

**GAMBARAN BAKTERI RESISTENSI HgCl<sub>2</sub> DAN FENIL MERKURI  
YANG DIAMBIL DARI FESES, URIN, DAN KARANG GIGI PADA INDIVIDU  
YANG TINGGAL DI DAERAH PESISIR PANTAI DI DESA KEMA II**

<sup>1</sup>Glenaldy Rondonuwu

<sup>2</sup>Billy J. Kepel

<sup>2</sup>Bodhi Widhi

<sup>1</sup>Kandidat Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

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

Email: glenaldyjr@yahoo.com

**Abstract:** Mercury as one of the dangerous contaminants, are neurotoxins and enter into aquatic ecosystems through atmospheric deposition or derived from industrial waste externalization.

**Methods:** This research using descriptive and exploratory method. After getting the sample (feces, urine, tartar), the study followed by laboratory tests. **Result:** It was found that bacterias resistant to HgCl<sub>2</sub>: streptococcus sp, E. coli, and clostridium sp, while the bacterias that resistant to phenyl mercury: bacillus sp and sp aerococcus **Keywords:** Bacteria Resistance, HgCl<sub>2</sub>, Phenyl Mercury, Feces, Urine, Tartar, Coastal Marine.

**Abstrak:** Merkuri sebagai salah satu zat pencemar yang berbahaya, bersifat neurotoksin dan masuk ke dalam ekosistem akuatik melalui deposisi atmosferik, maupun berasal dari eksternalisasi limbah industri. Metode: Penelitian ini bersifat deskriptif dan bersifat eksploratif. Kemudian setelah mendapatkan sampel (feses, urin, karang gigi), penelitian dilanjutkan dengan pemeriksaan lab. Hasil: Didapatkan bakteri yang resisten terhadap HgCl<sub>2</sub> : *streptococcus sp*, *E.Coli*, dan *clostridium sp*. Sedangkan bakteri yang resisten terhadap fenil merkuri: *bacillus sp* dan *aerococcus sp*.

**Kata kunci:** Bakteri Resistensi, HgCL<sub>2</sub>, Fenil Merkuri, Feses, Urin, Karang Gigi, Daerah Pesisir Pantai.

Merkuri/raksa (HG) adalah unsur logam yang sangat penting dalam teknologi modern saat ini. Pemanfaatannya saat ini hampir mencakup seluruh aspek kehidupan manusia dan lingkungan. Selama kurun waktu beberapa tahun, merkuri telah banyak digunakan dalam bidang kedokteran, pertanian, dan industri.

Merkuri sebagai salah satu zat pencemar, bersifat neurotoksin dan masuk ke dalam ekosistem akuatik melalui deposisi atmosferik maupun berasal dari eksternalisasi limbah industri. Keberadaannya di alam hanya dalam konsentrasi yang relatif rendah yaitu sekitar 1ng/l. Secara umum ada tiga bentuk merkuri, yaitu unsur merkuri (Hg<sup>0</sup>), merkuri anorganik (Hg<sup>2+</sup> dan Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>), dan merkuri organik (R-HG<sup>+</sup>, RHgR).<sup>1</sup>

Senyawa merkuri mempunyai karakteristik dapat merusak membran dan menonaktifkan enzim periplasma dan sitoplasma dalam sel. Metil merkuri juga merupakan bentuk yang sangat toksik terhadap organisme hidup. Tidak seperti metil merkuri, HgCl<sub>2</sub> merupakan merkuri yang relatif kurang toksik pada membran.<sup>2</sup>

Logam merkuri di tanah bisa berubah menjadi merkuri anorganik dan merkuri organik oleh aktivitas mikrobia fotosintesis. Logam merkuri mudah menguap, dan bisa kembali ke bumi melalui hujan asam. Merkuri organik dan anorganik dapat masuk ke lingkungan perairan dan terakumulasi dalam tubuh biota air melalui rantai makanan.

Dari penelitian-penelitian yang didapat, mikrobia terutama bakteri dapat mendetoksifikasi merkuri. Mekanisme detoksifikasi logam berat oleh mikrobia berlangsung sangat kompleks yang meliputi presipitasi dan kristalisasi logam berat yang terjadi pada bagian ekstraseluler dan intraseluler mikrobia.<sup>3</sup> Beberapa bakteri yang telah diketahui dapat resisten terhadap merkuri adalah bakteri aerobik dan fakultatif yang mengkatalisasi proses reduksi Hg(II) menjadi Hg(0) seperti bakteri jenis *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, dan *Vibrio*. Reduksi oleh bakteri tersebut dapat digunakan sebagai strategi remediasi untuk endapan terkontaminasi.<sup>4</sup> Percepatan laju reduksi Hg(II) oleh bakteri sangat memungkinkan untuk digunakan dalam teknik bioremediasi *in situ* di tanah atau air yang tercemar.<sup>5,6</sup> Oleh karena itu, penelitian mengenai keberadaan bakteri lain yang resisten terhadap merkuri sangat penting bagi kesehatan dan dunia industri pertambangan itu sendiri.

Di Indonesia dan di negara bagian lainnya, pertambangan kecil terus bertambah dalam satu dekade terakhir, seiring dengan melonjaknya harga emas. Para ahli mengatakan ada sekitar 250.000 penambang dan sekitar 1 juta pekerja lainnya yang terlibat dalam pekerjaan ini di setiap pulau di negara ini. Penggunaan merkuri dalam penambangan tak berizin adalah hal yang ilegal.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang bakteri resistensi merkuri pada penduduk yang tinggal di daerah pantai desa Kema II selama  $\pm$  40 tahun

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dan bersifat eksploratori (eksploratif). Penelitian eksploratori adalah salah satu pendekatan penelitian yang digunakan untuk meneliti sesuatu (yang menarik perhatian) yang belum diketahui, belum dipahami, atau belum dikenali dengan baik.

## **ISOLASI BAKTERI RESISTEN MERKURI**

Tahap isolasi ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri-bakteri yang ada pada sampel sedimen endapan/air sungai.

## **TAHAP IDENTIFIKASI**

### **Uji morfologi**

#### ***Pewarnaan Gram***<sup>7</sup>

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik mikroskopik isolat uji, baik reaksinya terhadap pewarnaan gram, bentuk sel dan ukurannya.

### **Uji fisiologis**

#### ***Uji motilitas***<sup>8</sup>

Uji motilitas ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri yang diuji dapat melakukan pergerakan atau tidak.

### **Uji biokimia**

#### ***Uji indol***<sup>9</sup>

Uji ini bertujuan untuk menentukan kemampuan isolat uji dalam mendegradasi triptofan.

#### ***Uji H<sub>2</sub>S***<sup>8,9</sup>

Uji ini bertujuan untuk menentukan kemampuan isolat uji dalam memproduksi H<sub>2</sub>S melalui reduksi thiosulfat. Adanya endapan hitam menunjukkan terjadinya produksi H<sub>2</sub>S.

#### ***Uji fermentasi karbohidrat***<sup>8</sup>

Uji ini bertujuan untuk menentukan kemampuan bakteri dalam mendegradasi dan memfermentasikan karbohidrat tertentu dengan memproduksi asam atau asam dan gas.

#### ***Uji katalase***<sup>8</sup>

Uji ini bertujuan untuk menentukan kemampuan bakteri untuk mendegradasi *hidrogen peroksida* melalui produksi enzim katalase. Prosedur kerjanya sebagai berikut:

### **Uji Sitrat**<sup>8</sup>

Uji ini bertujuan untuk menentukan kemampuan bakteri dalam menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan energi. Prosedur kerjanya sebagai berikut:

### **Uji Lysine Dekarboksilase**<sup>8</sup>

Uji ini digunakan untuk melihat kemampuan bakteri melakukan *dekarboksilasi* dalam asam amino berupa lisin melalui produksi enzim dekarboksilase. Prose dekarboksilase lisin sering digunakan bakteri untuk menetralkan lingkungan asam menjadi basa.

## **HASIL DAN BAHASAN**

### **Hasil isolasi bakteri resisten merkuri**

Pemilihan populasi bakteri berdasarkan pembentukan koloni bakteri yang paling baik dan yang paling mudah di isolasi. Selanjutnya dari cawan petri dipilih koloni bakteri murni yang akan digoreskan pada media nutrisi agar padat. Untuk tiap titik dibuat 4 buah isolat pada cawan petri yang berbeda dengan kode HgCl<sub>2</sub> g.f 40 b.o, g.u 40 b.k, g.u 40 l.p, g.k 40 b.p dan F.M g.f 20 b.k, g.u 20 b.p, g.u 20 b.o, g.k 20 b.k. Koloni bakteri yang terbentuk adalah berwarna putih keruh.

Kemudian koloni yang terbentuk di inokulasikan ke media agar miring, masing-masing 1 isolat untuk tiap cawan petri. Isolat yang terbentuk semuanya berwarna putih keruh. Selanjutnya isolat yang terbentuk digunakan untuk identifikasi bakteri.

- **Pada konsentrasi HgCl<sub>2</sub> 10 ppm**  
Semua isolat tumbuh bakteri.
- **Pada konsentrasi HgCl<sub>2</sub> 20 ppm**  
Semua isolat tumbuh bakteri.
- **Pada konsentrasi HgCl<sub>2</sub> 40 ppm**  
Hanya beberapa yang tumbuh, bakteri ini yang kemudian dilanjutkan dengan dilakukan pengujian.
- **Pada konsentrasi fenil merkuri 10 ppm**  
Semua isolat tumbuh bakteri.

- **Pada konsentrasi fenil merkuri 20 ppm**  
Hanya beberapa yang tumbuh, bakteri ini yang kemudian dilanjutkan dengan dilakukan pengujian.

## **HASIL IDENTIFIKASI BAKTERI**

### **Uji morfologi**

#### **Pewarnaan Gram**

Hasil yang didapatkan pada pewarnaan Gram adalah HgCl<sub>2</sub> g.f 40 b.o, g.u 40 b.k, g.u 40 l.p dan F.M g.u 20 b.p didapatkan coccus Gram negatif. Sedangkan pada merkuri g.k 40 b.p, F.M g.f 20 b.k, g.u 20 b.o, dan g.k 20 b.k didapatkan bacilli Gram negatif.

### **Uji Fisiologi**

#### **Uji Motility**

Hasil pengujian pada kedua belas isolat didapatkan isolat HgCl<sub>2</sub> g.f 40 b.o, F.M g.f 20 b.k, dan g.k 20 b.k menunjukkan hasil yang positif yaitu bakteri menunjukkan pertumbuhan menyebar baik di sekitar tempat penusukan sampai di permukaan media. Koloni yang terbentuk pada media agar datar adalah berwarna putih keruh dan menyebar sampai ke permukaan media.

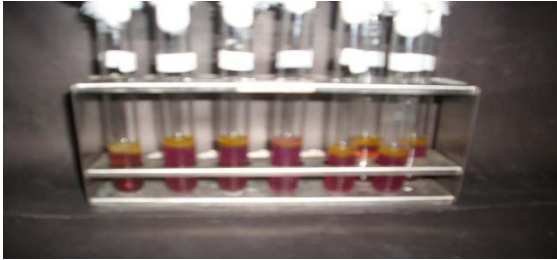


### **Uji Biokimia**

#### **Uji Indol**

Hasil yang didapatkan pada uji indol menunjukkan bahwa hanya isolat F.M g.f 20 b.k saja yang memberikan hasil positif, yaitu terbentuk cincin berwarna merah di permukaan media setelah diberikan 5 tetes reagen Kovacs' dan dibiarkan selama 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri

mengandung enzim triptofanase yang merupakan katalisis pengurai gugus indol yang terkandung didalam asam amino triptofan.



### **Uji H<sub>2</sub>S**

Pada uji H<sub>2</sub>S dengan menggunakan media TSIA (triple sugar iron agar), tidak didapatkan hasil yang positif pada semua isolat.

### **Uji Fermentasi Karbohidrat**

Uji fermentasi karbohidrat dilakukan pada media TSIA bersama-sama dengan uji pembentukan H<sub>2</sub>S. Pada uji fermentasi didapatkan hasil sebagai berikut:

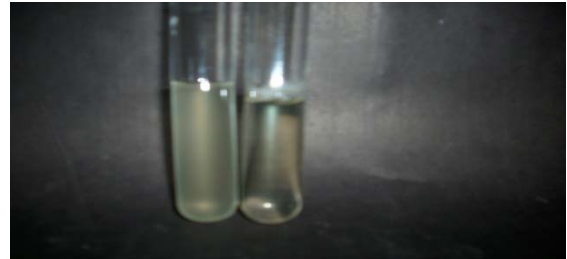
Hanya isolat F.M g.u 20 b.o memberikan perubahan warna pada media menjadi warna kuning baik didaerah miring maupun daerah dasarnya, disertai pembentukan gas didaerah butt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bakteri ini dapat memfermentasikan semua jenis karbohidrat dan juga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> sebagai sisa proses fermentasi. Sedangkan isolat lainnya dapat memfermentasikan semua jenis karbohidrat kecuali glukosa.



### **Uji Katalase**

Hasil uji katalase yang dilakukan pada semua isolat yang ditumbuhkan pada media

Nutrient Broth menunjukkan hasil positif pada semua isolat, ditunjukkan dengan terdapatnya pembentukan gelembung gas. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri memiliki enzim katalase yang berfungsi menguraikan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang ditambahkan ke koloni bakteri menjadi H<sub>2</sub>O dan O<sub>2</sub>.



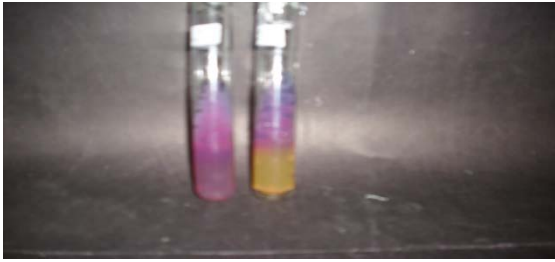
### **Uji Sitrat**

Uji sitrat ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan energi. Pada hasil positif terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi warna biru. Dalam hasil pengujian, hanya isolat merkurig.u 40 l.j yang menunjukkan hasil negatif.



### **Uji Lysine Dekarboksilase**

Hasil uji lysine dekarboksilase yang menunjukkan hasil positif adalah isolat HgCl<sub>2</sub> g.f 40 b.o, g.u 40 b.k, dan F.M g.f 20 b.k, g.u 20 b.o, g.k 20 b.k dimana media menjadi berwarna lembayung (ungu) pada semua bagian baik di dasar media maupun di bagian media yang miring. Pada isolat HgCl<sub>2</sub> g.u 40 l.p, g.k 40 b.p, F.M g.u 20 b.p menunjukkan hasil negatif dimana media menjadi berwarna kuning.



Selanjutnya setelah hasil dari identifikasi bakteri yang meliputi uji morfologi, fisiologi, dan biokimia diperoleh, semua hasil ini digabungkan dan digunakan untuk menentukan bakteri yang terkandung pada masing-masing isolat.

Penentuan bakteri dilakukan dengan membandingkan hasil uji yang diperoleh dengan data-data yang terdapat didalam buku Bergey's Manual Determinative of Bacteriology.

Isolat HgCl<sub>2</sub> g.u 40 b.k menunjukkan gambaran pewarnaan gram yaitu gram negatif dengan bentuk bulat. Pada uji motil menunjukkan hasil negatif, begitu juga pada uji indol. Uji katalase positif dengan terbentuknya gelembung gas. Menggunakan sitrat sebagai sumber energi. Pada uji H<sub>2</sub>S menunjukkan hasil negatif. Tidak dapat memfermentasikan glukosa, namun dapat memfermentasikan laktosa, sukrosa dan menghasilkan gas. Pada uji lysine dekarboksilase menunjukkan hasil positif. Dari semua hasil yang telah diuji, baik uji morfologi, fisiologi, sampai uji biokimia maka disimpulkan bahwa bakteri pada isolat ini adalah *streptococcus sp.*

Isolat HgCl<sub>2</sub> g.u 40 l.p dan g.f 40 b.o pada pewarnaan gram menunjukkan bakteri gram negatif dengan bentuk bulat. Kedua isolat tersebut disimpulkan bakteri *E.coli*. Kesimpulan tersebut ditunjang dengan hasil uji katalase positif, dan pada uji fermentasi karbohidrat, isolat dapat memfermentasi laktosa, sukrosa, dan dapat menghasilkan gas. Pada uji indol dan uji H<sub>2</sub>S hasil negatif.

Isolat HgCl<sub>2</sub> g.k 40 b.p pada pewarnaan gram merupakan bakteri gram negatif dengan bentuk batang. Pada uji fisiologi didapatkan uji motil negatif. Pada uji biokimia didapatkan uji indol negatif,

katalase positif, serta uji lysine dekarboksilase negatif. Menggunakan sitrat sebagai sumber energi. Uji H<sub>2</sub>S negatif. Dapat memfermentasikan laktosa, sukrosa, dan menghasilkan gas. Dengan semua hasil pengujian ini, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri ini adalah *Clostridium sp.*

Isolat F.M g.f 20 b.k, g.u 20 b.o, dan g.k 20 b.k menunjukkan pewarnaan gram yang sama yaitu batang gram negatif dengan bentuk batang. Ketiga bakteri ini menunjukkan hasil positif pada uji katalase, uji sitrat, dan uji lysine dekarboksilase. Ketiga isolat dapat memfermentasi laktosa, sukrosa, dan menghasilkan gas. Pada uji H<sub>2</sub>S ketiga isolat menunjukkan hasil negatif. Dengan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri ini adalah *Bacillus sp.*

Isolat F.M g.u 20 b.p menunjukkan hasil pewarnaan gram yaitu gram negatif. Pada uji motil, uji indol, uji H<sub>2</sub>S dan uji lysin dekarboksilase hasilnya negatif. Sedangkan pada uji katalase dan uji sitrat, pada isolat didapatkan hasil positif. Isolat dapat memfermentasi laktosa, sukrosa, dan menghasilkan gas. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa bakteri ini adalah *Aeroccus, sp.*

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Pada HgCl<sub>2</sub>: bakteri yang resisten adalah *streptococcus sp*, *E.Coli*, dan *clostridium sp*. Sedangkan tingkat resistensinya adalah 40ppm.
- Pada fenil merkuri: bakteri yang resisten adalah *bacillus sp* dan *aeroccus sp*. Sedangkan tingkat resistensinya adalah 20ppm.

## SARAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang menggambarkan tentang gambaran bakteri resistensi merkuri dan fenil merkuri. Penelitian ini sangat

mebutuhkan penelitian lanjutan yang dapat membahas lebih dalam tentang mekanisme resistensi bakteri-bakteri tersebut terhadap merkuri dan fenil merkuri.

Bagi instansi dan pemerintah kota, diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai bahan referensi untuk penerapan dalam bioremediasi dan teknologi lainnya yang bermanfaat bagi masyarakat.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Hammond PB, Beliles RP. 1980, Metals, p.409-467.
2. Rozan TF. and G. BENOIT (2001) Mass balance of heavy metal in New Haven Harbor, Connecticut: The predominance of nonpoint sources. *Limnol. Oceanogr.* 46, 2032-2049.
3. Gadd GM. 2000. Heavy Metal Pollutants; Environmental and biotechnological aspect. *Encyclopedia of microbiology* 2<sup>nd</sup>. Ed 2: 607-17
4. Mullen MD. 1998. Transformations on other elements. In: DM Sylvania, JJ Fuhrmann, PE Hartel, DA Zuberer, editor. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. New Jersey: Upper Saddle River.
5. Barkay T, Turner RR, vanden Brook A, Liebert C . 1991. The relationship of Hg(II) volatilization from a freshwater pond to the abundance of mer genes in the gene pool of the indigenous microbial community. *Microb.Ecol* 21:151-161
6. Goldstein RW, Olsen BH & Porcella DB. 1988. Conceptual model of genetic regulation of mercury biogeochemical cycling. *Environ.Technol. Lett* 9: 957-964.
7. Ijong FG. *Mikrobiologi Dasar. Laboratorium Mikrobiologi Hasil Perikanan*. FP; 2003.
8. Cappucino and Sherman 1992. *Biochemical activities of microorganisms*.
9. Lay WB. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada; 1994.