

Isolasi bakteri resisten merkuri pada urin pasien dengan tumpatan amalgam di Puskesmas Tuminting

¹Julia V. F, Bahter

²Billy J. Kepel

²Fatimawali

¹Kandidat Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

²Bagian Kimia Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: vaniabahter@gmail.com

Abstract: Metal is very important for human life, albeit, some of them have toxic effects. Mercury is a heavy metal with a high toxicity level. In the field of dentistry, mercury is used as an ingredient of amalgam. The use of amalgam apparently triggers resistant bacteria due to continuous release of mercury since the usage of condensing amalgam in the tooth. This study was aimed to determine whether there were mercury-resistant bacteria in the urine of patients who had amalgam-filling tooth at Puskesmas Tuminting (primary health care) and to identify the types of mercury-resistant bacteria. This was a descriptive exploratory study using urine samples of patients in dental clinic with amalgam fillings minimal for 6 months. The results obtained 30 isolates of mercury-resistant bacteria with 6 genera of bacteria resistant to mercury, as follows: *Klebsiella* sp, *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp, *Hafnia* sp, *Enterobacter* sp, and *Eubacteria* sp. **Conclusion:** There were mercury-resistant bacteria in the urine of patients with amalgam-filling teeth in the Dental Clinic of Puskesmas Tuminting.

Keywords: amalgam, mercury-resistant bacteria

Abstrak: Logam sangat penting bagi kehidupan manusia. Walaupun demikian beberapa jenis logam memiliki efek toksik, salah satunya ialah merkuri. Merkuri tergolong logam berat dengan tingkat toksisitas yang tinggi. Dalam bidang kedokteran gigi, merkuri digunakan sebagai salah satu bahan campuran amalgam. Penggunaan amalgam ternyata memicu bakteri resisten merkuri dikarenakan pelepasan Hg secara terus menerus sejak dilakukan kondensasi amalgam di dalam mulut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat bakteri resisten merkuri dalam urin pasien yang menggunakan amalgam di Puskesmas Tuminting dan untuk mengidentifikasi jenis bakteri resisten merkuri yang ditemukan. Jenis penelitian ialah deskriptif eksploratif. Sampel penelitian ialah urin pasien di Poli Gigi dengan tumpatan amalgam minimal 6 bulan. Hasil penelitian menapatkan dari 30 isolat bakteri resisten merkuri terdapat 6 genus bakteri yang resisten terhadap merkuri, yaitu: *Klebsiella* sp, *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp, *Hafnia* sp, *Enterobacter* sp, dan *Eubacteria* sp. **Simpulan:** Terdapat bakteri resisten merkuri dalam urin pasien dengan tumpatan amalgam merkuri di Poli Gigi Puskesmas Tuminting.

Kata kunci: amalgam, bakteri resisten merkuri

Logam memiliki beberapa fungsi penting dan diperlukan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Penggunaan berbagai logam berat tersebut secara langsung maupun tidak langsung atau sengaja maupun tidak sengaja telah mencemari

lingkungan. Logam berat seperti potasium, sodium, kalsium, dan tembaga dianggap penting untuk beberapa keperluan. Beberapa logam berat lainnya tidak memiliki fungsi penting bahkan memiliki efek toksik terhadap sel, seperti arsenik

(As), kadmium (Cd), timbal (Pb), kromium (Cr), Nikel (Ni), dan merkuri (Hg). Logam-logam tersebut dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tinggal menetap dalam jangka waktu lama sebagai racun terakumulasi.^{1,2}

Merkuri merupakan logam berat berwarna keperakan serta elemen alami di bumi. Sumber utama merkuri ialah bentuk-bentuk gas yang berasal dari kulit bumi termasuk di dalamnya daratan, sungai dan lautan dan diperkirakan jumlah per tahun sebesar 25.000 sampai dengan 150.000 ton. Merkuri merupakan salah satu logam berat dengan tingkat toksisitas yang tinggi, tidak hanya terhadap manusia melainkan juga merugikan hewan dan tumbuhan. Merkuri merupakan racun yang sangat kuat terhadap sistem saraf, khususnya perkembangan sistem saraf yang paling terpengaruh.^{3,4}

Merkuri yang juga dikenal sebagai air raksa, merupakan satu-satunya logam yang cair pada suhu kamar. Terdapat 3 bentuk utama dari merkuri, yaitu unsur/logam merkuri, merkuri anorganik, dan merkuri organik. Baik merkuri organik maupun anorganik dapat mengalami transformasi di dalam lingkungan. Logam merkuri merupakan cairan berwarna perak di suhu kamar tetapi membentuk uap merkuri pada suhu kamar karena tekanan uap yang sangat tinggi.^{3,4}

Sebelum diketahui memiliki tingkat toksisitas yang tinggi, merkuri telah banyak digunakan oleh manusia untuk kebutuhan hidup, antara lain sebagai pengobatan penyakit sifilis pada abad ke-15, pembersih luka, serta komponen merkuri organik digunakan sebagai diuretika dan sampai bertahun-tahun digunakan sebagai bahan kosmetika. Merkuri juga digunakan dalam berbagai bentuk dan untuk berbagai keperluan, misalnya alat-alat listrik, cat, sebagai katalis, kedokteran gigi, pertanian, alat-alat laboratorium, maupun obat-obatan.^{2,5}

Salah satu penggunaan merkuri pada kehidupan manusia dalam bidang kedokteran gigi, yaitu amalgam. Amalgam merupakan campuran dari dua atau beberapa logam yang salah satunya ialah

merkuri, sebagai contoh merkuri dicampur dengan perak, timah, tembaga atau sejumlah kecil seng. Amalgam dapat berbentuk padat maupun cair tergantung jumlah merkuri yang digunakan. Amalgam umumnya digunakan untuk menambal gigi berlubang. Sebelum dipoles, tambalam amalgam berwarna abu-abu, tetapi setelah dipoles, tambalan ini akan terlihat kilau metaliknya.⁶

Sampai sekarang penggunaan amalgam sebagai bahan restorasi gigi masih menjadi kontroversi, karena kandungan merkuri yang terkandung di dalamnya. Amalgam telah digunakan sejak abad ke-19. Amalgam menjadi pilihan untuk restorasi gigi, karena selain biayanya yang relatif murah, amalgam juga cukup kuat menahan daya kunyah dan efek bakteriostatik tetapi ternyata penggunaan amalgam dapat memicu terjadinya resisten bakteri.⁶⁻⁹

Pelepasan Hg dari amalgam gigi dapat terjadi sejak dilakukan kondensasi amalgam di dalam mulut dan terus berlangsung selama amalgam berada di dalam mulut. Hg yang larut di dalam saliva dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pencernaan, pernafasan dan peresapan melalui mukosa mulut.⁷

Pemeriksaan kadar Hg dalam tubuh akibat pencemaran dari lingkungan maupun terlepasnya kadar Hg dari restorasi amalgam dapat dilakukan pemeriksaan melalui darah, urin, saliva, tinja dan rambut kepala. Ginjal mengandung konsentrasi merkuri yang sangat tinggi setelah adanya paparan dengan garam anorganik dari merkuri dan uap merkuri, sedangkan merkuri organik lebih banyak ditemukan dalam otak terutama pada bagian posterior korteks. Pemeriksaan Hg dalam darah dan urin merupakan pemeriksaan yang paling akurat.^{4,7}

Salah satu usaha untuk detoksifikasi merkuri dapat dilakukan dengan mikro-organisme yang resisten merkuri, misalnya bakteri yang resisten terhadap merkuri. Detoksifikasi oleh bakteri resisten merkuri terjadi karena bakteri resisten merkuri memiliki gen resisten merkuri, *mer operon*.¹

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat bakteri resisten merkuri pada urin pasien yang menggunakan amalgam di Puskesmas Tuminting dan mengidentifikasi jenis bakteri resisten merkuri yang ditemukan

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah deskriptif eksploratif. Penelitian ini dilakukan sejak bulan September 2016 – November 2016. Pengambilan sampel urin dilakukan di Puskesmas Tuminting kemudian analisis sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi FMIPA Universitas Sam Ratulangi.

Populasi penelitian ini ialah bakteri yang terdapat pada urin pasien yang berkunjung ke poli gigi di Puskesmas Tuminting. Sampel penelitian yaitu 2 sampel urin dari pasien di Poli gigi dengan tumpatan amalgam, minimal sudah menggunakan amalgam selama 6 bulan. Variabel penelitian yaitu bakteri resisten merkuri.

Pemeriksaan ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama ialah isolasi bakteri resisten merkuri. Sampel diambil dan ditumbuhkan pada media nutrient agar yang telah mengandung merkuri dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm dan 40 ppm. Koloni yang tumbuh dalam nutrient agar diambil bakteri tunggal dan dipindahkan lalu digoreskan pada media padat lainnya. Bakteri diinkubasi dan diperiksa 24 jam kemudian, setelah itu bakteri dipindahkan ke agar miring untuk mendapatkan bakteri murni sekaligus sebagai isolat bakteri resisten merkuri. Selanjutnya isolat murni disimpan di dalam lemari es untuk digunakan dalam mengidentifikasi bakteri dengan cara uji morfologi, fisiologi, dan biokimia.

Uji morfologi dilakukan melalui pewarnaan Gram. Uji fisiologi dilakukan dengan uji motilitas. Uji biokimia yang terdiri dari beberapa uji, yaitu: uji indol, uji fermentasi karbohidrat, uji lisin dekarboksilase, uji sitrat, uji H₂S, dan uji katalase.

Data yang didapat dari hasil penelitian

laboratorium berupa data hasil pengujian morfologi, fisiologi, aktivitas biokimia, dan identifikasi bakteri dipaparkan secara deskriptif serta diolah dalam bentuk tabel.

HASIL PENELITIAN

Setelah kedua sampel ditumbuhkan dalam media nutrient broth yang telah mengandung merkuri 10 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm, media kemudian diinkubasi selama 24 jam lalu ditumbuhkan pada medium padat di cawan petri untuk mendapatkan koloni bakteri resisten merkuri. Untuk setiap sampel di tingkat 10 ppm, 20 ppm dan 40 ppm dibuat 2 perlakuan. Dari setiap sampel di tingkat ppm yang berbeda-beda, koloni bakteri tumbuh dengan warna putih keruh, kecuali pada VA10⁻¹ dan VA10⁻², koloni bakteri tumbuh dengan warna kehijauan dan putih keruh.

Koloni yang tumbuh dalam medium padat diambil bakteri tunggal di tiap konsentrasi kemudian digoreskan di media padat lain dan diinkubasi 24 jam. Setelah itu bakteri dipindahkan ke agar miring untuk mendapatkan bakteri murni sekaligus sebagai isolat bakteri resisten merkuri. Isolat yang didapatkan berjumlah 30 isolat dan diberi kode VA10.1, VA10.2, VA10.3, VA10.4, VA10.5, VA10.6, VA20.1, VA20.2, VA20.3, VA20.4, VA40.1, VA40.2, VA40.3, VA40.4, VA40.5, VB10.1, VB10.2, VB10.3, VB10.4, VB10.5, VB10.6, VB10.7, VB20.1, VB20.2, VB20.3, VB20.4, VB40.1, VB40.2, VB40.3, VB40.4.

Hasil uji morfologi dari 20 isolat menunjukkan bentuk basil Gram negatif, 7 isolat menunjukkan hasil bentuk kokus Gram positif, dan 3 isolat bentuk basil Gram positif.

Hasil pengujian pada 30 isolat pada media tes motilitas didapatkan semua isolat menunjukkan hasil yang negatif yaitu bakteri tidak menunjukkan adanya pertumbuhan menyebar.

Hasil uji fermentasi karbohidrat didapatkan 7 isolat positif dimana bakteri ini dapat memfermentasikan semua jenis karbohidrat dan juga menghasilkan gas CO₂ sebagai sisa proses fermentasi.

Pada uji H₂S dengan menggunakan media TSIA (*triple sugar iron agar*) didapatkan hasil yang positif pada 7 isolat yang terbukti dengan terbentuknya endapan berwarna hitam pada dasar dari media yang menunjukkan bahwa bakteri dapat membentuk H₂S.

Hasil uji katalase yang dilakukan pada semua isolat yang ditumbuhkan pada media *Nutrient Broth* menunjukkan hasil positif pada semua isolat dimana terjadi pembentukan gelembung gas.

Hasil uji lisin dekarboksilase yang menunjukkan hasil positif pada 24 isolat dimana media menjadi berwarna lembayung (ungu) pada semua bagian baik di dasar media maupun di bagian media yang miring.

Hasil yang didapatkan dari uji indol menunjukkan sebanyak 4 isolat yang memberikan hasil positif yaitu, terbentuk cincin berwarna merah di permukaan media setelah diberikan sebanyak 5 tetes reagen *kovac's* dan dibiarkan selama 10 menit.

Pada uji sitrat, hasil pengujian pada 30 isolat menunjukkan hasil yang positif pada semua isolat dimana terjadi perubahan warna media dari hijau menjadi warna biru.

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*.¹⁰

Isolat VA10.1, VA10.4, VA20.1, VA20.2, VA40.3, VA40.4, VA40.5, VB20.1, VB20.2, VB20.3, VB40.2, VB40.4 pada pewarnaan Gram merupakan pewarnaan Gram negatif dengan bentuk basil. Uji motil negatif pada semua isolat. Ada yang membentuk indol dan ada juga yang tidak. Berdasarkan bentuk dan uji-uji yang dilakukan pada 12 isolat, maka isolat ini dapat dikelompokkan kedalam genus *Klebsiella* sp.¹⁰⁻¹²

Isolat VA10.2, VB10.1, VB40.1 pada pewarnaan Gram menunjukan bakteri basil

Gram positif, non-motil. Pada uji biokimia didapatkan uji indol positif pada isolat VB10.1 sedangkan isolat VA10.2 dan VB40.1 uji indol negatif. Uji H₂S negatif. Uji lisin dekarboksilase positif. Uji katalase positif. Dari semua hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa ketiga isolat ini dapat digolongkan kedalam genus *Bacillus* sp.^{10,11}

Isolat VA10.3, VA20.3, VA20.4, VA40.2, VB10.2, VB10.3, VB40.3 pada pewarnaan Gram merupakan bakteri kokus Gram positif, nonmotil. Selain itu, hasil uji biokimia diperoleh uji indol negatif dan katalase positif maka dapat disimpulkan bahwa bakteri ini termasuk dalam *Staphylococcus* sp.¹⁰

Isolat VA10.5, VB10.4, VB10.6 menunjukkan gambaran pewarnaan Gram yang sama yaitu basil Gram negatif, non motil. Uji indol negatif pada ketiga isolat. Selain itu, hasil uji biokimia ketiga bakteri juga serupa yaitu uji katalase positif. Uji H₂S dapat positif maupun negatif, dengan atau tanpa gas. Uji lisin dekarboksilase positif. Dari hasil uji morfologi, uji fisiologi, dan uji biokimia ketiga isolat ini dapat dikelompokkan kedalam bakteri *Hafnia* sp.¹⁰

Isolat VB10.5, VB10.7, VB20.4 menunjukkan gambaran pewarnaan Gram negatif dengan bentuk basil, non motil. Fermentasi glukosa dan laktosa positif pada isolat VB10.7 dan VB20.4 tetapi negatif pada isolat VB10.5. Uji indol negatif pada isolat VB10.7 dan VB20.4, sedangkan positif pada VB10.5. Uji lisin positif pada isolat VB10.5 dan VB10.7, negatif pada VB20.4. Dari hasil yang didapatkan, ketiga isolat ini dapat dikelompokkan ke dalam bakteri genus *Escherichia* sp.^{10,12}

Isolat VA10.6 dan VA40.1 menunjukkan gambaran pewarnaan Gram negatif berbentuk basil, uji indol negative, dapat memfermentasikan laktosa dan ada pembentukan gas pada kedua isolat. Dari hasil yang didapatkan, kedua isolat ini dapat dikelompokkan ke dalam bakteri genus *Enterobacter* sp.¹⁰

BAHASAN

Bakteri adalah prokariot unisel yang hanya dapat diamati dengan mikroskop. Bakteri bersifat sel tunggal, ukuran rata-rata 0,5 sampai beberapa mikron. Bakteri dapat hidup secara sendiri-sendiri (soliter) atau berkelompok (koloni). Berkembang biak dengan membelah diri dan bahan-bahan genetiknya tidak terbungkus dalam membran inti. Bakteri memiliki beberapa jenis bentuk seperti basil, kokus, spiral, dan vibrio.¹³

Bakteri umumnya memperbanyak diri (berkembang) dengan jalan membelah. Di dalam suasana yang cukup baik, misalnya dalam media pembenihan, bakteri memperbanyak diri dengan cepat. Faktor-faktor lingkungan yang ternyata memengaruhi pertumbuhan antara lain seperti nutrisi, suhu, pH, dan aerasi harus dicermati dengan baik. Sebagian besar organisme tumbuh paling baik pada pH 6,0-8,0, meskipun beberapa memiliki pH optimal serendah 3,0 dan ada yang memiliki pH normal setinggi 10,5. Spesies mikroba yang berbeda memiliki kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan yang sangat beragam. Suhu yang rendah dapat menyebabkan aktivitas enzim menurun dan jika suhu terlalu tinggi dapat mendenaturasi protein enzim. Pada suhu optimum pertumbuhan bakteri berlangsung dengan cepat. Di luar kisaran suhu optimum pertumbuhan bakteri menjadi lambat atau tidak ada pertumbuhan.^{11,13}

Detoksifikasi oleh bakteri resisten merkuri terjadi karena bakteri resisten merkuri memiliki gen resisten merkuri, *mer operon*. Setiap bakteri resisten merkuri memiliki gen operon yang berbeda-beda. Struktur gen operon umumnya terdiri dari gen metaloregulator (meR), gen transpor merkuri (merT, merP, merC), gen merkuri reduktase (merA), dan organomercuri liase (merB).¹

Berdasarkan hasil penelitian dengan mengambil sampel urin pasien di poli gigi Puskesmas Tuminting yang menggunakan amalgam, ditemukan bakteri resisten merkuri pada kedua sampel dengan hasil uji resistensi merkuri menunjukkan hasil semua isolat tumbuh pada pemberian

HgCl₂ dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm dan 40 ppm sehingga didapat 30 isolat yang selanjutnya dilakukan identifikasi.

Genus *Klebsiella* sp. berbentuk batang pendek atau basil. *Klebsiella* termasuk bakteri non-motil dan juga merupakan Gram negatif. Kuman enterik berukuran 0,5 µm x 3,0 µm dan tidak berspora. Semua kuman enterik meragi glukosa menjadi asam dengan atau tanpa disertai pembentukan gas, mereduksi nitrat menjadi nitrit dan ada yang membentuk indol serta ada yang tidak.^{10,11}

Genus *Klebsiella*, terutama spesies *Klebsiella pneumoniae*, merupakan patogen manusia yang umum dan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit di rumah sakit maupun masyarakat. Hal ini menyebabkan infeksi nosokomial, seperti septikemia, pneumonia, dan infeksi saluran kemih, dan juga berhubungan dengan infeksi yang diperoleh masyarakat, termasuk pneumonia, infeksi saluran kemih dan piogenik abses hati rumit dengan meningitis dan *endophthalmitis*. Kapsul merupakan faktor virulensi utama *K. Pneumoniae*.¹⁴

Genus *Bacillus* sp termasuk golongan kuman *Bacillaceae* merupakan kuman batang berpora (endospora) yang bersifat positif Gram dan bersifat aerob. *Bacillus* merupakan batang kecil dengan ukuran 0,3-2,2 µm x 1,2-7,0 µm. Sel khas, mempunyai ujung persegi dan tersusun dalam rantai panjang; spora terletak di tengah-tengah basil non-motil.¹⁰⁻¹² Banyak spora dari *Bacillus* yang resisten terhadap panas, radiasi, desinfektan dan pengeringan sehingga sering sulit untuk menghilangkan *Bacillus* dari bahan medis dan farmasi yang tersering menyebabkan kontaminasi. Beberapa strain *Bacillus* laut dapat mendetoksifikasi logam berat melalui proses reduksi dan memiliki kemampuan menghasilkan karotenoid.¹⁵

Genus *Staphylococcus* sp. dengan bentuk kokus Gram positif. Genus ini mempunyai paling sedikit 40 spesies, yang paling sering dijumpai ialah *S. aureus*, *S. epidermidis*, dan *S. saprophyticus*. *Staphylococcus* berdiameter sekitar 1µm.

Bakteri ini bersifat non-motil dan tidak membentuk spora. *Staphylococcus* menghasilkan katalase yang membedakan dengan *Streptococcus*. Dapat melakukan fermentasi banyak karbohidrat dengan lambat, menghasilkan asam laktat tetapi tidak ada gas.¹⁰

S. aureus mengekspresikan banyak potensi faktor virulensi. Pertama, protein permukaan yang mempromosikan kolonisasi jaringan inang. Kedua, faktor-faktor yang mungkin menghambat fagositosis (kapsul, imunoglobulin protein A mengikat). Ketiga, racun yang merusak jaringan *host* dan gejala penyakit penyebab. *Streptococcus* koagulase-negatif biasanya kurang virulen dan mengekspresikan faktor virulensi yang lebih sedikit.¹⁶

Genus *Hafnia* sp. merupakan bakteri basil Gram negatif. *Hafnia* sp. termasuk dalam *family enterobacteriaceae*. Uji H₂S dapat positif maupun negatif, dengan atau tanpa gas, produksi indol negative, uji sitrat negative, dan uji lisin dekarboksilase positif.¹⁰⁻¹²

Dewasa ini penyelidikan telah difokuskan pada hubungan antara genus *Hafnia* dan munculnya pola resistensi antimikroba. Beberapa laporan bahkan menunjukkan bahwa *Hafnia* merupakan calon patogen enterik, meskipun data dan bukti yang sangat terbatas saat ini tersedia. Meski telah lebih dari 50 tahun sejak genus diidentifikasi, sangat sedikit yang diketahui tentang variasi antara spesies *Hafnia*. Keanekaragaman di O-antigen (O-polisakarida, OPS) diduga menjadi faktor utama dalam adaptasi bakteri terhadap *host* yang berbeda dan situasi dan variabilitas di lingkungan.^{17,18}

Genus *Escherichia* sp. merupakan bakteri Gram negatif dengan bentuk basil. Genus ini terdiri dari 2 spesies yaitu *E. coli* dan *E. hermannii*. Dapat motil maupun nonmotil, fermentasi glukosa dan laktosa dengan produksi asam dan gas. Kuman berbentuk batang pendek, ukuran 0,4-0,7 µm x 1,4 µm. Uji indol positif sedangkan lisin dekarboksilase dapat negatif maupun positif.^{10,12}

Genus *Enterobacter* sp. merupakan

bakteri basil Gram negatif. *Enterobacter* termasuk dalam *family enterobacteriaceae*. Spesies *Enterobacter* fermentasi laktosa dengan produksi gas dan uji indol negatif.¹⁰

Enterobacter dapat ditemukan pada kulit manusia dan tanaman serta tanah, air, limbah, saluran usus manusia dan hewan, dan beberapa produk susu. Beberapa spesies *Enterobacter*, seperti *Enterobacter sakazakii* bersifat patogen oportunistik pada manusia.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan bahasan dapat disimpulkan bahwa pada urin pasien dengan tumpatan amalgam merkuri di Poli Gigi Puskesmas Tuminting terdapat bakteri merkuri resisten tersebut yaitu *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp, *Klebsiella* sp, *Hafnia* sp, *Escherichia* sp, dan *Enterobacter* sp.

SARAN

Untuk para praktisi di bidang kedokteran gigi, hasil penelitian ini dapat menunjukkan adanya bakteri resisten merkuri pada pasien dengan tumpatan amalgam. Oleh karena itu sebaiknya perlu dipertimbangkan kembali pemilihan bahan dasar tambalan gigi yang bebas merkuri. Diperlukan identifikasi jenis bakteri yang lebih tepat yaitu secara biomolekuler atau dengan menambahkan uji biokimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Osborn AM, Bruce KD, Strike P, Ritchie AD. Distribution, diversity and evolution of the bacterial mercury resistance (mer) operon. Federation of European Microbiological Societies. 1997;19(4):239-62. [cited 2016 August 16]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9167257>
2. Fardiaz S. Polusi Air dan Udara (1st ed). Yogyakarta: Kanisius, 1992; p. 48-58.
3. Martinez-Finley EJ, Aschner M. Recent advances in mercury research. Metals and Health. 2014;1:163-71.
4. Sembel DT. Toksikologi Lingkungan (1st ed). Yogyakarta: ANDI, 2015: p. 98-105.
5. Asiah N, Alfian Z, Anwar J, Siregar Y,

- Bangun D.** Pengaruh lama kerja terhadap kadar merkuri (Hg) dalam urin pekerja tambang emas. [cited 2016 August 17]. Available from : <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/1352>
- 6. Radmadhan GA.** Serba-serbi Kesehatan Gigi dan Mulut (1st ed). Jakarta Selatan: Bukune, 2010; p. 137-9.
- 7. Sukartini E.** Pengelepasan Kadar Hg dalam urin setelah restorasi amalgam yang di triturasi secara manual. [cited 2016 August 17]. Available from: http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/08/penglepasan_kadar_hg_dlm_urin_setelah_restorasi_amalgam.pdf
- 8. Pundogar, Sittie RD, Bautista, Jing R, Teves, Franco G.** Prevalence of mercury-resistant and antibiotic-resistant bacteria found in dental amalgam. *Int Res J Biol Sci.* 2014;3:1-4.
- 9. Tarigan R.** Perawatan Pulpa Gigi (Endodonti) (2nd ed). Jakarta: EGC, 2004; p. 199.
- 10. Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST.** *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (9th ed). USA: Williams and Wilkins, 1994.
- 11. Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA.** *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg* (25th ed). Jakarta: EGC, 2010.
- 12. Staf Pengajar Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.** *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran (Edisi Revisi)*. Tangerang: Binarupa Aksara, 2010.
- 13. Adam S.** *Dasar-dasar Mikrobiologi Parasitologi untuk Perawat*. Jakarta: EGC, 1992.
- 14. Pan JY, Lin LT, Chen TC, Chen YY, Hsieh FP, Hsu RC, et al.** Genetic analysis of capsular polysaccharide synthesis gene clusters in 79 capsular types of *Klebsiella* spp. *Scientific Reports.* 2015;5:15573. [cited 2016 December 1]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4616057/>
- 15. Mondol MAM, Shin JH, Islam TM.** Diversity of secondary metabolites from marine bacillus species: Chemistry and biological activity. *Marine Drugs.* 2013;11:2846-72. [cited 2016 December 1]. Available from : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3766869/>
- 16. Medical Microbiology** (4th ed). [cited 2016 December 1]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK84488/>
- 17. Abbott LS, Moler S, Green N, Tran R, Wainwright K, Janda MJ.** Clinical and laboratory diagnostic characteristics and cytotoxic potential of *Hafnia alvei* and *Hafnia paralvei* strains. *J Clin Microbiol.* 2011;49(9):3122-6.
- 18. Duan Z, Niedziela T, Lugowski C, Cao B, Wang T, Xu L, et al.** Genetic diversity of O-antigens in *Hafnia alvei* and the development of a suspension array for serotype detection. 2016;11(5). [cited December 1 2016]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4869667>