

# Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Merkuri di Pesisir Laut Buyat

<sup>1</sup>Stevano M. Assa

<sup>2</sup>Billy Kepel

<sup>2</sup>Widdhi Bodhi

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

<sup>2</sup>Bagian Kimia Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: elfvander@gmail.com

**Abstract:** Mercury (Hg) is a type of metal that is commonly found in nature and scattered in the rocks, ore mines, soil, water, and air as inorganic and organic compounds. Mercury is dangerous to our health because it can be methylized into methyl mercury (MeHg), which is toxic to human body. The detoxification of mercury can be done by using microorganisms that are resistant to mercury. One of the microorganisms that are resistant to mercury is bacteria. This study was aimed to identify the types of bacteria in soil sediments at Buyat bay that were resistant to mercury. This was a descriptive exploratory study with a cross-sectional design. The results showed that bacterial colonies could still grow in culture medias of 5, 10, and 20 ppm of phenyl mercury. Identification of the bacteria resulted in *Streptococcus* sp, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, *Echerchia* Sp, and *Klebsiella* sp. In conclusion, at Buyat bay, there were five species bacteria that were resistant to 5, 10 and 20 ppm concentrations of mercury, namely, *Streptococcus* sp, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, *Echerchia* Sp, and *Klebsiella* sp.

**Keywords:** bacteria, mercury resistance, soil sediments

**Abstrak:** Merkuri (Hg) ialah salah satu jenis logam yang banyak ditemukan di alam dan tersebar dalam batu-batuan, biji tambang, tanah, air dan udara sebagai senyawa anorganik dan organik. Merkuri merupakan senyawa yang berbahaya karena dapat bermetilisasi menjadi metil merkuri (MeHg) yang bersifat toksik bagi tubuh manusia. Upaya detoksifikasi merkuri dapat dilakukan antara lain menggunakan mikroorganisme yang resisten terhadap merkuri. Salah satu mikroorganisme yang tahan terhadap merkuri ialah bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bakteri resistensi merkuri yang terdapat pada sedimen tanah di perairan pantai Buyat. Jenis penelitian ialah deskriptif eksploratif. Hasil penelitian mendapatkan bahwa masing-masing konsentrasi fenil merkuri hingga 20 ppm menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri, yaitu *Streptococcus* sp, *Pseudomonas* sp, *bacillus* sp, *Escherichia* Sp, dan *Klebsiella* sp. Simpulan penelitian ini ialah di pesisir laut Buyat terdapat lima jenis spesies bakteri yang resisten terhadap merkuri, yaitu *Streptococcus* sp, *Pseudomonas* sp, *bacillus* sp, *Escherichia* sp, dan *Klebsiella* sp

**Kata kunci:** bakteri, resistensi merkuri, sedimen tanah

Merkuri atau air raksa (Hg) merupakan salah satu jenis logam yang banyak ditemukan di alam dan tersebar dalam batu-batuan, biji tambang, tanah, air, dan udara sebagai senyawa anorganik dan organik. Merkuri ialah senyawa yang berbahaya karena dapat bermetilisasi menjadi metil merkuri (MeHg) yang bersifat toksik bagi

tubuh manusia.<sup>1</sup>

Secara alamiah merkuri berasal dari kerak bumi. Konsentrasi merkuri dalam kerak bumi sebesar 0,08 ppm. Perubahan logam merkuri menjadi metil merkuri dalam sistem perairan mempunyai proses yang kompleks. Pada awalnya logam merkuri (Hg<sup>0</sup>) mengalami oksidasi sehingga

ga berubah menjadi ( $\text{Hg}^{+2}$ ) yang memungkinkan *sulphate reducing bacteria* (SRB) dalam sedimen perairan mengubah  $\text{Hg}^{+2}$  menjadi metil Hg ( $\text{Mg-CH}_3$ ) atau MeHg. Dalam proses perubahan ini, salah satu faktor penting yang sangat memengaruhi ialah derajat keasaman air; semakin rendah pH air maka kecepatan perubahan tersebut semakin tinggi.<sup>2</sup>

Morfologi organik seperti metilmerkuri, sekitar 90% diabsorpsi oleh dinding usus, dibandingkan dengan bentuk anorganik yang hanya 10% diserap. Bentuk organik tersebut dapat menembus barrier darah dan plasenta sehingga dapat menimbulkan pengaruh teratogenik dan gangguan syaraf.<sup>1-3</sup> Indikator toksisitas merkuri hanya dapat didiagnosis dengan analisis kadar Hg dalam darah, urin, dan rambut.<sup>4</sup>

Metilmerkuri dapat dimetabolisme menjadi merkuri anorganik oleh hati dan ginjal. Metilmerkuri dimetabolisme sebagai bentuk  $\text{Hg}^{2+}$ . Metilmerkuri yang ada dalam saluran cerna akan dikonversi menjadi merkuri anorganik oleh flora usus. Metilmerkuri dikeluarkan dari tubuh terutama melalui tinja sebagai merkuri anorganik. Toksisitas senyawa merkuri tergantung dari bentuknya. Senyawa merkuriorganik lebih toksik dibanding senyawa anorganiknya, karena mudahnya menembus sawar darah otak dan diabsorpsi sempurna pada saluran cerna. Hal yang perlu dicatat bahwa kemunculan gejala keracunan merkuri dapat tertunda beberapa minggu atau bulan tergantung dari akumulasi senyawa merkuri dalam tubuh.<sup>5</sup>

Metilmerkuri menyerang susunan saraf pusat dengan target organ utama ialah otak. Data yang ada menunjukkan bahwa otak janin yang sedang berkembang mempunyai sensitivitas yang lebih tinggi dibanding orang dewasa. Perbedaan seks sering ditemui pada studi toksisitas yang menggunakan tikus dan mencit. Akumulasi merkuri pada ginjal hewan betina secara statistik lebih tinggi dari jantan. Konsentrasi yang tinggi pada betina diduga karena tingginya kadar metalothionein pada ginjal betina. Keracunan akut yang ditimbulkan oleh logam merkuri dapat diketahui dengan

mengamati gejala-gejala berupa peradangan pada faring (faringitis), disfagia, rasa sakit pada bagian perut, mual dan muntah, murus disertai dengan darah, dan syok. Pada peristiwa keracunan kronis oleh merkuri, gejala umum yang dapat dilihat pada sistem saraf sebagai akibat keracunan kronis merkuri, yaitu tremor ringan, dan parkinsonisme yang juga disertai dengan tremor pada fungsi otot volunter.<sup>6,7</sup>

Pantai Buyat terletak di pantai selatan Semenanjung Minahasa, Sulawesi Utara, Indonesia. Secara administratif, teluk ini berada di Kabupaten Minahasa Tenggara. Pada bulan November 2004, WALHI (LSM lingkungan) bersama dengan beberapa organisasi nirlaba mengumpulkan laporan yang lebih menyeluruh atas keadaan Teluk Buyat, dan menyimpulkan teluk tersebut dicemari oleh arsen dan merkuri dalam kadar yang berbahaya, sehingga berisiko tinggi bagi masyarakat.<sup>2</sup>

Resistensi bakteri terhadap merkuri anorganik dan merkuri organik merupakan akibat dari mekanisme detoksifikasi yang merupakan serangkaian usaha suatu sel bakteri menjadi resisten terhadap merkuri. Mekanisme detoksifikasi ini tidak lepas dari kerja enzim merkuri reduktase dan organomerkuri liase yang disandi oleh gen-gen yang terdapat pada plasmid dan transposon. Enzim organomerkuri liase bekerja dengan memutuskan ikatan karbon-merkuri seperti pada senyawa metil ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) dan senyawa etil ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Hg}^+$ ) menjadi senyawa  $\text{Hg}^{2+}$  yang kemudian direduksi oleh enzim merkuri reduktase menjadi  $\text{Hg}^0$ .<sup>6</sup>

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri-bakteri resisten terhadap merkuri yang terdapat pada sedimen tanah di pesisir laut Buyat serta mengidentifikasi bakteri-bakteri tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pantai Buyat Kabupaten Bolaang Mongondow Timur dan Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi. Jenis penelitian ini ialah deskriptif eksploratif dengan desain potong lintang.

Populasi penelitian ini ialah jenis-jenis

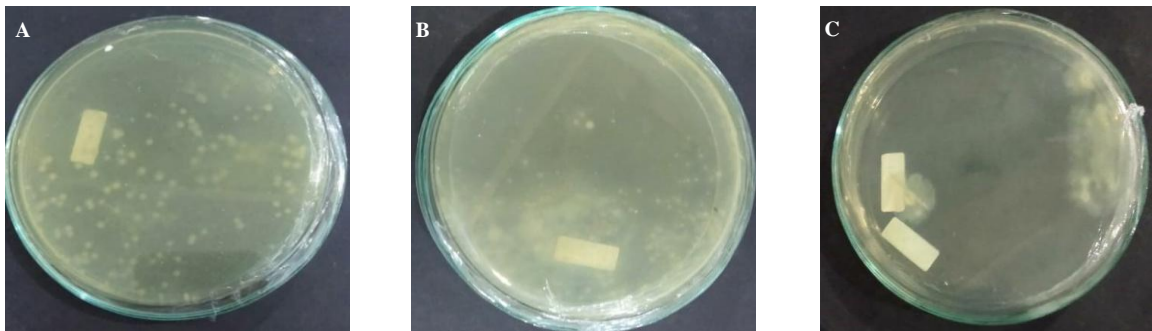
bakteri yang terdapat pada sedimen tanah di pantai Buyat yang telah terkena paparan merkuri dalam jumlah sedikit dan kurun waktu yang lama sedangkan sampel penelitian ini ialah bakteri yang terdapat pada sedimen tanah di pantai Buyat. Variabel penelitian ialah jenis bakteri yang resisten terhadap fenil merkuri.

Identifikasi jenis bakteri yang resisten terhadap merkuri dilakukan dengan beberapa jenis uji yaitu uji fisiologi (uji motilitas), uji biokimia (uji indol, uji katalase, uji fermentasi karbohidrat, uji sitrat, dan uji lisin), dan identifikasi bakteri menggunakan pewarnaan Gram. Data utama didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan serta dilanjutkan di laboratorium FMIPA UNSRAT Manado. Hasil uji tersebut dicocokkan dengan *Bergey's Manual Systematic Bacteriology* untuk menentukan genus bakteri.

Data diolah menggunakan program *Microsoft Office Excel 2007* dan *Microsoft Office Word 2007* kemudian dipaparkan dalam bentuk narasi/deskriptif dan tabel.

## HASIL PENELITIAN

Pada proses pemilihan isolat bakteri, dipilih koloni berdasarkan bentuk dan luas permukaan yang tampak pada masing-masing media Luria Bertani agar. Setelah diberi tanda, koloni tersebut digoreskan pada media Luria Bertani di cawan Petri secara terpisah satu sama lain kemudian diberi label sesuai dengan jenis sampel, konsentrasi, dan bentuk koloni pada biakan sebelumnya. Nama code label yang diberikan terhadap sampel ialah BL. Untuk sampel pertama dengan konsentrasi 5 ppm dimulai dengan BL5.1, BL5.2, BL5.3; untuk sampel dengan konsentrasi 10 ppm BL10.1, BL10.2, BL10.3; dan untuk sampel dengan konsentrasi 20 ppm BL20.1, BL20.2, BL20.3. Terdapat pertumbuhan koloni bakteri pada cawan Petri di setiap konsentrasi. Pada konsentrasi terkecil yaitu 5 ppm terlihat cukup banyak pertumbuhan koloni bakteri di seluruh permukaan cawan Petri. Pada konsentrasi 10 dan 20 ppm terlihat penurunan jumlah koloni.



**Gambar 1.** Pertumbuhan koloni a) 5ppm; b) 10 ppm; dan c) 20 ppm

### Hasil Identifikasi Bakteri (Tabel 1)

Hasil yang didapatkan pada uji morfologi dalam bentuk pewarnaan Gram isolat dengan code BL 5.1 dan BL 5.3 ialah bakteri bentuk *coccus* Gram positif. Isolat dengan code BL 5.2, BL 10.2, BL 10.3, BL 20.2, BL 20.3 ialah bakteri bentuk basil Gram negatif, dan isolat dengan code BL 20.1 dan BL 10.1 merupakan bakteri berbentuk basil Gram positif.

Pengujian 9 isolat pada media *Nutrient*

*Agar* padat dalam uji fisiologis untuk menentukan pergerakan atau motilitas dari bakteri yang ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar dari tempat tusukan sampai ke permukaan media padat yang digunakan. Hasil pengujian dari 9 isolat yang ditusukan ke media mendapatkan 2 isolat yang menunjukkan hasil positif dengan kode isolat BL10.2 dan BL 20.1.

Hasil yang didapatkan dari uji indol terhadap 9 isolat y(Tabel 1ang digunakan

ialah 4 isolat menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan cincin berwarna merah yang berada di permukaan media setelah ditetaskan dengan reagen Kovacs.

Hasil positif ditunjukkan pada uji katalase dengan munculnya busa/gas yang merambat cepat keluar dari tabung. Hasil dari semua uji terhadap 9 isolat tersebut ialah positif, yang menunjukkan bahwa bakteri pada isolat memiliki enzim katalase yang dapat memecah  $H_2O_2$  menjadi  $H_2O$  dan  $O_2$ .

Hasil yang didapatkan dari uji H<sub>2</sub>S terhadap 9 isolat bakteri yang diujikan terhadap media TSIA ialah 2 isolat yang menunjukkan hasil positif yaitu code isolate BL 5.2 dan BL 10.1.

Uji fermentasi karbohidrat dilakukan bersamaan dengan uji H<sub>2</sub>S menggunakan media TSIA. Hasil dari uji fermentasi karbohidrat mendapatkan bahwa 5 isolat menunjukkan hasil positif terhadap uji gas, glukosa, laktosa, dan sukrosa dengan code

isolat BL5.1, BL5.2, BL10.1, BL20.1, dan BL 20.3. Isolat dengan code BL5.3 dan BL20.2 memberikan hasil positif hanya pada uji gas, laktosa, dan sukrosa yang menunjukkan hasil negatif diuji glukosa, sedangkan 2 sisa isolat dengan code BL10.2 dan BL10.3 menunjukkan semua hasil uji fermentasi karbohidrat bernilai negatif.

Uji sitrat dengan menggunakan media Simmon's Citrate Agar. Ke 9 isolat memberikan hasil positif dimana terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi biru.

Hasil dari uji lisin mendapatkan 3 dari 9 isolat positif dengan menunjukkan adanya gumpalan berwarna keunguan (lembayung) yang diujikan pada media *lysine iron agar* dengan code isolat BL 10.1, BL 10.2, dan BL 20.1.

Hasil uji-uji tersebut dicocokkan dengan *Bergey's Manual Systematic Bacteriology* untuk menentukan genus bakteri.<sup>8</sup>

**Tabel 1.** Hasil uji morfologi, uji fisiologi, dan uji biokimia

Nama Sampel + Konsentrasi Fenil Merkuri	Uji Morfologi		Fermentasi Karbohidrat				H <sub>2</sub> S	Motilitas	Indol	Simon's sitrat	Lisin	Katalase	Hasil Identifikasi
	Bentuk	Gram	Gas	Glukosa	Laktosa	Sukrosa							
BL 5.1	Coccus	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	<i>Streptococcus sp</i>
BL 5.2	Basil	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	<i>Pseudomonas sp</i>
BL 5.3	Coccus	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	<i>Streptococcus sp</i>
BL 10.1	Basil	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	<i>Bacillus sp</i>
BL 10.2	Basil	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	<i>Escherichia sp</i>
BL 10.3	Basil	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	<i>Escherichia sp</i>
BL 20.1	Basil	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	<i>Bacillus sp</i>
BL 20.2	Basil	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	<i>Klebsiella sp</i>
BL 20.3	Basil	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	<i>Klebsiella sp</i>

## BAHASAN

Bakteri (dari kata Latin bacterium; jamak: bacteria) adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi.<sup>9</sup>

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel di daerah pantai Buyat. Sampel yang diambil berupa sedimen tanah dan menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri yang resisten terhadap merkuri (fenil merkuri). Bakteri yang mampu hidup

dan bertumbuh ini dikarenakan adanya paparan kandungan merkuri dalam aliran sungai dengan jumlah sedikit dan kurun waktu yang cukup lama.

Setelah melakukan isolasi bakteri, uji pewarnaan Gram, uji fisiologi, dan uji biokimia selanjutnya dilakukan identifikasi jenis-jenis bakteri dengan cara mencocokkan semua hasil pengujian dengan berpatokan *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*.<sup>8</sup> Dari hasil yang didapatkan teridentifikasi 5 genus bakteri yaitu *Streptococcus sp*, *Escherichia sp*, *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp*, dan *Klebsiella sp*.

*Streptococcus sp* merupakan bakteri Gram positif membentuk rantai atau pasangan dalam masa pertumbuhan. Bakteri ini tersebar luas di alam dan ada yang menjadi flora normal di tubuh manusia. bakteri ini dapat berkembangbiak pada kadar Ph 7,4-7.6 dan dengan suhu berada di 37°C. *Streptococcus* juga bisa menginfeksi tenggorokan dan paru-paru.<sup>8</sup> *Escherichia sp* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk basil berpasangan atau sendiri dan bersifat anaerob. Bakteri ini dapat menyebabkan penyakit diare karena bersifat enterotoksin. Salah satu genus dari *Escherichia* yang bersifat toksin dan dapat menimbulkan penyakit ialah *E. coli*. Penyakit yang dapat disebabkan oleh bakteri ini antara lain diare, sepsis, dan meningitis.<sup>8</sup> *Bacillus sp* merupakan bakteri berbentuk batang, tergolong bakteri gram positif, motil, menghasilkan spora yang biasanya resisten terhadap panas. Genus *Bacillus* mempunyai sifat fisiologis yang menarik karena tiap-tiap jenis mempunyai kemampuan berbedabeda, antara lain mampu mendegradasi senyawa organik seperti protein, pati, selulosa, hidrokarbon dan agar.<sup>8,10</sup> *Pseudomonas sp* merupakan bakteri hidrokarbonoklastik yang mampu mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon. Kebanyakan spesies *Pseudomonas* tidak menyebabkan infeksi pada manusia, tetapi bakteri ini bersifat patogen dan dapat menyebabkan infeksi bila sistem imun tubuh menurun.<sup>11</sup>

*Klebsiella sp* merupakan bakteri fakultatif anaerob Gram negatif yang bersifat nonmotil. Bakteri ini dapat tumbuh secara optimal dalam suhu 37°C dan mampu mengatabolisme glukosa dan karbohidrat lain disertai produksi asam dan gas. Uji indol dan sitrat menghasilkan reaksi yang bervariasi antar spesies.<sup>8</sup>

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat 5 jenis spesies bakteri yang mampu bertahan hidup dalam 5, 10, dan 20 ppm konsentrasi fenil merkuri yaitu *Streptococcus sp*, *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp*, *Escherichia Sp*, dan *Klebsiella sp*.

Bagi peneliti lanjut, disarankan untuk menghitung banyaknya koloni yang hidup pada masing-masing konsentrasi.

Ucapan terima kasih ditujukan kepada masyarakat pantai buyat, laboratorium FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado serta semua pihak yang telah turut serta membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **Ankhi M, Sagarika B.** Isolation and characterization of mercury resistant bacteria from Haldia river sediments. IOSR-JESTFT. 2013;5:23-8.
2. World Health Organizations. Mercury and health [Internet]. 2017 [updated 2017 March; cited 2018 Aug 27]. Available from: [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/)
3. **Dwyana S, Fahrudin.** Uji resistensi antibiotik pada bakteri resisten merkuri (Hg) yang di isolasi dari kawasan Pantai Losari Makassar. Jurnal Sainsmat. 2012;1(2):199-204.
4. **Walhi.** Buyat bay is polluted and a risk to the community: highlights of the joint investigation of buyat bay. [Internet] [cited 2018 Aug 27]. Available from: [https://walhi.or.id/eng/heavymet\\_buyat](https://walhi.or.id/eng/heavymet_buyat).
5. **Lima EA, Pereira MP, Silva RG, Hofer E.** Utilization of phenol in the presence of heavy metals by metal-tolerant non-fermentative Gram-negative bacteria isolated from wastewater. Microbiol. 2007;49(3-4):68-73.
6. **Bernhoft RA.** Mercury toxicity and treatment: a review of the literature. J Environ Public Health. 2012; 2012:460508. doi: 10.1155/2012/460508
7. **Rice KM, Walker EM, Wu M, Gillette C, Blough ER.** Environmental mercury and its toxic effects. J Prev Med Public Health. 2014;47(2):74-83.
8. **Breed SE, Murray EGD, Hitchens AP.** Bergey's Manual Determinative Bacteriology. Baltimore: The William and Wilkins Company, 1948.
9. **Dorland WA, Newman.** Kamus Kedokteran Dorland (31th ed). Jakarta: EGC, 2010; p. 224.
10. **Barrow GI, Kromosom AF.** Cowan and Steels Manual for the Indification of Medical Bacteria. Cambridge:

Cambridge University Press, 1993.

Jakarta: Djambatan, 1994: p. 6.

11. **Dwidjoseputro D.** Dasar-dasar Mikrobiologi.