6989-6-2004
Cd*	mg/L	0,1	SNI 06-6989-18-2004
Zn*	mg/L	5	SNI 06-6989-7-2004
Pb*	mg/L	1	SNI 06-6989-8-2004
As*	mg/L	0,5	SNI 06-2913-1992

Ni*	mg/L	0,5	SNI 06-6989-22-2004
Cr*	mg/L	1	SNI 06-6989-22-2004
Hg*	Mg/L	0,005	SNI 06-24622-1991

sumber data; Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 Tahun 2004

2.4 Merkuri

Merkuri atau air raksa merupakan salah satu logam berat yang paling berbahaya dan berada di lingkungan dalam berbagai bentuk senyawa (Fatimawali, et al., 2011). Merkuri secara alami di alam dalam beberapa bentuk. Bentuk merkuri di alam dapat dikategorikan menjadi tiga, yakni logam berat merkuri (merkuri elemental), merkuri anorganik, dan merkuri organik.

1. Merkuri elemental, merupakan logam berat berwarna perak berwujud cair pada suhu ruang dan mudah menguap akibat pemanasan. Uap merkuri tidak berwarna dan tidak berbau. Semakin tinggi suhu lingkungan, semakin banyak uap merkuri terlepas ke lingkungan.
2. Merkuri anorganik, merupakan senyawa yang muncul ketika merkuri elemental bereaksi dengan klorin, sulfur atau oksigen. Senyawa merkuri organik umumnya berbentuk serbuk, dan berwarna putih, dan disebut juga garam merkuri.
3. Merkuri organik, terjadi apabila merkuri bereaksi dengan senyawa karbon. Merkuri organik telah digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam dunia medis. Merkuri organik ditemukan dalam fungisida, sehingga pajanan terhadap merkuri organik sangat

memungkinkan. Di lingkungan, merkuri organik umum ditemukan sebagai kontaminan dalam rantai makanan.

(Indonesia, 2016)



Gambar 2. 3 Profil Merkuri
sumber data; kompasiana 2017

Merkuri (Hg) adalah logam yang ada secara alami, merupakan satu-satunya logam yang pada suhu kamar berwujud cair. Logam murni berwarna keperakan/putih keabu-abuan, cairan tak berbau, dan mengkilap. Bila dipanaskan sampai suhu 357°C Hg akan menguap, merkuri ini banyak tertimbun di daerah pertambangan (Adhani & Husaini, 2017). Unsur merkuri di alam biasanya terikat pada batuan dan tanah. Adapun beberapa sumber merkuri di alam adalah gunung berapi, endapan alami merkuri dan air laut. Merkuri di alam tersebut dapat terlepas dengan sendirinya ke lingkungan; misalnya pada saat meletusnya gunung merapi dan penguapan air laut. Selain itu merkuri juga dapat terlepas ke lingkungan melalui aktivitas manusia; seperti pada kebakaran hutan, pengolahan batubara, dan

pembakaran batubara, pembakaran sampah, pengolahan logam besi, perak, emas, dan lain-lain (Muslim, 2020).

Siklus merkuri di alam dimediasi oleh proses geologi dan biologi. Bentuk utama merkuri di atmosfer adalah uap merkuri (Hg^0) akan berinteraksi dengan ozon dengan adanya air, sehingga merkuri akan menguap dan teroksidasi menjadi merkuri ion merkuri (Hg^{2+}). Sebagian besar merkuri yang masuk ke lingkungan perairan adalah (Hg^{2+}) kemudian akan menjadi metil merkuri. Metil merkuri yang larut dalam air akan diserap oleh mikroorganisme. Mikroorganisme ini akan dimakan oleh ikan kecil, kemudian ikan kecil akan dimakan oleh ikan besar, begitu seterusnya hingga ikan tersebut akan dimakan oleh manusia. Umumnya bentuk senyawa merkuri yang terpapar ke manusia adalah metil merkuri yang sangat toksik bagi semua organisme hidup. (Suryani, 2011).

2.5 Bioremediasi

Bioremediasi merupakan proses yang melibatkan mikroorganisme untuk mengubah molekul polutan organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya lagi bagi lingkungan dan makhluk hidup. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut, peristiwa tersebut disebut biotransformasi. Biotransformasi berujung pada biodegradasi, dimana polutan beracun terdegradasi, strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun (Sunaryanto, 2017).

Upaya untuk penanggulangan bahaya pencemaran yang disebabkan oleh merkuri telah banyak dilakukan. Merkuri yang terdapat dalam limbah di perairan

ini akan diubah oleh aktifitas mikroorganisme menjadi senyawa methyl merkuri ($\text{CH}_3\text{-Hg}$) yang memiliki sifat beracun disamping kelarutannya yang tinggi terutama pada tubuh hewan air. Bioremediasi merkuri dapat dilakukan menggunakan mikroorganisme resisten merkuri, misalnya seperti bakteri resisten merkuri. Bioremediasi merkuri oleh bakteri resisten merkuri terjadi karena bakteri resisten merkuri memiliki gen resisten merkuri, yaitu mer operon yang mengubah Hg^{2+} menjadi Hg^0 (Suryani, 2011).

2.6 Bakteri Resistensi Merkuri

Berbagai macam bakteri Gram-positif dan Gram-negatif memiliki mekanisme resistensi yang unik terhadap logam berat merkuri dan mengubah bentuk merkuri yang beracun menjadi bentuk yang tidak beracun (Das, 2014). Bakteri yang resisten terhadap merkuri umumnya mampu mentransformasi bentuk merkuri organik dan anorganik menjadi bentuk yang kurang kompleks dan kurang beracun dengan bantuan gen mer operon. Mer operon ini dapat ditemukan pada transposon, plasmid atau kromosom bakteri (Pushkar, et al., 2019). Gen-gen yang berkelompok dalam mer operon membantu bakteri untuk mengurangi dan mendetoksifikasi Hg^{2+} secara enzimatik dalam logam merkuri yang mudah menguap dan tidak terlalu beracun Hg^0 (Kotwal, et al., 2018).

Bakteri resisten merkuri ditemukan dalam *Pseudomonas*, *Proteus*, *Xanthomonas*, *Alteromonas*, *Aeromonas*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Citrobacteria*, *Klebsiella*, dan *Rhodococcus* adalah organisme yang biasa digunakan dalam mekanisme bioremediasi (Irawati, et al., 2012).

2.7 Mekanisme Bakteri Resisten Merkuri

Mekanisme bioremediasi ini tidak lepas dari kerja enzim merkuri reduktase dan organomerkuri liase yang disandi oleh gen-gen yang terdapat pada plasmid dan transposon. Umumnya struktur mer operon terdiri dari gen metaloregulator (*merR*), gen transpor merkuri (*merT*, *merP*, *merC*), gen merkuri reduktase (*merA*) dan organomerkuri liase (*merB*). Enzim organomerkuri liase bekerja dengan memutuskan ikatan karbon-merkuri seperti pada senyawa metil (CH_3Hg^+) dan senyawa etil ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Hg}^+$) menjadi senyawa Hg^{2+} yang kemudian direduksi oleh enzim merkuri reduktase menjadi Hg^0 (Kepel, et al., 2019)

Akhirnya Hg^0 berdifusi di lingkungan sel untuk selanjutnya dikeluarkan dari sel bakteri. Bakteri yang hanya memiliki protein merkuri reduktase (*merA*) disebut dengan bakteri resisten merkuri spektrum sempit. Selain memiliki protein merkuri reduktase (*merA*) juga memiliki protein organomerkuri liase (*merB*). *MerB* berfungsi dalam mengkatalisis pemutusan ikatan merkuri-karbon sehingga dihasilkan senyawa organik dan ion Hg yang berupa garam tiol. Bakteri yang memiliki kedua protein merkuri reduktase (*merA*) dan organomerkuri liase (*MerB*) disebut dengan bakteri resisten merkuri spektrum luas (Suryani, 2011).

2.8 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Isolasi adalah cara untuk memisahkan atau memindahkan bakteri tertentu dari lingkungannya, sehingga diperoleh biakan murni. Pemisahan bakteri dari lingkungan bertujuan untuk memperoleh biakan bakteri yang sudah tidak bercampur lagi dengan bakteri lainnya dan disebut biakan murni. Prinsip dari isolasi bakteri ialah memisahkan satu jenis bakteri dengan bakteri lainnya yang berasal

dari campuran berbagai bakteri (Putri, et al., 2017). Hal ini dilakukan dengan menumbuhkan bakteri, untuk menumbuhkan dan mengembangbiakan bakteri diperlukan suatu substrat yang disebut media. Media pertumbuhan bakteri, mengandung berbagai nutrisi dan faktor-faktor yang memungkinkan sel bakteri tumbuh dengan baik. Media pertumbuhan ini dirancang untuk tidak memungkinkan mikroba selain fungi untuk tumbuh di dalam media tersebut. Salah satu media untuk menumbuhkan bakteri adalah media padat. Media padat merupakan media yang berbentuk padat dengan menambahkan komponen pematat seperti agar ke medium kaldu. Media padat umumnya dipergunakan untuk mempelajari penampilan atau koloni bakteri. Selain itu, dipergunakan juga untuk mengasikan kuman untuk mendapatkan koloni terpisah (untuk memperoleh biakan murni) (Boleng, 2015).



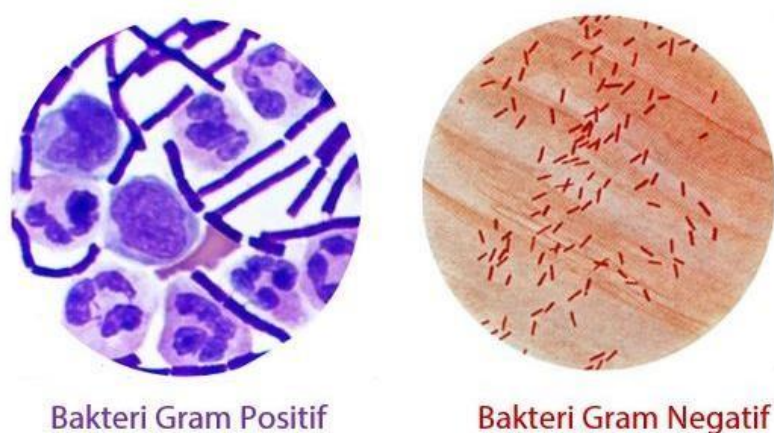
Gambar 2.4 Hasil Isolasi Bakteri

Sumber data; Putri 2020

Koloni bakteri adalah kumpula mikroba yang memiliki kesamaan sifat-sifat seperti bentuk, susunan, permukaan, dan sebagainya. Pengamatan morfologi koloni bakteri dilakukan dengan melihat bentuk koloni, ada koloni yang bulat, ada

yang memanjang. Lalu dilihat dalam bentuk tepian koloni seperti ada yang tepinya rata dan ada yang tidak rata. Dan yang terakhir dilihat dari warna koloni, kebanyakan koloni bakteri berwarna keputihan, atau kekuningan. Koloni ditumbuhkan pada media Nutrient Agar yang sudah mengandung merkuri (Villela, 2013). Media yang mengandung HgCl_2 paling tinggi yang dapat ditumbuhi bakteri resisten merkuri, kemudian dilakukan identifikasi bakteri.

Untuk mengidentifikasi suatu biakan murni bakteri hasil isolasi mula-mula diamati morfologi sel secara mikroskopik melalui pengecatan atau pewarnaan, salah satunya adalah pewarnaan gram. Pewarnaan gram adalah salah satu metode untuk mengetahui morfologi bakteri, yang bermanfaat untuk mengetahui apakah biakan bakteri masuk dalam golongan gram positif atau gram negatif. Bakteri yang tetap berwarna ungu dengan pewarnaan oleh kristal violet disebut bakteri gram positif, sedangkan bakteri yang warna ungunya hilang jika dibilas alkohol, tetapi tetap berwarna merah muda karena menahan warna merah safranin disebut bakteri gram negatif (Putri, et al., 2017).



Gambar 2.5 Bakteri gram positif dan gram negatif

Sumber data; Putri 2020

Setelah itu dilakukan uji biokimia yang terdiri dari uji indol menggunakan media semi padat yang kaya akan triptofan. Uji H₂S dengan menggunakan media Triple Sugar Iron Agar yang bertujuan untuk menentukan kemampuan isolat uji dalam memproduksi H₂S melalui reduksi thiosulfat. Uji sitrat menggunakan Simmons's Citrate Agar bertujuan untuk menentukan kemampuan bakteri dalam menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan energi (Mogi, 2013).

Selanjutnya dilakukan uji sensitivitas bakteri terhadap merkuri. Uji sensitivitas bakteri merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap zat antibakteri dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri. Pengujian sensitivitas bakteri terhadap merkuri dilakukan dengan metode difusi secara sumuran, metode ini dilakukan dengan membuat sumuran dengan diameter tertentu pada media agar yang telah ditanami mikroba uji. Sumuran dibuat tegak lurus terhadap permukaan media. Media yang digunakan adalah *Mueller Hinton Agar* dengan diberi HgCl₂. Resistensi bakteri terhadap merkuri ditandai dengan ada atau tidaknya zona bening. Luasnya zona jernih merupakan petunjuk kepekaan mikroba terhadap merkuri, (Putri, et al., 2017)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini merupakan penelitian berjenis *literature review*. Studi *literature review* adalah cara yang dipakai untuk mengumpulkan data atau sumber yang berhubungan pada sebuah topik tertentu yang bisa didapat dari berbagai sumber jurnal. *Literature review* ini untuk mengidentifikasi dan mengembangkan suatu teori, karya-karya hasil penelitian dan gagasan yang sudah dihasilkan oleh para peneliti (Rahayu, et al, 2015)

3.2 Strategi Pencarian

3.2.1 Data Base / Search Engine

Googe Scholar, Neliti.

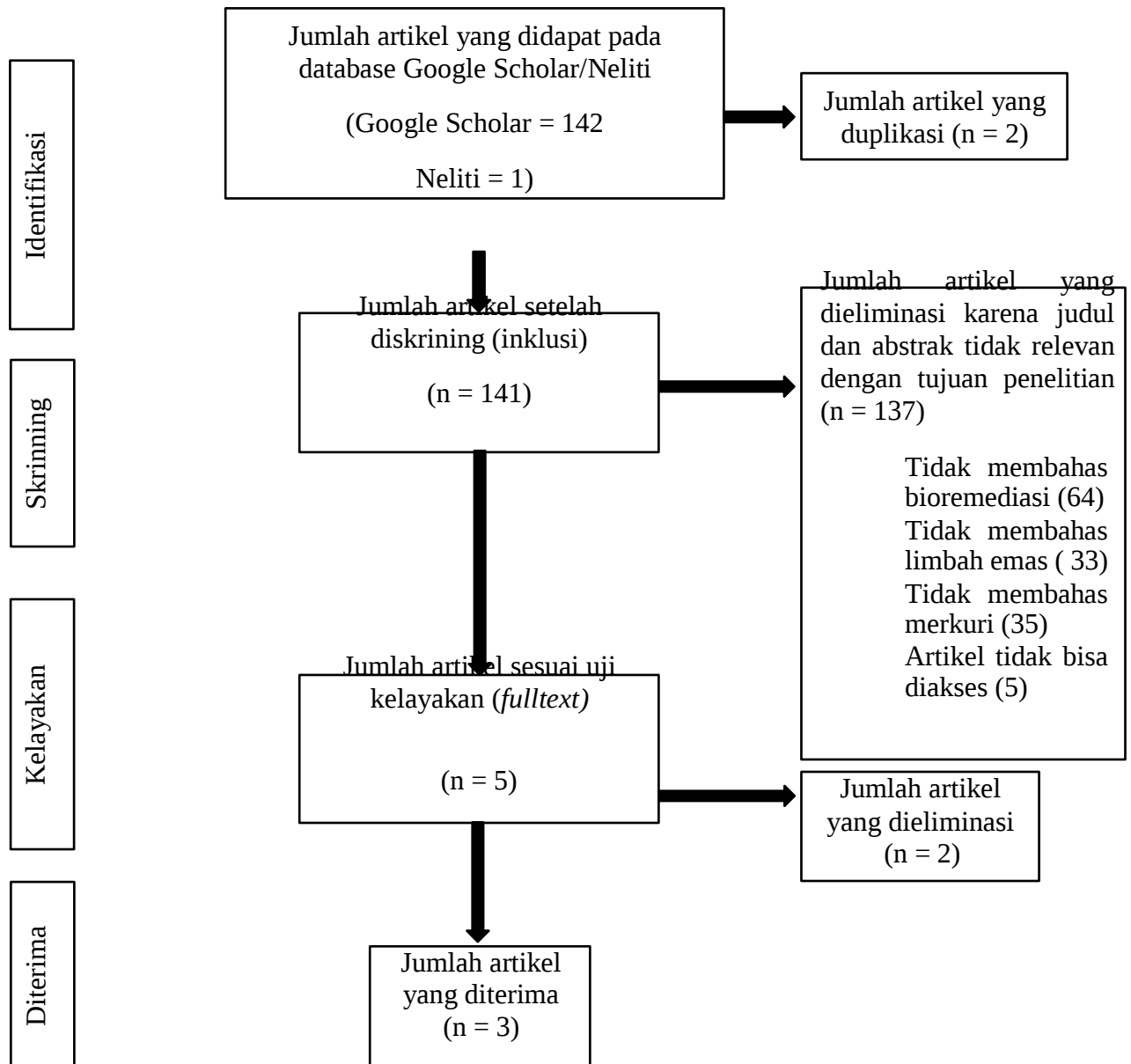
3.2.2 Keywords / Kata kunci yang digunakan

Kata kunci yang digunakan adalah limbah penambangan emas+ Merkuri+isolasi +identifikasi bakteri resisten merkuri, *gold mining waste+mercury+isolation+identification of bacteria resistant mercury*.

3.2.3 Analisis Data

Analisis data penelitian ini dengan menggunakan analisis deskriptif. Analisis Deskriptif adalah teknik analisis data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data, mengklarifikasikan data, menjelaskan dan menganalisis sehingga memberikan informasi dan gambaran yang jelas mengenai masalah yang diteliti (Karya, 2018)

3.2.4 Diagram Alir Prisma



Gambar 3.1 Diagram Alir Prisma

Sumber penelusuran penelitian ini diperoleh melalui media elektronik dan internet dengan menggunakan database Google Scholar dan Neliti. Proses yang digunakan untuk pemilihan artikel ditunjukkan pada Gambar 3.1. Jumlah artikel yang diidentifikasi oleh pencarian awal adalah 143. Selain itu, dicek adanya duplikasi dan didapatkan hasil 141 artikel. Dari 141 artikel ini dilihat judul dan abstrak nya dan 137 artikel dikeluarkan dengan alasan yaitu tidak membahas bioremediasi (n = 64), tidak membahas limbah penambangan emas (n = 33), tidak membahas merkuri (n = 35) dan artikel yang tidak bisa diakses (n = 5). Diperoleh 5 artikel fulltext yang layak untuk dianalisis , dari 5 artikel tersebut, ada 2 artikel yang dikeluarkan dengan alasan artikel berupa review (n = 2) . diperoleh 3 artikel yang selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut.

3.3 Kriteria Inklusi dan Ekslusi

Adapun Kriteria Inklusi dan Kriteria Ekslusi dalam penyusunan *literature review* menggunakan metode PICO:

Tabel 3.1 Kriteria Inklusi dan Kriteria Ekslusi

Kriteria	Kriteria Inklusi	Kriteria Ekslusi
<i>Population</i>	Jurnal nasional yang berhubungan dengan topik penelitian yaitu limbah penambangan emas tanpa izin	Jurnal nasional yang tidak berhubungan dengan topik yang akan diteliti untuk memenuhi kriteria inklusi
<i>Intervention</i>	Isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan tanpa izin	Isolasi dan identifikasi bakterir esisten merkuri sebagai agen bioremediasi selain pada penambangan emas tanpa izin
<i>Comparation</i>	Tidak ada faktor pembanding	Tidak ada faktor pembanding
<i>Outcome</i>	Hasil akhir yang didapatkan adalah adanya bakteri resisten	Tidak ada bakteri resisten merkuri pada limbah

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pencarian literature yang telah dilakukan mengenai isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri sebagai agen bioremediasi pada limbah penambangan emas tanpa izin. Pencarian data jurnal menggunakan *Google Scholar* dan Neliti dapatkan 3 jurnal yang memenuhi kriteria inklusi yang diterbitkan tahun 2015-2020. Hasil penelitian akan digambarkan pada table 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Penelitian

No	Judul, Tahun	Peneliti	Desain Penelitian	Media Isolasi	Identifikasi bakteri	Hasil Penelitian	Database
1	Isolasi bakteri resistensi merkuri dari limbah penambangan emas Kabupaten Buru, Maluku, 2020	Rosita Mangesa, dan Kasmawati	Survei deskriptif berbasis uji laboratorium	<i>Nutrient Agar</i> yang telah dicampurkan HgCl 30ppm	Uji sensitivitas pada bakteri	Diperoleh 17 isolat dengan karakteristik morfologi yang berbeda-beda serta ke 17 isolat tersebut memiliki kemampuan tahan terhadap bakteri	<i>Google Scholar</i>
2	Isolasi dan uji sensitivitas merkuri pada bakteri dari limbah penambangan emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat, 2016	Atiqa Ulfa, Endang Suarsini, Mimien Henie Irawati al Mudhar	Survei deskriptif berbasis uji laboratorium	<i>Nutrient Agar</i> yang telah dicampurkan HgCl ₂ 30ppm	Uji sensitivitas, pewarnaan gram serta uji biokimia	Diperoleh 4 isolat bakteri yang memiliki kemampuan tahan terhadap merkuri, serta berdasarkan uji sensitivitas didapatkan 2 isolat tergolong intermediet dan 2 isolat tergolong resisten	Neliti
3	Bioremediasi merkuri menggunakan bakteri indigenous dari limbah penambangan emas di Tumpang Pitu, Banyuwangi, 2018	Saundra Rosallina Lutfi, Wignyanto, Evi Kurniati	Survei deskriptif berbasis uji laboratorium	<i>Luria Bertani</i>	Pewarnaan gram, Microbact kit.	Diperoleh isolat bakteri mampu tumbuh dalam media yang telah ditambahkan merkuri dengan konsentrasi 130 ppm. Dengan bakteri jenis <i>Morganella morganii</i> dan	<i>Google Scholar</i>

						memiliki kemampuan tahan merkuri	
--	--	--	--	--	--	----------------------------------	--

Pada literature review ini dilakukan terhadap 3 artikel jurnal penelitian. Sampel yang digunakan adalah limbah penambangan emas tanpa izin. Limbah penambangan emas merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang dapat mencemari dan merusak lingkungan hidup. Limbah ini dihasilkan dari proses pertambangan emas tanpa izin yang menggunakan merkuri dalam pengolahannya.

Pada artikel pertama (Mangesa, et al., 2020) melakukan penelitian dari limbah penambangan emas tanpa izin di daerah Gunung Botak dan Gunung Gogorea. Sampel ditampung dalam botol reagen gelap dan setelah itu dipindahkan ke dalam botol yang sudah berisi Nutrient Broth. Selanjutnya dilakukan isolasi bakteri pada media NA-HgCl₂ 30 ppm, lalu dilakukan uji sensitivitas bakteri dengan menggunakan media Mueller Hinton Agar dengan konsentrasi HgCl₂ 30, 20, 10 ppm. Hasil yang diperoleh didapatkan 17 isolat memiliki kemampuan tahan terhadap merkuri dengan karakteristik morfologi berbeda-beda.

Tabel 4.2 Hasil pengamatan makroskopis koloni penelitian Mangesa

No	Kode isolat	Warna	Bentuk	Margin	Elevasi	Ukuran
1	B1.1	Putih susu	Bundar	Licin	Datar	Sedang
2	B1.2	Kuning Muda	Bundar	Berombok	Datar	Sedang-besar
3	B1.3	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil-sedang
4	B2.1	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil-sedang
5	B2.2	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil-sedang
6	B2.3	Putih susu	Bundar	Berombak	Timbul	Sedang
7	G1.1	Kuning	Bundar	Licin	Timbul	Kecil

8	G1.2	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil
9	G1.3	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil
10	G1.4	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil-sedang
11	G2.1	Putih susu	Berbenang-benang	Bercabang	Datar	Sedang-besar
12	G2.2	Putih susu	Bundar dengan tepian kerang	Sikat	Datar	Besar
13	G2.3	Putih susu	Bundar	Berombak	Datar	Kecil-sedang
14	G2.4	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Sedang-besar
15	G2.5	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Sedang-besar
16	G2.6	Kuning muda	Bundar	Licin	Datar	Kecil
17	G2.7	Putih susu	Bundar	Licin	Timbul	Kecil-sedang

Artikel selanjutnya, penelitian dilakukan oleh (Ulfa, et al., 2016) yang diambil dari lokasi penampungan limbah penambangan emas di Desa Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat. Sampel dimasukan ke dalam botol reagen gelap dan setelah itu dipindahkan ke dalam botol yang sudah berisi media Nutrient Broth. Selanjutnya dilakukan isolasi bakteri pada media NA-HgCl₂ 30ppm, lalu dilakukan uji sensitivitas bakteri dengan menggunakan media Mueller Hinton Agar dengan konsentrasi HgCl₂ 30, 20, 10 ppm. Selanjutnya dilakukan identifikasi bakteri dengan pewarnaan gram dan uji biokimia. Hasil yang diperoleh 4 isolat bakteri yang memiliki kemampuan tahan terhadap merkuri, serta berdasarkan uji sensitivitas didapatkan 2 isolat tergolong intermediet dan 2 isolat tergolong resisten.

Tabel 4.3 Hasil pengamatan makroskopis koloni penelitian Ulfa

Isolat	Bentuk	Warna	Elevasi	Tepi
K1	Tidak beraturan	Putih	Cembung	Tidak rata
K2	Bulat	Kuning	Cembung	Rata
K3	Bulat	Krem	Cembung	Tidak rata
K4	Tidak beraturan	Krem	Cembung	Tidak rata

Artikel selanjutnya penelitian dilakukan oleh (Lutfi, et al., 2018) pada sampel air limbah yang diperoleh Tailing tambang emas Banyuwangi Jawa Timur. Sampel dimasukan ke dalam plastic tebal berperekat lalu dimasukan ke dalam lemari pendingin. Sampel tersebut diambil dan dimasukan ke dalam media Luria bertani dengan penambahan HgCl_2 50 ppm, selanjutnya diisolasi dengan penambahan kadar HgCl_2 bertingkat. Selanjutnya adalah melakukan karakterisasi dan identifikasi bakteri dengan melakukan pewarnaan gram. Hasil yang diperoleh isolat bakteri mampu tumbuh dalam media yang telah ditambahkan merkuri dengan konsentrasi 130 ppm dengan bakteri yang ditemukan adalah jenis *Morganella morganii* dan memiliki kemampuan tahan merkuri.

4.2 Pembahasan

Penambang emas tanpa izin (PETI) adalah usaha pertambangan yang dilakukan oleh perseorangan, sekelompok orang atau perusahaan yang dalam operasinya tidak memiliki izin dari instansi pemerintah sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kegiatan PETI merupakan salah satu bentuk kejahatan lingkungan karena kegiatan ini berdampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

Pada ketiga penelitian menggunakan desain penelitian dengan survei deskriptif berbasis uji laboratorium. Metode survei deskriptif adalah suatu survei berupaya menjelaskan atau mencatat kondisi atau sikap untuk menjelaskan apa yang ada saat ini (Morrisan, 2012). Metode survey dilakukan ketika jumlah populasinya sangat banyak, maka diperlukan pengambilan Sebagian dari populasi yang refresentatif (sampling), dari tiga jurnal, ada 2 cara pengambilan sampel, volume sampel pada 2 penelitian sebanyak 250 ml, lainnya 500 ml. wadah yang digunakan botol warna gelap sedang lainnya tidak menyebutkan.

4.2.1. Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri merupakan proses pengambilan bakteri dari lingkungan asalnya dan menumbuhkan pada media buatan sehingga menghasilkan biakan murni. Media berfungsi sebagai tempat tinggal, sumber makanan dan penyedia nutrisi bagi bakteri yang akan dibiakkan dalam media. komposisi media yang baik terdiri atas Agar , Peptone , Meat/plant extract , Faktor tumbuh , Komponen selektif , Komponen diferensial , Media buffer.

Pada penelitian ini menggunakan 2 media yang berbeda yakni, media *Nutrient Agar* dan *Luria Bertani* yang telah ditambahkan HgCl_2 dengan konsentrasi tertentu. Fungsi penambahan HgCl_2 untuk melihat tumbuh atau tidaknya bakteri resisten merkuri, jika bakteri tersebut bukan bakteri resisten merkuri maka bakteri ini tidak akan tumbuh atau mati dan bakteri yang tumbuh pada media tersebut langsung di inokulasikan. Inokulasi merupakan memindahkan bakteri dari medium lama ke medium baru untuk dilakukan identifikasi lanjutan. Kadar HgCl_2 yang ditambahkan pada *Nutrient Agar* 30 ppm untuk melihat tumbuh atau tidaknya bakteri resisten

merkuri, Sementara itu, media *Luria Bertani*, media yang mengandung logam berat ditambahkan HgCl_2 sebanyak 50ppm. Khusus isolasi pada media *Luria Bertani* dilakukan peningkatan konsentrasi sampai pada konsentrasi tertinggi dimana bakteri mampu berkembang adalah 130ppm.

Metode isolasi bakteri yang sering digunakan untuk isolasi adalah metode pour plate dan spread plate. Namun pada penelitian ini menggunakan metode isolasi metode pour plate, dan pada 1 jurnal tidak dibahas metode isolasi bakteri menggunakan metode apa. Metode pour plate (cawan tuang) merupakan metode penanaman bakteri untuk mendapatkan koloni murni bakteri. Metode ini memerlukan agar yang belum padat untuk dituang bersama suspensi bakteri ke dalam cawan petri lalu kemudian dihomogenkan dan dibiarkan memadat hal ini akan menyebarkan sel-sel bakteri tidak hanya pada permukaan aja melainkan terendam agar (di dalam agar) sehingga terdapat sel-sel yang tumbuh akan kaya oksigen.

4.2.2. Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat morfologi dari bakteri. Identifikasi bakteri ini meliputi pewarnaan Gram, uji sensitivitas dan uji biokimia.

a. Pewarnaan gram

Pada penelitian ini 2 artikel penelitian yang melakukan pewarnaan gram dan 1 artikel penelitian tidak dilakukan pewarnaan gram. Pewarnaan gram merupakan salah satu teknik untuk mengetahui morfologi sel bakteri serta untuk membedakan bakteri gram negatif dan gram positif. Pada penelitian

Ulfa didapatkan 3 bakteri gram positif berbentuk batang dan 1 berbentuk coccus. Sedangkan pada penelitian Lutfi didapatkan 1 bakteri gram negative berbentuk batang. Namun pada penelitian lutfi dilakukan uji selanjutnya yaitu microbact kit. Microbact kit merupakan uji identifikasi terhadap bakteri gram negative menunjukan bakteri jenis *Morganella morganii*.

b. Uji sensitivitas

Metode uji sensitivitas yang sering digunakan adalah metode difusi secara paper disk dan metode difusi secara sumuran. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode difusi sumuran. Namun hanya 2 artikel penelitian yang melakukan uji sensitivitas sedangkan 1 artikel penelitian tidak dilakukan. Uji sensitivitas ini menggunakan media *Mueller Hinton Agar*, media dibuat 4 buah sumuran yang berisi HgCl_2 30 ppm, 20 ppm, 10 ppm, dan aquades sebagai kontrol positif. Media *Mueller Hinton Agar* merupakan media untuk pertumbuhan bakteri yang biasa digunakan untuk uji sensitivitas. Pengujian sensitivitas bakteri terhadap merkuri dilakukan dengan metode difusi secara sumuran, metode ini dilakukan dengan membuat sumuran dengan diameter tertentu pada media agar yang telah ditanami mikroba uji. Hasil yang diperoleh pada penelitian Mangesa menunjukan 17 isolat tidak menghasilkan zona bening, zona bening merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap senyawa murni antibakteri. Lalu pada penelitian Ulfa didapatkan 2 isolat tergolong intermediet, intermediet artinya suatu keadaan dimana terjadi pergeseran dari keadaan sensitive ke resisten. Sedangkan 2 isolat tergolong resisten, resisten artinya suatu keadaan dimana bakteri sudah

peka atau sudah kebal terhadap senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri.

c. Uji biokimia

Uji biokimia merupakan uji pelengkap untuk identifikasi bakteri guna mengetahui sifat-sifat fisiologis koloni bakteri dari hasil isolasi. Namun pada artikel penelitian hanya 1 yang melakukan uji biokimia. Uji biokimia yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya, uji indol dengan hasil yang didapatkan adalah ke 4 isolat positif, Uji sitrat dengan hasil ke 4 isolat negative, uji urease dengan hasil hanya 1 yang positif, uji motilitas dengan hasil 3 yang positif, uji MR uji VP uji katalase menunjukkan semua isolat negative, selanjutnya pada uji amilase didapatkan 2 isolat positif, dan yang terakhir adalah uji koagulase menunjukkan 2 isolat yang positif.

Pada ketiga jurnal yang telah direview dapat disimpulkan bahwa semua bakteri tumbuh dalam media yang telah ditambahkan HgCl_2 dengan konsentrasi berbeda-beda. Pada penelitian pertama dan kedua menggunakan media yang sama dan konsentrasi yang sama yaitu media *Nutrient Agar* 30 ppm, dan pada penelitian ketiga menggunakan media *Luria Bertanii* dengan konsentrasi bertingkat. Lalu dilakukan identifikasi bakteri dengan melakukan uji pewarnaan gram, uji ini hanya dilakukan oleh penelitian kedua dan ketiga saja. Selanjutnya dilakukan uji sensitivitas hanya dilakukan oleh penelitian pertama dan kedua saja dengan menggunakan media yang sama yaitu media *Mueller Hinton Agar* dengan konsentrasi 30 ppm, 20 ppm, dan 10 ppm. Selanjutnya dilakukan uji biokimia yang dilakukan oleh penelitian kedua saja, uji biokimia ini merupakan uji pelengkap untuk mengidentifikasi bakteri.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil review dari 3 artikel penelitian disimpulkan bahwa:

1. Ditemukan bakteri yang diisolasi dari limbah penambangan emas dengan penambahan HgCl₂ pada media tanam.
2. Bakteri yang paling mampu mendegradasi merkuri ditemukan dalam ke 17 isolat dengan karakteristik berbeda-beda.
3. Identifikasi bakteri pada artikel penelitian menemukan adanya bakteri yang mampu medegradasi merkuri.

5.2 Saran

5.2.1 Saran untuk tindak lanjut penelitian

Perlu dilakukan identifikasi bakteri secara spesifik agar mengetahui lebih banyak jenis-jenis bakteri yang resisten terhadap merkuri.

5.2.2 Saran untuk penambangan emas tanpa izin

Perlu dilakukan proses IPAL dalam penanganan limbah emas agar ketika dibuang tidak mencemari lingkungan sekitarnya

5.2.3 Saran untuk masyarakat

Dibutuhkan solusi yang tepat untuk mengembangkan potensi mata pencaharian bagi masyarakat di wilayah sekitar penambangan emas tanpa izin.

DAFTAR PUSTAKA

- Assa, Stevano M, Billy Kepel, Widdhi Bodhi. 2019. Isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri di pesisir Laut Bayat. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*. 7: 138.
- Banten, Dinas energi dan sumber daya mineral provinsi. 2013. Sejarah pertambangan.
Melalui<<https://desdm.bantenprov.go.id/read/sejarah/19/Sejarah-Pertambangan.html>>.
- Boleng, Didimus Tanah. 2015. *Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Das, Surajit. 2014. *Microbial biodegradation and bioremediation*. Rourkela Odisha, India: Elsevier.
- Fatimawali. 2013. Daya reduksi merkuri isolat bakteri yang diisolasi dari urine pasien di puskesmas Bahu Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2: 109-115.
- Fatimawali, Fatmawaty Badaruddin, Irawan Yusuf. 2011. Isolasi dan identifikasi bakteri resisten merkuri dari Muara Sungai Sario yang dapat digunakan untuk detoksifikasi limbah merkuri. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11: 282-288.
- Harahap, Fitriani , Shohihatun Bariyah, Nurul Amalia Sofyan, Murniaty Simorangkir. 2019. Pemanfaatan limbah kulit durian dan daun sirsak sebagai biopestisida alami. *Jurnal Biosains*. 5: 116-120.
- Hidup, Menteri Lingkungan. 2004. Keputusan menteri lingkungan hdiup tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan emas atau batu bara.
- Hinonaung, Jefry Hamonangan, Widdhi Bodhi, Billy Kepel. 2013. Identifikasi bakteri resisten merkuri pada individu di daerah pesisir pantai di Desa Budo kecamatan Wori. *Journal of Chemical Information*. 2: 53.
- Husaini, Azis. 2020. Masih jauh dari target 100 ton, produksi emas nasional hingga mei baru 9,98 ton.
Melalui<<https://www.google.com/amp/s/amp.kontan.co.id/news/masih-jauh-dari-target-100-ton-produksi-em-as-nasional-hingga-mei-baru-998-ton>>.
- Indonesia, Menteri Kesehatan Republik. 2016. Peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2016.

- Kompasiana. 2017. Kenali merkuri dan bahayanya bagi kesehatan di sini!. Melalui<[Kotwal, DR, NB Shewale, US Tambat, MJ Thakare, AD Bholay. 2018. Bioremediation of mercury using mercury resistant bacteria. *Journal of Life Sciences, Bioinformatic, Pharmaceutical and Chemical Sciences*. 4: 145-156.

Ledheng, Ludgardis, Maria Yustiningsih, Anna Tefa. 2018. Penerapan teknologi pengolahan limbah dengan bioremediasi dan fitoremediasi bagi produktivitas lahan kering di Sasi, Kecamatan Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, NTT. *Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi masyarakat*. 7: 15-22.

Lutfi Saundra Rosallina, Wignyanto, Kurniati Evi. 2018. Bioremediasi merkuri menggunakan bakteri indigenous dari limbah penambangan emas di Tumpang Pitu, Banyuwangi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3: 15-24.

Mangesa Rosita, Kasmawati. 2020. Isolasi bakteri resistensi merkuri dari limbah penambangan emas Kabupaten Buru, Maluku. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 1: 33-37

Morrison. 2012. *Metode penelitian survei*. Jakarta:Kencana.

Masyita, Emi, Kahar Karya Sarjana H. 2018. Analisis kinerja keuangan menggunakan rasio likuiditas dan profitabilitas. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Kontemporer \(JAAK\)*. 1: 33-46.

Mineral, S. 2014. Metode dan proses penambangan emas. Melalui<<http://www.alatberat.com/blog/metode-dan-proses-penambangan-emis/>>.

Mogi, Karen Tizia, Billy Kepel, Widdhi Bodhi. 2014. Bakteri resisten merkuri \(Hg\) pada plak gigi pasien dengan tumpatan amalgam di puskesmas Bahu. *Jurnal eBiomedik*, 1: 1.

Muslim, Abrar. 2014. *Merkuri dan Keberadaanya*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.](https://www.google.com/search?q=merkuri&tbm=isch&ved=2ahUKEwjwk6_ag__uAhVt_zgGHS7DAGMQ2cCegQIABAC&oq=merkuri&gs_lcp=ChJtb2JpbGUtZ3dzLXdpei1pbWcQAzIECCMQJzIECCMQJzIECAAQQzIECAAQQzIECAAQQzoGCAAQCBAeOgQIABAYOgUIABDNAjoHCCMQ6gIQJzoFCAAQsQNQ5j1Y-2lgzmxoAnAAeA#>)

- Patricia, Wahyu Irawati. 2017. Profil protein isolat bakteri resisten merkuri dari pertambangan emas di rakyat di Desa Pongkor, Bogor-Jawa Barat, Indonesia. *Jurnal Biota*. 2: 197-200.
- Payung, Wanti T. 2018. Identifikasi secara biomolekuler dan uji daya reduksi bakteri resisten merkuri yang diisolasi dari air di wilayah bekas tambang emas rakyat desa Tanoyan Utara. *Jurnal Pharmacon*. 7: 28-40.
- Pemerintah, Peraturan. 2001. Peraturan pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.
- Pushkar, Bhupendra, Pooja Sevak, Suvarna Sounderajaan. 2019. Assesment of the bioremediation efficacy of the mercury resistant bacterium isolated from the Mithi River. *Journal of Water Science and Technology*. 19: 191-199.
- Putra, Dhimas Mahadika, Andi Sungkowo , Eni Muryani. 2020. Arahkan teknis pengolahan limbah hasil proses amalgamasi untuk menurunkan kadar merkuri di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumian*. 2: 13-23.
- Putranto, Thomas Triadi. 2011. Pencemaran logam berat merkuri (Hg) pada air tanah. *Jurnal Teknik*. 32: 62-71.
- Putri. 2020. Perbedaan bakteri gram positif dan negatif. Melalui<<https://blog.elevenia.co.id/perbedaan-bakteri-gram-positif-dan-negatif/>>.
- Putri, Rr Meganada Hiaranya, Sukini, Yodong. 2017. *Mikrobiologi*. Jakarta Selatan: Pusat pendidikan sumber daya manusia kesehatan.
- Rahma, Putri Ade, Desti. 2018. Uji kadar logam merkuri dan ph pada limbah aktivitas penambangan emas tanpa izin di Riau. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*. 6: 113.
- Rahmawati, Prillia. 2014. Pengelolaan metode ipal (instalasi pengolahan air limbah) dalam mengatasi pencemaran air tanah dan air sungai. *Karya Ilmiah*, 1: 2.
- Resources, Agincourt. 2021. Proses penambangan emas di Indonesia. Melalui<<https://www.agincourtresources.com/read-agincourt/proses-penambangan-emas-di-indonesia>>.
- Resources, Agincourt . 2020. Proses penambangan emas yang semakin modern. Melalui<<https://www.agincourtresources.com/read-agincourt/proses>>.

- Rosihan, Adhani, Husaini. 2017. *Logam berat sekitar manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Santoso, Bowo. 2011. Limbah tambang emas cemari sungai di Landak. Melalui<https://www.google.com/search?q=limbah+penambangan+emas&safe=strict&client=msandroidsamsung&prmd=ivsn&sxsrf=ALeKk01JO2NpdNnE-ueNSzovq44J8VSmfA:1614049702290&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjS2p3Zg_uAhWab30KHc5RCt0Q_AUoAXoECAMQAQ&biw=360&bih=560&dp>.
- Scott, Katte. *Culture media*. 2015. Melalui<<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=YDzJJR5I&id=A21EE2A7B90CA24343716736A8170AF01954D2EF&thid=OIP.YDzJJR5ICCu6nT5itgh0xgAAA&mediaurl=https%3A%2F%2Fs-mediacacheak0.pinimg.com%2Foriginals%2F3a%2Fc9%2Fe8%2F3ac9e80a9632dcc2f8e5c5fa8b5b0e5>>.
- Sumantri, Arif, Ela Laelasari, Nita Ratna Junita, Nasrudin. 2014. Logam merkuri pada pekerja penambangan emas tanpa izin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 8: 398-403.
- Sunaryanto, Rofiq. 2017. Bioremediasi hidrokarbon minyak bumi menggunakan isolat indegenous. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi*. 1: 147-153.
- Suryani, Yani. 2011. Bioremediasi limbah merkuri dengan menggunakan mikroba pada lingkungan yang tercemar. *Jurnal Istek*. 5: 139-148.
- Umah, Anistaul. 2020. Punya 8 tambang raksasa ini total cadangan emas RI!. Melalui<<https://www.cnbcindonesia.com/news/20200224163209-4-140126/punya-8-tambang-raksasa-ini-total-cadangan-emas-ri>>.
- Wondal, Bella, Elvy Like Ginting, Veibe Warouw, Stenly Wullur, Sandra Olivia, Ferdinand Frans Tilaar. 2019. Isolasi bakteri laut dari perairan Malalayang Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 7: 183-189.
- Yulis, Putri Ade Rahma. 2018. Analisi kadar logam merkuri (Hg) dan (Ph) air Sungai Kuantan terdampak penambangan emas tanpa izin (PETI). *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2: 28-36.

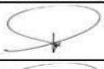
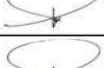
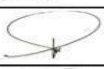
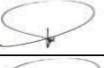
Lampiran 1 Lembar bimbingan Kara Tulis Ilmiah

Nama : Egi Agesti

NIM : KHGE18037

Pembimbing : Rina Herlina, SKM, M.A

Judul Penelitian : Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri Sebagai Agen Bioremediasi Pada Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin :
Literature Review

No	Tanggal	Materi yang dikonsulkan	Saran Pembimbing	Paraf Pembimbing
1	Senin, 1 Februari 2021	Pengajuan judul	Mencari referensi jurnal	
2	Sabtu, 6 Februari 2021	ACC judul	Mulai menyusun BAB I	
3	Rabu, 17 Februari 2021	BAB I	Susunan latar belakang, Rumusan masalah, Tujuan, Manfaat	
4	Rabu, 24 Februari 2021	Revisi BAB I	Perbaikan isi latar belakang	
5	Senin, 1 Maret 2021	ACC BAB I	Mulai menyusun BAB II	
6	Selasa, 16 Maret 2021	BAB II	Penyusunan BAB II	
7	Sabtu, 20 Maret 2021	Revisi BAB II	Penambahan teori	
8	Jumát, 2 April 2021	BAB III	Penyusunan BAB III	
9	Sabtu, 10 April 2021	Keseluruhan proposal	ACC seminar proposal	
10	Kamis, 19 Agustus 2021	Revisi proposal	Lanjut BAB IV dan BAB V	
11	Selasa, 14 September 2021	BAB IV dan BAB V	menambahkan teori	
12	Minggu, 24 Oktober 2021	Revisi BAB IV dan BAB V	Perbaikan teori dan penulisan	
13	Selasa, 26 Oktober 2021	Pengajuan sidang	ACC KTI	

Mengetahui,
Ketua Prodi D-III Analis Kesehatan



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

Lampiran 2 Artikel hasil pencarian

Artikel ke-1

J. MANUSIA & LINGKUNGAN, 2020, 27(1):33-37, DOI: 10.22146/jml.47864

ISOLASI BAKTERI RESISTENSI MERKURI DARI LIMBAH PENAMBANGAN EMAS KABUPATEN BURU, MALUKU (Isolation of Mercury Resistance Bacteria from Gold Mining Waste in Buru District, Maluku)

Rosita Mangesa* dan Kasmawati

¹Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Iqra Buru
Jalan Prof. Dr. Abd. Bassalamah, M.Si, Namlea, Kabupaten Buru, Maluku, 97571.

*Penulis korespondensi. Tel: 082238176983. Email: rositamangesa5@gmail.com.

Diterima: 19 Juli 2019

Disetujui: 28 September 2019

Abstrak

Pulau Buru merupakan salah satu pulau penambangan emas dan banyak dilakukan secara ilegal dengan melibatkan penggunaan merkuri untuk alat bantu dalam proses ekstraksi emas melalui proses amalgamasi. Merkuri merupakan bahan kimia yang berbahaya dan bersifat toksik bagi manusia dan juga lingkungan, dan dampak dari penggunaan merkuri ini telah dirasakan oleh masyarakat setempat. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bakteri yang resisten terhadap merkuri sehingga dapat digunakan dalam proses bioremediasi. Penelitian ini merupakan penelitian skala laboratorium dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian ini yaitu dari kedua lokasi pengambilan sampel diperoleh 17 isolat dengan morfologi yang berbeda-beda serta dari ke-17 isolat tersebut resisten terhadap merkuri.

Kata kunci: isolasi, bakteri resisten, merkuri, limbah, tambang emas.

Abstract

Buru Island is one of the gold mining islands and much of them are illegally that used mercury in gold extraction using mercury. Mercury is a chemical that is harmful and toxic to humans as well as the environment, and recently the impact of mercury use has been found by the local community. This study aims to obtain bacteria that are resistant to mercury so that it can be used in the bioremediation process. This research is a laboratory scale research and analyzed descriptively. The results of this study, namely from the two sampling locations obtained 17 isolates with different morphologies and from the 17 isolates were resistant to mercury.

Keywords: isolation, resistant bacteria, mercury, waste, gold mining.

PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis logam berat yang membahayakan bagi kesehatan manusia, baik dalam dosis tinggi maupun rendah. Merkuri bersifat neurotoksin sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, sistem saraf, pernafasan, kardiovaskular, gastrointestinal, sistem imun, hati dan reproduksi, namun masih banyak masyarakat yang menggunakan merkuri khususnya di bidang pertambangan untuk memurnikan logam dan menghasilkan emas murni.

Kabupaten Buru merupakan salah satu daerah di Maluku yang mengalami masalah kesehatan akibat dari penambangan emas tradisional yang menggunakan merkuri dan sianida pada proses amalgamasi. Berdasarkan hasil riset berbagai sungai disekitar gunung botak telah tercemar merkuri seperti Sungai Suket, Sungai Waetina, Sungai Kayeli, Sungai Anghony, Sungai Wailata. Di Kabupaten Buru, selain Gunung Botak terdapat daerah lain yakni Gogorea yang juga merupakan tempat penambangan yang mana pada umumnya

masyarakat menggunakan merkuri untuk proses amalgamasi. Sejauh ini belum ada penanganan khusus dalam mengatasi limbah merkuri, karena pada umumnya para penambang hanya mengendapkan limbah sebelum dibuang. Hasil endapan dari limbah tidak serta merta mengurangi zat pencemar sehingga dibutuhkan penanganan khusus, jika tidak hasil endapan akan mempengaruhi lingkungan maupun kesehatan makhluk hidup yang berada disekitar penambangan.

Pada umumnya untuk mendapat emas para Penambangan Skala Kecil (PSK) menumbuk urat kuarsa yang mengandung biji emas dan digiling menggunakan trommel hingga berbentuk pasir yang kemudian diolah dengan teknik amalgamasi. Penggunaan merkuri memiliki dampak yang sangat besar bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat apabila limbah merkuri tidak diolah dan langsung dibuang ke lingkungan. Untuk mengatasi dampak dari limbah merkuri dibutuhkan proses bioremediasi. Pembuangan sisa limbah penambangan secara sembarangan akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan

Artikel ke-2

SP-015-004

Proceeding Biology Education Conference (ISSN: 2528-5742), Vol 13(1) 2016: 793-799

Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan

Isolation and Mercury Sensitivity Test of Bacterias Isolated from Waste Disposal in Gold Mining Area in West Sekotong of West Lombok Region: Preliminary Study

Atiqa Ulfa*, Endang Suarsini, Mimien Henie Irawati al Muhdhar

Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang no 5, Malang, Indonesia

*Corresponding author: tiqaemerson@gmail.com

Abstract: Pertambangan tanpa ijin bahan galian golongan B menimbulkan masalah yang rumit terkait dengan penggunaan merkuri dalam pengolahannya. Hasil analisis kandungan merkuri pada bulan Juni 2015 dari limbah penambangan emas rakyat di desa Sekotong Barat, diketahui bahwa kandungan merkuri pada bak penampungan limbah sebanyak 4,04-29,88 ppm. Tingginya kandungan merkuri tersebut dikhawatirkan akan mengkontaminasi sumber air warga karena limbah dari penampungan sementara dibuang langsung ke halaman rumah warga. Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam limbah merupakan sumber nutrisi bagi mikroba. Mikroba akan mengurai senyawa-senyawa tersebut menjadi bentuk yang lebih sederhana dan stabil sehingga kadar zat pencemar yang terkandung dalam limbah tersebut menjadi turun. Reaksi enzimatik oleh bakteri merupakan kunci terselenggaranya proses transformasi bertahap dalam pengelolaan limbah dari substrat yang umumnya berupa dengan susunan molekul kompleks, menjadi unsur-unsur yang sederhana. Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mengisolasi dan menguji sensitivitas merkuri dari bakteri yang diperoleh dari limbah penambangan emas di desa Sekotong Barat Lombok Barat. Bakteri diisolasi dari limbah yang berada di tempat penampungan sementara. Limbah tersebut diambil dari tiga lokasi yang berbeda. Bakteri yang diisolasi kemudian diinokulasi pada medium NA-HgCl. Identifikasi dari bakteri yang ditemukan dilakukan berdasarkan ciri morfologi, dan fisiologi melalui uji biokimia yang meliputi uji indol, sitrat, urease, motilitas, H₂S, katalase, koagulase, amilase, dan uji fermentasi karbohidrat. Uji sensitivitas terhadap merkuri dilakukan dengan metode sumuran. Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat jenis bakteri yang berhasil diisolasi, dan semuanya merupakan bakteri Gram positif. Uji fisiologi menunjukkan bahwa hanya K3 yang bersifat non motil, semua koloni menunjukkan hasil negatif untuk uji indol, dan sitrat, hasil positif untuk urease hanya ditunjukkan isolat K2. Hasil positif fermentasi glukosa hanya ditunjukkan isolat K1, isolat K2 menunjukkan hasil variatif, sedangkan dua isolat lainnya menunjukkan hasil negatif. Hasil uji amilase positif ditunjukkan isolat K1 dan K3, katalase positif ditunjukkan isolat K2, K2, K3, sedangkan koagulase positif ditunjukkan isolat K1, dan K2. Uji sensitivitas menunjukkan bahwa dua isolat bersifat resisten dan dua isolat intermediate terhadap merkuri.

Keywords: bakteri, limbah, merkuri

1. PENDAHULUAN

Sektor pertambangan perlu mendapatkan perhatian khusus oleh publik karena mempunyai resiko lingkungan yang tinggi. Salah satu masalah yang sampai saat ini masih menjadi permasalahan adalah maraknya kegiatan pertambangan tanpa ijin (PETI). Istilah PETI semula dipergunakan untuk pertambangan emas tanpa ijin, tetapi dalam perkembangan selanjutnya permasalahan PETI tidak hanya pada komoditi bahan galian golongan B (bahan galian vital) seperti emas tetapi juga diterapkan pada pertambangan tanpa ijin untuk bahan galian lain baik golongan A (bahan galian strategis seperti batu bara, besi, timah, bauksit, dan lain-lain)

maupun C (seperti batu kapur, batu apung, tanah liat, batu tulis, marmar, dan bahan-bahan galian lain yang sejenis) yang biasanya termasuk pada pertambangan skala kecil (PSK). Pertambangan tersebut sebagian besar tidak memiliki ijin usaha penambangan berupa Surat Ijin Pertambangan Daerah. Kondisi tersebut membuat pemerintah daerah sulit dalam mengawasi dan mengontrol kegiatannya, sehingga banyak kasus lingkungan yang ditimbulkan dari kegiatan pertambangan tersebut. Permasalahan pertambangan tanpa ijin bahan galian golongan B bahkan lebih rumit lagi, hal ini terkait dengan penggunaan bahan dan zat berbahaya dalam pengolahannya. Limbah yang dihasilkan umumnya masih mengandung merkuri (Rahmawati, 2011). Merkuri yang sering



Artikel ke-3

Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 19 No. 1 [April 2018] 15-24
Bioremediasi Merkuri Menggunakan Bakteri *Indigenous* [Lutfi dkk]

BIOREMEDIASI MERKURI MENGGUNAKAN BAKTERI *INDIGENOUS* DARI LIMBAH PENAMBANGAN EMAS DI TUMPANG PITU, BANYUWANGI

Mercury Bioremediation Using Indigenous Bacterial from Gold Mining Waste in Tumpang Pitu, Banyuwangi

Saundra Rosallina Lutfi^{1*}, Wignyanto², Evi Kurniati³

^{1,2}Jurusan Teknologi Industri Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145

³Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jalan Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi: email: saundra241293@gmail.com

ABSTRAK

Limbah merkuri merupakan suatu limbah berbahaya yang sering digunakan sebagai proses amalgamasi dalam penambangan emas. Dampak dari merkuri akan semakin meningkat terlebih para penambang tidak pernah mengolah limbah merkuri tersebut sebelum dibuang ke lingkungan, sehingga diperlukan suatu metode untuk menjadikan limbah merkuri tersebut tidak beracun atau bahkan hilang. Salah satu metode yang dapat dilakukan yaitu melakukan proses bioremediasi. Pada penelitian ini, proses bioremediasi dilakukan dengan menggunakan bakteri *indigenous* yang diisolasi dari limbah penambangan emas Tumpang Pitu, Banyuwangi. Bakteri *indigenous* tersebut didapatkan dengan mengambil sampel berupa sedimen dan sampel cair dari penambangan emas, dan kemudian dilakukan proses isolasi dan seleksi menggunakan merkuri dengan kadar 0-130 ppm. Proses ini untuk mendapatkan bakteri yang resisten terhadap kadar merkuri tertinggi dan mampu untuk melakukan proses degradasi merkuri terbaik. Selanjutnya, dilakukan proses identifikasi bakteri yang terbukti mampu untuk melakukan proses bioremediasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan bakteri *indigenous* dari limbah penambangan emas pada proses bioremediasi limbah merkuri di suatu lingkungan sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri jenis *Morganella morganii* yang resisten terhadap merkuri dan mampu melakukan bioremediasi merkuri hingga mencapai 92.46%

Kata kunci : Bioremediasi, Isolasi Bakteri, Merkuri, *Morganella morganii*

ABSTRACT

Mercury waste is a hazardous waste that often used as an amalgamation process in gold mining. Impact from mercury will increase, especially a miner never to process mercury waste before it is discharged into the environment, so the method is needed to make the mercury waste can non-toxic or even lost. One method that can be done is doing bioremediation process. In this research, bioremediation process was done by using indigenous bacteria isolated from Tumpang Pitu gold mining waste, Banyuwangi. To get the bacteria *Indigenous* samples taken in the form of sediment samples and liquid samples from gold mining and then processed isolation and selection using mercury with levels of 0-130 ppm. This process is to obtain bacteria that are resistant to the highest mercury levels and are able to perform the best mercury degradation process. Then carried out the identification process of bacteria that proved able to perform bioremediation process. This study aims to obtain indigenous bacteria from gold mining waste for bioremediation process of mercury waste in an environment so as not to be harmful to the environment. It was found that *Morganella morganii* bacteria were resistant to mercury and able to do mercury bioremediation up to 92.46%

Keywords : Bioremediation, Bacteria Isolation, Mercury, *Morganella morganii*

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Garut pada tanggal 19 Agustus 2000 sebagai anak ke lima dari lima bersaudara yang dilahirkan dari pasangan Bapak Nana Herdiana dan Ibu Siti Hodijah beralamat di Kp. Pasanggrahan Rt.05 Rw.04 Desa Pasanggrahan Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut Provinsi Jawa Barat. Penulis telah menempuh pendidikan yaitu di SD Negeri Pasanggrahan III (2006-2012), MTs. Darunnajah (2012-2015), SMA Negeri 8 Garut (2015-2018). Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa program diploma (D-III) di Program Studi D-III Analis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut. Selama mengikuti program D-III, penulis melaksanakan magang di Puskesmas Cilawu pada tahun 2020 dan praktek kerja lapangan (PKL) di RSUD Pameungpeuk pada tahun 2021.