

DETEKSI BAKTERI RESISTEN MERKURI PADA AREAL TROMOL PERTAMBANGAN EMAS KELURAHAN POBOYA PROVINSI SULAWESI TENGAH.

Rahmat Pangestu¹⁾, Musjaya M.Gulli²⁾, Miswan³⁾

^{1), 2), 3)}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tadulako Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Sulawesi Tengah 94117

E.mail : Rahmatbolong@rocketmail.com

ABSTRACT

Merkury is heavy metal which is toxic, So, it can damage ecosystem, ecology and environment, also give negative affect for health giving rise to disease. East Palu in Central Sulawesi there are some people that gold miners use mercury to extract gold, then discard mercury waste in the environment. Resulting in soil ant water around the village Poboya polluted. Mercury resistant bacteria have *operon meris* ususally cotained in plasmid. This study aims to determine the type of bacteria that live in the area of gold mining village drum Poboya Central Sulawesi Province and to know the optimum HgCl₂ concentration on bacterial growth. *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* and *Lactobacillus* sp. can only grow at a HgCl₂ concentration 7,5 g/L. *Proteus vulgaris* grow at HgCl₂ concentration 15 g/L *Enterobacter agglomerans* bacteria able to grow HgCl₂ concentration at 22,5 g/L. *Enterobacter hafniae* bacteria type and *Kliebseilla* sp. can grow HgCl₂ concentration 30 g/L. There no bacteria type capable to grow HgCl₂ concentration 37,5 g/L.

Keywords: Resistant Bacteria, Mercury, Mining Gold.

PENDAHULUAN

Suatu permasalahan yang sangat besar dalam era industrilisasi global saat ini adalah terkontaminasinya air, tanah, air tanah, air permukaan dan udara, oleh bahan-bahan kimia yang berbahaya dan beracun. Hal ini merupakan suatu produk pembangunan industri, antara lain logam berat seperti timbal, cadmium, besi dan tembaga sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran (Budiono, 2008).

Menurut UU No.32 Tahun 2009 Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya suatu material, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan

manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Logam berat (heavy metal) adalah logam dengan massa jenis lima atau lebih, dengan nomor atom 22 sampai dengan 92. Logam berat tersebut dianggap berbahaya bagi kesehatan bila terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh. Demikian pula dengan bahan pangan dengan kandungan logam berat diatas ambang batas dianggap tidak layak di konsumsi atau dipergunakan (Saraswati, 2007).

Salah satu jenis logam berat berbahaya dan beracun yang sangat membahayakan bagi kehidupan baik itu manusia maupun makhluk hidup lainnya

yaitu merkuri (Hg), karena efek negatif yang ditimbulkan sebagai akibat terkontaminasi merkuri bisa menyebabkan kematian. Pada zaman ini penggunaan bahan logam berat seperti merkuri (Hg) banyak digunakan di pertambangan emas sebagai bahan untuk memurnikan logam sehingga menghasilkan emas murni. Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum (Subandi, 2010).

Penggunaan merkuri secara berlebihan. Dengan kegiatan penambangan emas yang terdapat di Kelurahan Poboya, yang harus diperhatikan yaitu mengurangi dan meminimalisir pencemaran lingkungan di daerah tersebut. Salah satu cara untuk mengurangi atau meminimalisir pencemaran tersebut dengan melakukan metode bioremediasi.

Prinsip bioremediasi dilakukan dengan menurunkan aktivitas kontaminan tersebut dalam lingkungan, baik dengan cara pembentukan senyawa yang mempunyai kelarutan yang rendah, pembentukan senyawa atau unsur yang mempunyai sifat toksisitas lebih rendah, atau menurunkan konsentrasi kontaminan tersebut (Sklandany and Metting, 1992).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang tentang deteksi bakteri resisten merkuri pada areal tromol pertambangan emas Kelurahan Poboya Provinsi Sulawesi Tengah.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei Tahun 2013. Lokasi penelitian di Daerah Pertambangan Emas Kelurahan Poboya serta dijadikan lokasi pengamatan dan pengambilan sampel sedimen dan limbah

cair (tailing), analisis dan identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler dan Imunologi Fakultas Kedokteran Universitas Makassar (UNHAS).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dilapangan yang terdiri dari sekop kecil, botol steril, sarung tangan (handscoon), masker, GPS, alat tulis, media transport, peralatan bantu lainnya, Alat yang digunakan di Laboratorium yang terdiri dari tabung reaksi, rak tabung, spidol, kertas label, neraca ohaus, label, alat tulis, cawan petri atau petridish, gelas ukur, tissue, kapas, pipet mikro, lampu bunsen, autoklaf, erlenmeyer, jarum ose atau sengkeli, inkubator, mikroskop, objek glass, refrigrator, kamera.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa media sampel limbah cair (tailing), sampel tanah (sedimen), aluminium foil, aquadest, kristal violet, larutan lugol, alkohol 96%, larutan Fucshin Alkalis, methylen red, KOH 4%, reagen kovaks, NaCl 0,9 %, imersih, medium Nutrien Agar (NA), medium Mackoncay (MC), medium Rogosa, KIA/TSA, BHIB, media uji biokimia, merkuri dengan konsentrasi 0,5 g/100 mL.

Prosedur Penelitian

a. Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan sampel tanah (sedimen) yaitu melakukan penggalian tanah sekitar 5 cm ke dalam tanah dengan menggunakan sekop kecil. Selanjutnya apabila penggalian tanah selesai dilakukan, maka pengambilan sampel tanah sesuai kebutuhan penelitian, kemudian memasukkan sampel tanah tersebut ke dalam botol steril.

Untuk pengambilan sampel limbah cair terlebih dahulu mengocok limbah cair (tailing) sehingga terlihat mengkeruh selanjutnya memasukkan botol steril ke dalam limbah cair (tailing) yang telah mengkeruh, dan membiarkan masuk

sendiri melalui mulut botol kemudian menutupnya dengan rapat.

b. Karakterisasi bakteri seleksi

Karakterisasi bakteri resisten merkuri dilakukan secara mikrobiologis meliputi karakter morfologi, fisiologi dan uji biokimiawi (*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*) sebagai pendukung data identifikasi secara molekuler.

c. Isolasi Bakteri

Mengambil sampel yang telah ada tanah dan limbah cair (tailing) kemudian melakukan pertumbuhan awal pada media BHIB, selanjutnya diinkubasi 1x24 jam. Setelah itu mengisolasi bakteri pada medium Mackonkay (MC), Nutriant Agar (NA), dan Rogosa. kemudian diinkubasi 2x24 jam. Isolasi dan purifikasi isolat bakteri dilakukan berdasarkan penampakan morfologis dengan metode goresan (streak method) hingga diperoleh kultur murni (Madigan *et al.*, 2000).

d. Uji Indol

Terlebih dahulu menginokulasi bakteri ke media water tripton atau SIM selama 24 jam pada temperatur 37°C, kemudian menambakan 4 tetes larutan Kovac's reagent. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya (cincin) berwarna merah muda pada permukaan biakan.

e. Uji Motility

Terlebih dahulu menginokulasi bakteri ke media water tripton atau SIM selama 24 jam pada temperatur 37°C. Uji motilitas ini dapat diperoleh dari uji produksi H₂S dan gas seperti yang telah diuraikan pada paragraf sebelumnya. Uji positif ditandai terbentuknya sebaran pada daerah bekas inokulasi (tusukan) artinya bakteri melakukan aktivitas bergerak (motil).

f. Uji produksi H₂S

Terlebih dahulu menginokulasi bakteri ke media TSIA (*triple sugar iron agar*) selama 24 jam pada temperatur 37°C. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya endapan hitam.

g. Uji Sitrat

Uji penggunaan sitrat dilakukan dengan menginokulasi bakteri ke media Simmon's citrate agar dan diinkubasi 24 jam pada temperatur 37°C. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya warna biru dari warna awal yaitu warna hijau.

h. Uji Urease

Uji urease dilakukan dengan menginokulasi bakteri ke media padat urea selama 24 jam pada temperatur 37°C. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya warna ungu.

i. Uji TSIA

Uji TSIA dilakukan dengan menginokulasi bakteri ke media padat urea selama 24 jam pada temperatur 37°C. Reaksi Positif ditandai terjadi perubahan warna media slant berubah menjadi merah dan media daerah butt media berubah berwarna kuning serta Pembentukan H₂S positif ditandai dengan adanya endapan berwarna hitam.

j. Uji Fermentasi Karbohidrat

Terlebih dahulu menginokulasi bakteri ke media Glukosa, Laktosa, Sukrosa dan Maltosa selama 24 jam pada temperatur 37°C. Reaksi positif terjadi perubahan warna pada media glukosa yang berubah menjadi warna kuning. Pada media glukosa juga terbentuk gelembung pada tabung durham yang diletakan terbalik didalam tabung media, artinya hasil fermentasi berbentuk gas. sama halnya dengan larutan sukrosa, laktosa dan maltosa dikatakan positif apabila terjadi perubahan warna menjadi warna kuning.

k. Pengujian Bakteri Resisten Terhadap Merkuri

Untuk pengujian bakteri resisten terhadap merkuri, terlebih dahulu mengisolasi bakteri dalam media BHIB 10 ml. Kemudian menambahkan kadar merkuri yang dipakai untuk pertumbuhan bakteri untuk pengujian bakteri resisten terhadap merkuri yaitu 7,5 g/L, 15 g/L, 22,5 g/L, 30 g/L dan 37,5 g/L. Selanjutnya diinkubasi selama 1–2 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Titik pengambilan sampel

Hasil yang diperoleh untuk mengukur kadar merkuri dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Untuk analisa kadar merkuri pada sampel sedimen, diperoleh kadar merkuri pada sampel sedimen yang dianalisis yaitu 0,30 ppm sampai 2,10 ppm. Konsentrasi logam Hg dalam kegiatan

tromol tertinggi diperoleh pada lokasi ke 5 yaitu 2,10 ppm, sedangkan konsentrasi logam merkuri (Hg) terendah diperoleh pada lokasi 1 yaitu 0,30 ppm. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 Tentang "Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun" nilai ambang batas untuk logam merkuri yaitu 0,01 mg/L atau 0,01 ppm. Berdasarkan perbandingan tersebut, maka seluruh sampel diatas berada di atas nilai ambang batas.

Selanjutnya kandungan kadar merkuri pada sampel limbah cair (tailing) yang dianalisis yaitu 0,170 ppm sampai 1,025 ppm. Konsentrasi logam merkuri (Hg) dalam kegiatan tromol tertinggi diperoleh pada lokasi ke 5 yaitu 1,025 ppm, sedangkan konsentrasi logam merkuri (Hg) terendah diperoleh pada lokasi 1 yaitu 0,170 ppm. Menurut *World Health Organization* (WHO) menetapkan batasan maksimum yang lebih rendah, yaitu 0,0001 ppm = 0,0001 mg/l untuk air.

Tabel 1. Pengukuran Titik Pengambilan Sampel Sedimen Dan Limbah Cair (Tailing)

GPS lat	GPS long	Air	Tanah
0,86366	119'93203	A 017	TB 168
0,86453	119'92944	A 034	TB 138
0,86520	119'92838	A 008	TB 161
0,86912	119'92568	A 031	TB 160
0,87106	119'92381	A 070	TB 199
0,87381	119'92294	A 057	TB 176
0,87431	119'92768	A 016	TB 132
0,88778	119'91055	A 009	TB 178

b. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri

Hasil isolat bakteri dengan metode pengenceran, jumlah sampel tersebut berjumlah 16 yang terdiri dari 8 sampel tanah dan 8 sampel air, yang tumbuh pada medium seleksi McKonkay dan medium Nutrient Agar untuk masing-masing sampel tanah antara lain TB161, TB176, TB199, TB160, TB168, TB138,

TB132, serta TB178, sedangkan untuk sampel air antara lain atas A031, A070, A016, A009, A008, A034, A057 serta A017.

Hasil isolat pada medium tersebut dilakukan penapisan bakteri yang meliputi uji morfologi dan uji biokimia. Untuk uji morfologi dilakukan dengan teknik perwarnaan gram sedangkan untuk identifikasi bakteri berdasarkan uji

aktivitas biokimia dilakukan dengan cara membandingkan aktivitas biokimia setiap bakteri. Aktivitas biokimia setiap jenis bakteri berbeda. Hal ini disebabkan karena setiap bakteri mempunyai aktivitas enzimatis yang berbeda.

Dengan teknik pewarnaan, hasil yang diperoleh yaitu terdiri dari isolat 16 bakteri diantaranya 8 sampel tanah dan 8 sampel air. Hasil uji morfologi berdasarkan pewarnaan gram dari sampel yang berjumlah 16 (enam belas) isolat yang telah diperiksa dengan menggunakan mikroskop, menunjukkan bahwa sel berwarna merah untuk tujuh sampel tanah yang terdiri TB161, TB176, TB199, TB160, TB168, TB138, TB132 dan tujuh sampel air yang terdiri atas A031, A070, A016, A009, A008, A034 dan A057 sehingga dikategorikan sebagai bakteri gram negatif, sedangkan 1 sampel tanah yaitu TB178 dan 1 sampel air yaitu A017 menunjukkan sel berwarna ungu sehingga dikategorikan bakteri Gram positif. Pada pengamatan tidak ada didapatkan bentuk bulat (coccus) pada pewarnaan gram. Sehingga hasil morfologi yang diperoleh pada pengamatan pewarnaan gram seluruhnya mempunyai bentuk basil (batang). Hal ini membuktikan bahwa bakteri yang hidup pada pertambangan emas poboaya pada pengamatan mempunyai bentuk morfologi batang (basil).

Menurut Purves & Sadava (2003), bakteri Gram positif adalah jenis bakteri dengan dinding peptidoglikan yang tebal, sementara bakteri Gram negatif adalah jenis bakteri dengan dinding peptidoglikan yang tipis (seperlima dari bakteri Gram positif). Perbedaan ketebalan dinding ini mengakibatkan perbedaan kemampuan afinitas dengan pewarna Gram. Dinding peptidoglikan memiliki afinitas yang kuat dengan pewarna Gram, sehingga bakteri dengan dinding peptidoglikan tebal akan mengikat pewarna Gram dengan kuat, sehingga disebut bakteri Gram positif.

Sebaliknya, dinding peptidoglikan tipis pada bakteri Gram negatif tidak memiliki afinitas yang tinggi dengan pewarna Gram, sehingga disebut bakteri Gram negatif. Hasil pewarnaan Gram adalah bakteri Gram positif akan berwarna ungu gelap, sementara bakteri Gram negatif akan berwarna dadu atau merah.

Selanjutnya melakukan uji aktivitas biokimia yang meliputi: uji indol, uji produksi H₂S, uji motilitas, uji pembentukan sitrat, dan uji urease, uji TSIA dan uji fermentasi karbohidrat (glukosa, laktosa, sukrosa dan maltosa). Uji-uji ini dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri dengan melihat reaksi positif atau negatif yang dihasilkan.

Uji aktivitas biokimia tersebut selain bertujuan untuk membantu mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bakteri juga bertujuan untuk mengetahui ikatan karbon (C) dan nitrogen (N) pada bakteri dengan uji urease, asam amino yang ada di bakteri seperti uji indol, dan mengetahui sumber energi lain selain glukosa atau laktosa contohnya sitrat.

Uji aktivitas biokimia tersebut selain bertujuan untuk membantu mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bakteri juga bertujuan untuk mengetahui ikatan karbon (C) dan nitrogen (N) pada bakteri dengan uji urease, asam amino yang ada di bakteri seperti uji indol, dan mengetahui sumber energi lain selain glukosa atau laktosa contohnya sitrat.

Uji fermentasi karbohidrat dilakukan dengan menggunakan substrat glukosa, laktosa, maltosa, dan sukrosa. Fermentasi merupakan proses degradasi anaerob molekul gula (karbohidrat) atau nutrisi lain untuk mendapatkan energi pada kondisi anaerob. Uji fermentasi karbohidrat menunjukkan bakteri dengan kode isolat TB176, TB199, TB160, TB168, TB138, A031, A008 dan A034 mampu melakukan fermentasi karbohidrat dan menghasilkan gas CO₂ dengan substrat glukosa, laktosa, maltosa, dan sukrosa, kecuali substrat

laktosa bakteri dengan kode isolat TB132, A070, A016, A070, A057, dan A009. Tidak mampu melakukan fermentasi karbohidrat. Kemampuan bakteri resisten merkuri melakukan fermentasi karbohidrat ditandai dengan adanya produksi asam organik (asam asetat, asam laktat, asam formiat, dan asam suksinat) dan gas

karbondioksida dan hidrogen (Cappucinno and Sherman, 1983). Media fermentasi menurun sehingga indikator yang terdapat pada media berubah dari merah menjadi kuning. Adanya gas CO₂ ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung pada tabung Durgham. Berikut adalah tabel uji biokimia:

Tabel 2. Uji Aktivitas Biokimia

Isolat	Hasil Uji Biokimia											Hasil Identifikasi	
	Uji Fermentasi Karbohidrat										MRVP		
	Indol	H ₂ S	Motility	Sitrat	Urease	Glukosa	Laktosa	Sukrosa	Manitol	MR	VP		
TB 161	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	<i>Enterobacter agglomerans</i>	
TB 176	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	<i>Escherchia coli</i>	
TB 199	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	<i>Enterobacter agglomerans</i>	
TB 160	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	<i>Proteus vulgaris</i>	
TB 168	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	<i>Enterobacter agglomerans, Lactobasillus</i>	
TB 138	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	<i>Escherchia coli</i>	
TB 132	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	<i>Proteus vulgaris</i>	
A 031	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Kliebsiella sp.</i>	
A 070	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	<i>Proteus vulgaris</i>	
A 016	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	<i>Enterobacter hafniae</i>	
A 057	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	<i>Proteus mirabilis</i>	
A 009	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	<i>Proteus vulgaris</i>	
A 008	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	<i>Enterobacter hafniae</i>	
A 034	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Kliebsiella sp.</i>	

Uji aktivitas biokimia selanjutnya adalah uji indol. Uji pembentukan indol bakteri bertujuan untuk memeriksa kemampuan bakteri mendegradasi asam amino esensial triptofan (Cappuccino and Sherman, 1983). Uji pembentukan indol (Tabel 2) menunjukkan bakteri dengan kode isolat TB161, A031, A016, A057, A008, dan A034 tidak mampu mendegradasi asam amino esensial triptofan sedangkan bakteri yang mampu mendegradasi asam amino esensial triptofan yaitu dengan kode isolat TB176,

TB199, TB160, TB168, TB138, TB132 dan A009.

Untuk pembentukan H₂S pada media SIM (Sulfid, Indol dan Motility) terjadi dengan adanya endapan hitam pada media sehingga menunjukkan bahwa bakteri mampu mereduksi sulfur organik yang terdapat pada asam amino sistein (Cappuccino and Sherman, 1983). Uji Pembentukan H₂S (Tabel 2) menunjukkan bahwa bakteri dengan kode isolat TB 160, TB 132, A 070, A 031, A 057, A 009, A 008 mampu mereduksi sulfur organik yang terdapat pada asam

amino sistein, sedangkan kode isolat TB161, TB176, TB199, TB168, TB138, A016, A034 yang tidak mampu mereduksi sulfur organik yang terdapat pada asam amino.

Uji Pembentukan sitrat ditandai dengan terbentuknya warna biru dengan hasil yang positif. Dari tabel 2 menunjukkan bahwa kode isolat TB161, TB160, TB199, TB168, TB132, A016, A070, A031, A057, A008, A009, dan A034 ditandai dengan adanya enzim sitrat permease pada bakteri. Sedangkan kode isolat TB176 dan TB138 tidak adanya enzim sitrat permease pada bakteri (Cappuccino and Sherman 1983).

Uji urease dilakukan dengan menginokulasi bakteri ke media padat urea. Hasil reaksi menunjukkan hasil positif pada isolat bakteri yang ditunjukkan dengan terbentuknya warna ungu. Dari tabel 2 menunjukkan bahwa kode isolat TB161, TB160, TB132, A031, A070, A057, A008, dan A034 menandakan bakteri memiliki enzim urease. Sedangkan kode isolat TB176, TB199, TB168, TB138, A016, dan A008 menandakan bakteri dengan isolat tersebut tidak memiliki enzim urease (Cappuccino and Sherman 1983).

Berdasarkan dari hasil uji aktivitas biokimia (Tabel 2) yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh hasil identifikasi jenis-jenis bakteri yang ditemukan di areal tromol pertambangan emas Kelurahan Poboya Provinsi Sulawesi tengah sebanyak 7 jenis spesies yang resisten terhadap merkuri. Hasil identifikasi kode isolat TB199, TB168 dan TB161 yaitu spesies *Enterobacter agglomerans*, untuk kode isolat A070, A009, dan TB 160 yaitu spesies *Proteus vulgaris*, untuk kode isolat A057 yaitu spesies *Proteus mirabilis*, untuk kode isolat TB138 dan TB 176 yaitu jenis bakteri *Escherchia coli*, untuk kode isolat A008 dan A016 yaitu bakteri

Enterobacter hafniae, untuk kode isolat A034 dan A031 yaitu bakteri *Kliebsella* sp. Khusus bakteri *Lactobacillus* sp. digunakan medium rogosa padat untuk pertumbuhan bakteri tersebut, karena hanya pada medium Rogosa bakteri *Lactobacillus* sp. dapat tumbuh. Sampel yang terdeteksi bakteri *Lactobacillus* sp. yaitu kode isolat TB168.

c. Isolasi Bakteri Terhadap Merkuri

Uji resistensi bakteri terhadap merkuri menunjukkan bahwa semua jenis yang telah diisolat berjumlah 7 spesies kemudian di uji dengan kadar merkuri konsentrasi yang berbeda-beda. Dimulai dari konsentrasi HgCl₂ 7,5 g/L. Semua jenis bakteri masih hidup. Pada konsentrasi 15 g/L ketiga jenis bakteri *E.coli*, *Lactobacillus* sp. dan *Proteus mirabilis* sudah mulai mati dan 4 jenis bakteri yang lainnya masih hidup diantaranya *Kliebseilla* sp., *Proteusvulgaris*, *Enterobacter hafniae*, dan *Enterobacter agglomerans*. Dilanjutkan dengan peningkatan konsentrasi HgCl₂ menjadi 22,5 g/L bakteri yang mati yaitu bakteri *Proteus vulgaris*, sehingga jumlah bakteri yang masih hidup berjumlah tiga

Ketika konsentrasi HgCl₂ ditingkatkan lagi menjadi 30 g/L bakteri yang tidak dapat bertahan yaitu bakteri *Enterobacter agglomerans* dan hanya dua jenis bakteri yang masih bisa tumbuh yaitu *Kliebseilla* sp. dan *Enterobacter hafniae*. Sedangkan pada konsentrasi HgCl₂ 37,5 g/L semua bakteri tidak dapat bertumbuh lagi. Hasil yang telah diperoleh membuktikan bahwa semua jenis bakteri yang telah diisolasi dari daerah pertambangan poboya Kelurahan Poboya dapat bertahan hidup dari kandungan merkuri dengan konsentrasi HgCl₂ yang berbeda-beda.

Keberadaan gen resisten merkuri pada sampel bakteri A031 dan A016 diindikasikan berhubungan langsung dengan lamanya kandungan Hg pada

lokasi penambangan. Tingginya kontaminasi Hg pada daerah tersebut akan menginduksi sel bakteri untuk menerima gen resisten merkuri dari lingkungan (Smit *et al*, 1998). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bakteri yang resisten terhadap merkuri (HgCl_2). bakteri inilah yang akan digunakan sebagai agen bioremediasi dalam tahap untuk menurunkan kadar kandungan merkuri pada tanah dan air pada penelitian selanjutnya. Menurut Silver & Phung (1998), detoksifikasi oleh bakteri resisten merkuri terjadi karena bakteri resisten merkuri memiliki gen resisten merkuri, *mer operon*.

Umumnya struktur operon mer terdiri dari gen metaloregulator (*merR*), gen transfer merkuri (*merT*, *merP*, *merC*), gen merkuri reduktase (*merA*) dan organo merkuri liase (*merB*). Proses detoksifikasi merkuri secara umum terdiri dari dua tahap. Tahap pertama, senyawa organomercuri didegradasi melalui pemecahan secara katalis ikatan C-Hg oleh organomercuri liase, yang merupakan produk dari gen *merB*. Pada tahap kedua, ion merkuri hasil tahap pertama direduksi secara enzimatik dengan menggunakan enzim merkuri reduktase (hasil dari *merA*) dan mengkonsumsi NADPH, selanjutnya menghasilkan produk akhir logam merkuri (Hg^0) yang dilepaskan keluar sel.

Tabel 3. Isolasi Bakteri Terhadap Merkuri

Kode Isolat	M.F	Konsentrasi HgCl_2				
		7,5 g / L	15 g / L	22,5 g / L	30 g/L	37,5 g /L
TB 160	0.25	+	+	-	-	-
TB 168	0.25	+	+	+	-	-
TB 176	0.25	+	-	-	-	-
TB 168	0.25	+	-	-	-	-
A 031	0.25	+	+	+	+	-
A 016	0.25	+	+	+	+	-
A 057	0.25	+	-	-	-	-

SIMPULAN

Dari tahap karakterisasi bakteri dilakukan secara mikrobiologis meliputi karakter morfologi, fisiologi dan uji biokimiawi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah jenis spesies yang teridentifikasi pada areal tromol pertambangan emas kelurahan poboya secara keseluruhan adalah 7 jenis spesies. 7 jenis spesies diantaranya *Enterobacter agglomerans*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Escherchia coli*, *Enterobacter hafniae*, *Kliebsella sp.* dan *Lactobacillus sp.*
2. Semua jenis bakteri yang telah diisolat pada pertambangan emas kelurahan Poboya Provinsi Sulawesi Tengah semua jenis resisten terhadap merkuri. dapat mampu bertahan hidup pada konsentrasi HgCl_2 tertentu.
3. Jenis bakteri yang dapat bertahan pada konsentrasi HgCl_2 yang sangat tinggi sebesar 30 g/L yaitu bakteri *Enterobacter hafniae* dan *Kliebsella sp.* Sedangkan bakteri yang resisten terhadap merkuri pada konsentrasi terendah sebesar 7,5 g/L yaitu *Lactobacillus sp.*, *Proteus mirabilis* dan *Escherchia coli*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bapedal, 1999, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*, Bapedal, Jakarta.
- Budiono, A., 2008, *Pengaruh Merkuri bagi biota Laut (Makalah Pengantar Falsafah Sains)*.
- Cappuccino JG and Sherman N., 1983, *Microbiology A Laboratory Manual*, California, Addison-Wesley.
- Madigan MT, JM Martinko and J Parker., 1997, *Biology of Microorganisms*. Prentice Hall International Inc., New Jersey.
- Purves B and Sadava D. 2003. *Life The Science of Biology 7th Edition*. New York: Sinauer Associates Inc.
- Saraswati, R. Husen, E. Simanungkalit., 2007, *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan.
- Silver, S. & Phung, L.T., 1996, *Bacterial heavy metal resistance: new surprises*. *Annu. Rev. Microbiol.* 50: 753-789.
- Skladany JG and Metting Jr., 1992, *Bioremediation of contaminated soil*. In: *Metting Jr. (Ed.) Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, New York. pp: 483–513.
- Subandi, 2010, *Mikrobiologi Perkembangan Kajian dan Pengamatan Dalam Perspektif Islam*, Remaja Rosdakarya.
- Smit, E., Wolters, A. & Elsas, J.D.V., 1998, *Self-transmissible mercury resistance plasmids with gene mobilizing capacity in soil bacterial populations: influence of wheat roots and mercury addition*. *Appl. Environ. Microbiol.* 64: 1210-1219.