

Isolasi *Pseudomonas spp.* pada Media dengan Cadmium (Cd) dari Tanah Dalam dan Luar TPA di Malang serta Uji Sensitifitas terhadap Ceftazidime dan Gentamicin

Aurelzya Cahya Salsabilla, Dicky Kurniawan Tontowiputro, Rio Risandiansyah

*Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Penumpukan limbah yang mengandung cadmium (Cd) pada TPA Supit Urang Malang mempengaruhi mikroorganisme tanah, salah satunya *Pseudomonas spp.*. Cadmium (Cd) bersifat toksik sehingga bakteri akan memiliki ketahanan terhadap peningkatan logam tersebut. Mekanisme ini diduga disertai dengan peningkatan resistensi antibiotik. Penelitian ini mengisolasi *Pseudomonas spp.* yang resisten cadmium (Cd) dari tanah TPA dan menguji sensitifitasnya terhadap antibiotik lini pertama yaitu ceftazidime dan gentamicin.

Metode: Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorium secara *in vitro*. Bakteri *Pseudomonas spp.* diambil dari sampel tanah dalam dan luar TPA. Bakteri diinokulasikan pada media tanpa cadmium dan media dengan cadmium chloride monohydrate 200 ppm. Total koloni keseluruhan yang tumbuh pada media dihitung dengan menggunakan metode Total Plate Count (TPC). Isolat bakteri dari media dengan logam cadmium dilakukan uji sensitifitas terhadap ceftazidime dan gentamicin menggunakan metode Kirby-bauer. Data dari hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan uji Kruskal Wallis dan Mann-Whitney.

Hasil: Tanah TPA Supit Urang Malang memiliki kandungan cadmium (Cd) $0,55 \pm 0,22$ mg/kg. Jumlah *Pseudomonas spp.* yang terisolasi di media tanpa cadmium maupun dengan cadmium lebih banyak di luar dibandingkan di dalam TPA. *Pseudomonas spp.* yang terisolasi dari dalam maupun luar TPA sensitif terhadap ceftazidime dan gentamicin, namun ceftazidime dari sampel dalam ($36,36 \pm 2,23$) lebih sensitif dari pada sampel luar ($30,04 \pm 3,98$) TPA.

Kesimpulan: Tanah TPA Supit Urang Malang mengandung logam berat cadmium (Cd). Bakteri *Pseudomonas spp.* pada TPA Supit Urang Malang tidak resisten terhadap logam cadmium (Cd). Bakteri tersebut baik dari dalam maupun luar TPA Supit Urang Malang masih sensitif terhadap antibiotik ceftazidime dan gentamicin.

Kata Kunci: TPA Supit Urang; Resistensi ; Logam Berat ; *Pseudomonas spp.* ; Antibiotik

*Penulis korespondensi:

Rio Risandiansyah, S.Ked., MP., PhD

Jl. MT. Haryono 193 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65144.

Email: riorisandiansyah@unisma.ac.id

Isolation of *Pseudomonas spp.* in Media with Cadmium (Cd) from Inside and Outside Soil of Landfill in Malang and Sensitivity Test to Ceftazidime and Gentamicin

Aurelzya Cahya Salsabilla, Dicky Kurniawan Tontowiputro, Rio Risandiansyah

*Faculty of Medicine, University of Islamic Malang

ABSTRACT

Introduction: The accumulation of waste containing cadmium (Cd) in the Supit Urang Malang landfill affects soil microorganisms, one of which is *Pseudomonas spp.*. Cadmium (Cd) is toxic so bacteria will have resistance to the increase of this metal. This mechanism is thought to be accompanied by an increased in antibiotic resistance. This study isolated *Pseudomonas spp.* which was resistant to cadmium (Cd) from landfill soil and tested its sensitivity to first-line antibiotics there are ceftazidime and gentamicin.

Methods: This research is an *in vitro* laboratory experimental study. *Pseudomonas spp.* bacteria were taken from soil samples inside and outside the landfill. Bacteria were inoculated on media without cadmium and on media with 200 ppm cadmium chloride monohydrate. The total number of colonies growing on the media was counted using the Total Plate Count (TPC) method. Bacterial isolates from media containing cadmium metal were tested for sensitivity to ceftazidime and gentamicin using the Kirby-bauer method. The research data were statistically analyzed using the Kruskal Wallis and Mann-Whitney tests.

Result: Supit Urang Malang landfill has a cadmium (Cd) content of 0.55 ± 0.22 mg/kg. The number of isolated *Pseudomonas spp.* in media without cadmium and with cadmium was greater outside than inside the landfill. *Pseudomonas spp.* isolated from both inside and outside the landfill was sensitive to ceftazidime and gentamicin. However, ceftazidime from samples inside (36.36 ± 2.23) was more sensitive than samples from outside (30.04 ± 3.98) landfill.

Conclusion: Supit Urang Malang landfill contains the heavy metal cadmium (Cd). *Pseudomonas spp.* in Supit Urang Malang landfill is not resistant to cadmium (Cd). This bacteria, both from inside and outside Supit Urang Malang landfill are still sensitive to the antibiotics ceftazidime and gentamicin.

Keywords: Supit Urang Landfill; Resistance ; Heavy Metal ; *Pseudomonas spp.* ; Antibiotics

*Correspondence author:

Rio Risandiansyah, S.Ked., MP., PhD

Jl. MT. Haryono 193 Malang City, East Java, Indonesia, 65144.

Email: riorisandiansyah@unisma.ac.id

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan yang masih sering dihadapi saat ini adalah polusi tanah.¹ Sumber pencemaran tanah di Indonesia dapat berasal dari limbah rumah tangga, pertambangan, berbagai industri, perusahaan, dan berbagai kegiatan manusia lainnya.² Pencemaran pada tanah akan terjadi ketika pembuangan limbah ke tanah berlebihan.³ Di kota Malang pembuangan limbah-limbah tersebut terpusat di TPA Supit Urang Malang.⁴ Dari penelitian yang pernah dilakukan di TPA Wukirsari Gunung Kidul, Yogyakarta menyebutkan bahwa logam berat *cadmium* yang terkandung dalam tanah TPA tersebut tiga kali lipat lebih tinggi dari nilai ambang batasnya.⁵ Hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa pada TPA Supit Urang Malang juga mengandung logam *cadmium* (Cd).

Mekanisme resistensi bakteri terhadap logam dikode gen yang ada pada *transposon* dan *plasmid* yang dikelompokkan menjadi *Heavy Metal Resistance Genes (HMRGs)*.⁶ *Plasmid* yang membawa *HMRGs* seringkali disertai gen-gen yang resisten terhadap antibiotik yang disebut dengan *Antibiotic Resistance Genes (ARGs)*. Hal ini menunjukkan ada korelasi antara resistensi logam berat dan resistensi antibiotik.⁷ Logam *cadmium* (Cd) memiliki sifat yang sangat toksik karena logam ini tidak dibutuhkan oleh sel, terutama bakteri. Di antara berbagai mikroorganisme, *Pseudomonas* merupakan salah satu bakteri yang dapat resisten *cadmium* (Cd).⁸ Bakteri yang dapat hidup dan berkembang di lingkungan tercemar memiliki kemampuan khusus yang membuat bakteri kebal atau tahan terhadap paparan logam. Logam berat yang ada di ekosistem memicu perkembangan bakteri yang resisten antibiotik melalui *co-selection*.⁹

Pada saat ini penelitian yang melibatkan TPA sebagai sumber bakteri resisten terhadap antibiotik masih belum banyak dilakukan, terutama kaitannya dengan logam berat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh paparan logam berat *cadmium* (Cd) di tanah TPA Supit Urang Malang terhadap munculnya strain bakteri *Pseudomonas spp.* yang mempunyai resistensi terhadap logam berat *cadmium* (Cd) serta antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin* yang merupakan antibiotik lini pertama untuk bakteri *Pseudomonas spp.* Penelitian kali ini

menggunakan bakteri *Pseudomonas spp.* karena bakteri ini banyak ditemukan di tanah serta masih banyak juga penyakit yang disebabkan oleh *Pseudomonas spp.* seperti pneumonia nekrotik dan infeksi saluran kemih.

METODE

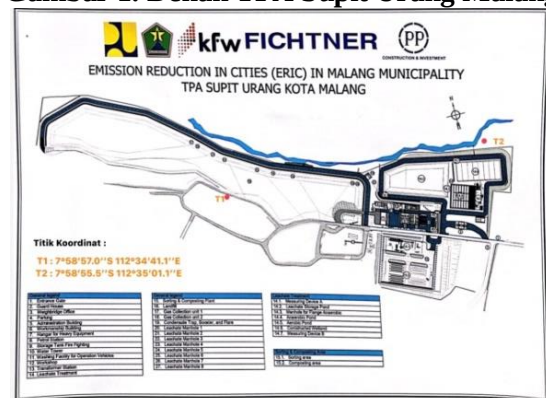
Desain, Tempat, dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental laboratorium secara *in vitro* untuk mengetahui paparan logam berat *cadmium* (Cd) terhadap tingkat resistensi antibiotik pada bakteri *Pseudomonas spp.* Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga Februari 2023. Adapun tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pusat Riset Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang (FK UNISMA).

Sampel Penelitian

Sampel bakteri *Pseudomonas spp.* didapat dari tanah yang diambil di dalam dan di luar TPA Supit Urang Kota Malang. Dengan titik koordinat lokasi T1 (Dalam TPA) 7°58'57.0''S 112°34'41.1''E dan T2 (Luar TPA) 7°58'55.5''S 112°35'01.1''E. Untuk logam berat *cadmium* (Cd) didapat dari Laboratorium Pusat Riset Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang.

Gambar 1. Denah TPA Supit Urang Malang



Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari dua titik berbeda yaitu satu titik di dalam TPA Supit Urang Kota Malang dan satu titik lain di luar TPA Supit Urang Kota Malang. Sampel diambil pada kedalaman 10 hingga 20 cm.¹⁰ Sampel disimpan dalam wadah steril pada suhu 2-4°C.¹¹

Pengecekan Kadar Logam Berat di Tanah TPA Supit Urang

Kandungan logam *cadmium* (Cd) pada tanah TPA Supit Urang dianalisis dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).¹² Pengecekan kadar logam *cadmium* (Cd) pada penelitian kali ini dilakukan di Laboratorium Layanan Analisa dan Pengukuran Departemen Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

Inokulasi Bakteri pada Media *Chromagar* dengan Cd dan tanpa Cd

Media *chromagar* tanpa logam dibuat dengan 31 gram serbuk *chromagar* dicampurkan dengan 1 L *aquadest* dan kemudian disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit.¹³ Untuk media dengan logam *cadmium* digunakan serbuk *cadmium chloride monohydrate* sebanyak 200 gram dan dicampurkan dalam 10 mL *aquabidest* yang telah di *autoclave*. Larutan logam tersebut dimasukkan ke dalam larutan *chromagar* sehingga larutan mencapai konsentrasi 200 ppm.¹⁴

Inokulasi bakteri dilakukan pada dua sampel yang telah diambil. Dilakukan pengenceran pada setiap sampel dengan perbandingan 1 : 9 untuk sampel dan pengenceran, yang nantinya pengenceran berikutnya akan mengandung 1/10 sel mikroorganisme dari pengenceran yang dilakukan sebelumnya.¹⁵ Masing-masing sampel diambil sebanyak 1 gram, dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl 0,9% dan disuspensikan. Pengenceran dilakukan sebanyak dua kali pada masing-masing sampel.

Dari setiap pengenceran diambil 100 µl dan *distreaking* ke dalam cawan petri dengan media *chromagar* tanpa logam. Untuk sampel pengenceran tanah yang kedua di masukkan juga 100 µl ke dalam cawan petri media *chromagar* dengan logam dan dilakukan *streaking* secara penuh. Selanjutnya media disimpan dalam inkubator secara terbalik dengan suhu 37°C selama 24 jam.¹⁶

Penghitungan Koloni dan Menentukan Jumlah Sampel Minimal

Koloni bakteri *Pseudomonas spp.* dihitung dan diidentifikasi dengan ciri-ciri tidak bewarna (*colourless*).¹⁷ *Pseudomonas spp.* pada media *chromagar* tanpa logam Cd dan dengan logam Cd dihitung dalam satuan

CFU/mL kemudian dikonversikan ke nilai Log. Untuk menghitung total bakteri digunakan rumus :

$$\text{Total Bakteri} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\frac{\text{Faktor}}{\text{Pengenceran}}}$$

Keterangan :

Faktor Pengenceran = Pengenceran awal x Pengenceran selanjutnya x Jumlah biakan (volume yang dimasukkan dalam cawan petri 0,1 mL atau 1 mL)

Jumlah sampel minimal yang akan digunakan dalam uji sensitifitas ditentukan oleh jumlah koloni yang dihitung dengan rumus Slovin, yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan :

N : Jumlah *Pseudomonas spp.* pada media dengan logam Cd

n : Sampel

e : Error bias 15%

Uji Sensitifitas terhadap *Ceftazidime* dan *Gentamicin*

Bakteri *Pseudomonas spp.* yang tumbuh pada media *chromagar* dengan logam Cd dikultur pada media *Mueller Hinton Broth* (MHB). Media diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah dikultur pada media MHB, bakteri diinokulasi pada media *MacConkey*. Bakteri *Pseudomonas spp.* yang tumbuh akan memiliki ciri *lactose fermenting* (-), tidak berwarna (*colourless*), berbentuk *circular* dan *convex*.¹⁸

Bakteri pada media *MacConkey* dilakukan kuantifikasi dengan standar *McFarland* 0.5. Larutan standar *McFarland* 0.5 digunakan untuk membandingkan kekeruhan kultur bakteri dalam medium cair dengan kepadatan 1×10^8 CFU/mL.¹⁹ Bakteri dari media *MacConkey* diambil dengan menggunakan oshe kolong dan dimasukkan ke dalam *microtube* yang sebelumnya sudah diisi NS sebanyak 1 mL. Selanjutnya *microtube* di-*vortex* dan disetarakan standar *McFarland* 0.5.

Bakteri *pseudomonas spp.* yang telah standar *distreaking* ke media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Selanjutnya cakram antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin* diletakkan pada media MHA. Media disimpan dalam inkubator secara terbalik selama 24 jam pada suhu 37°C.

Diameter zona inhibisi dari masing-masing cakram antibiotik dihitung menggunakan penggaris. Zona hambat yang dihasilkan disesuaikan dengan klasifikasi respon penghambatan pertumbuhan bakteri berdasarkan *Clinical Laboratory Standar*

Institute (CLSI). Untuk antibiotik *ceftazidime* dikatakan sensitive jika diameternya ≥ 18 mm, intermediat 15-17 mm, dan resisten ≤ 14 . Sedangkan antibiotik *gentamicin* dikatakan sensitif jika diameternya ≥ 15 mm, intermediat 13-14 mm, dan resisten ≤ 12 .²⁰

Teknik Analisa Data

Analisis data menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Uji *Kruskal-Wallis* dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil TPC *Pseudomonas spp.* dan hasil uji sensitifitas antibiotik. Sedangkan uji *Mann-Whitney* dilakukan untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing kelompok. Uji Analisa data menggunakan program *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 29.0*.

HASIL DAN ANALISA DATA

Hasil Pengukuran Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Tanah Dalam dan Luar TPA Supit Urang Malang

Dari hasil pengukuran, kandungan logam berat *cadmium (Cd)* yang pada tanah di dalam dan di luar TPA Supit Urang Malang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Tanah Dalam dan Luar TPA Supit Urang Malang

Sampel Tanah	Kadar Logam Cd ($\mu\text{g/g}$)
T1	$0,55 \pm 0,22$
T2	Tidak Terdeteksi

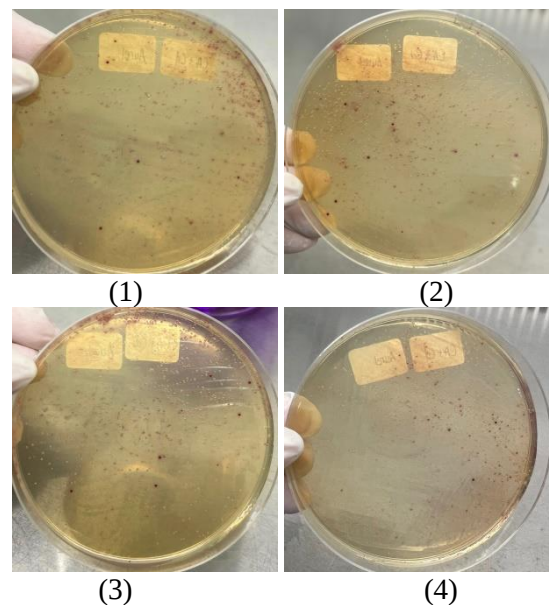
Keterangan : T1 merupakan sampel tanah dalam TPA Supit Urang Malang, T2 merupakan sampel tanah luar TPA Supit Urang Malang.

Dari **Tabel 1** dapat dilihat bahwa hasil kandungan logam berat *cadmium (Cd)* dua sampel tersebut berbeda. Kandungan logam

berat *cadmium (Cd)* di tanah dalam TPA Supit Urang Malang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan logam berat di tanah luar TPA Supit Urang Malang.

Total Plate Count (TPC) *Pseudomonas spp.* yang Diisolasi pada Media *Chromagar* dengan Logam Cd dan tanpa Logam Cd

Identifikasi dari bakteri *Pseudomonas spp.* pada *chromagar*, baik *chromagar* dengan logam Cd maupun *chromagar* tanpa logam Cd dapat dilihat pada **Gambar 2**. Terlihat bahwa koloni *Pseudomonas spp.* tidak berwarna (*colourless/* transparan), berbentuk bulat, dan *convex*.



Gambar 2. Identifikasi *Pseudomonas spp.* pada Media *Chromagar*

Keterangan : *Pseudomonas spp.* pada masing-masing media (1) Media *chromagar* tanpa Cd sampel tanah dalam TPA (T1), (2) Media *chromagar* tanpa Cd sampel tanah luar TPA (T2), (3) Media *chromagar* dengan Cd sampel tanah dalam TPA (T1), dan (4) Media *chromagar* dengan Cd sampel tanah Luar TPA (T2).

Tabel 2. Perbandingan Hasil TPC *Pseudomonas spp.* yang Diisolasi pada Media *Chromagar* dengan Logam Cd dan tanpa Logam Cd

Kelompok Sampel	TPC (Mean $\pm$ SD)		Persentase Log <i>Pseudomonas spp.</i> / Total Bakteri (%)
	<i>Pseudomonas spp.</i> (Log CFU/mL)	Total Bakteri (Log CFU/mL)	
T1 <i>Chromagar</i> Tanpa Cd	$4,40 \pm 0,11^a$	$4,45 \pm 0,11^a$	98%
T2 <i>Chromagar</i> Tanpa Cd	$5,34 \pm 0,09^b$	$5,37 \pm 0,09^b$	99%
T1 <i>Chromagar</i> dengan Cd	$4,53 \pm 0,24^a$	$4,77 \pm 0,27^a$	96%
T2 <i>Chromagar</i> dengan Cd	$5,20 \pm 0,34^b$	$5,33 \pm 0,26^b$	97%

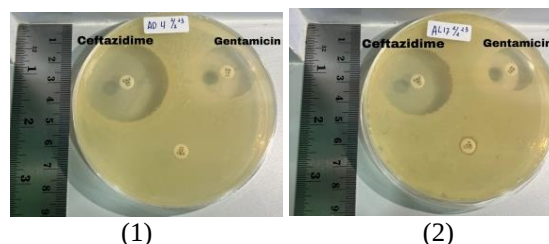
Keterangan : Notasi ^{a-b} yang berbeda menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$). T1 merupakan sampel tanah dalam TPA Supit Urang Malang, T2 merupakan sampel tanah luar TPA Supit Urang Malang.

Pada **Tabel 2** diketahui bahwa media *chromagar* tanpa *cadmium* (Cd) terdapat perbedaan signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) antara T1 dengan T2. Begitu pula pada media *chromagar* dengan *cadmium* (Cd). Sedangkan *chromagar* tanpa *cadmium* (Cd) dan *chromagar* dengan *cadmium* (Cd) tidak ada perbedaan signifikan ($p\text{-value} > 0,05$) pada T1. Hal tersebut sama halnya dengan sampel T2.

Dari persentase bakteri *Pseudomonas* spp. terhadap total bakteri diketahui bahwa bakteri ini memiliki persentase yang tinggi pada setiap kelompok sampel yang diisolasi, baik itu di media *chromagar* tanpa Cd maupun pada media *chromagar* dengan Cd.

Hasil Uji Sensitifitas *Pseudomonas* spp. terhadap Antibiotik *Ceftazidime* dan *Gentamicin*

Hasil uji sensitifitas terhadap antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin* dari sampel tanah dalam dan luar TPA Supit Urang dapat di lihat pada **Gambar 3** dan **Tabel 4**.



Gambar 3. Hasil Uji Sensitifitas *Pseudomonas* spp. terhadap Antibiotik *Ceftazidime* dan *Gentamicin*

Keterangan : (1) Hasil uji sampel dalam TPA, (2) Hasil uji sampel luar TPA.

Tabel 4 Hasil Uji Sensitifitas *Ceftazidime* dan *Gentamicin* (n= 22)

Kelompok Antibiotik	Diameter Zona Hambat (mm)				Klasifikasi Respon Hambat Pertumbuhan Bakteri berdasarkan CLSI
	Maksimum	Median	Minimum	Mean $\pm$ SD	
Ceftazidime (T1)	42	36	33	36,36 $\pm$ 2,23 ^a	Sensitif
Ceftazidime (T2)	36	30	22	30,04 $\pm$ 3,98 ^b	Sensitif
Gentamicin (T1)	37	25	23	25,09 $\pm$ 3,17 ^c	Sensitif
Gentamicin (T2)	28	25	21	24,54 $\pm$ 2,06 ^c	Sensitif

Keterangan : Notasi ^{a-c} yang berbeda menunjukkan ada perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,5$). T1 merupakan sampel tanah dari dalam TPA Supit Urang Malang, sedangkan T2 merupakan sampel tanah dari luar TPA Supit Urang Malang.

Hasil diameter zona hambat dapat dilihat pada **Tabel 4**. Tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) antara kelompok antibiotik *ceftazidime* sampel dalam TPA (T1) dan sampel luar TPA (T2). Sedangkan pada antibiotik *gentamicin* baik sampel dalam TPA (T1) maupun sampel luar TPA (T2) tidak memiliki perbedaan secara signifikan ($p\text{-value} > 0,05$).

PEMBAHASAN

Kadar Logam *Cadmium* (Cd) di TPA Supit Urang Malang

Kandungan logam berat *cadmium* (Cd) pada tanah dalam TPA Supit Urang sebesar 0,55 $\mu\text{g/g}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam *cadmium* (Cd) di tanah dalam TPA Supit Urang Malang melebihi nilai ambang batas (NAB) menurut Badan Standarisasi Nasional. Seharusnya logam *cadmium* (Cd) pada sedimen/ tanah memiliki NAB 0,01 $\mu\text{g/g}$. Berbeda halnya dengan kandungan logam *cadmium* (Cd) yang ada di area luar TPA Supit Urang Malang yang

nilainya tidak terdeteksi atau dibawah ambang batas AAS.

Cadmium (Cd) dapat bersumber dari penambangan serta peleburan logam, penggunaan pupuk organik yang bahan bakunya berasal dari limbah industri dan penggunaan bahan agrokimia.²¹ Dalam beberapa aplikasinya, logam ini dapat ditemukan di plastik, *coating* logam, baterai dan juga untuk *electroplating*.²² Adanya kandungan *cadmium* (Cd) pada tanah di dalam TPA Supit Urang diduga karena masih banyak limbah yang mengandung *cadmium* (Cd) dibuang ke TPA tersebut. Selain itu, sistem pembuangan sampah di TPA Supit Urang masih menggunakan *open dumping*, yakni sistem pembuangan yang tidak ada standar, dibiarkan dalam jumlah besar, serta tanpa adanya pemadatan dan penutupan tanah. Hal tersebut berpotensi menyebabkan turunnya kualitas tanah, karena peningkatan produksi air lindi yang mengandung *cadmium* (Cd) terserap kedalam tanah dan akhirnya terjadi polusi tanah.²³

Total Plate Count (TPC) *Pseudomonas spp.* yang Diisolasi pada Media *Chromagar* dengan Cd dan tanpa Cd

Dari hasil penelitian diketahui bahwa baik pada tanah dalam TPA maupun tanah luar TPA, bakteri yang mendominasi yakni *Pseudomonas spp.*. Hal tersebut terjadi karena bakteri ini mampu bertahan dan berkembang dalam lingkungan lembab, seperti pada tanah dan air.²⁴ Bakteri *Pseudomonas spp.* memiliki kemampuan beradaptasi terhadap kondisi yang tidak dapat ditoleransi oleh organisme lain.²⁵ Selain itu, bakteri ini mudah tumbuh diberbagai media biakan karena kebutuhan nutrisinya yang sangat sederhana. Media paling sederhana untuk pertumbuhan bakteri adalah atas asetat sebagai karbon dan amonium sulfat sebagai nitrogen.²⁶

Jumlah *Pseudomonas spp.* di tanah luar TPA lebih tinggi daripada di tanah dalam TPA, baik pada media *chromagar* tanpa Cd maupun di media *chromagar* dengan Cd. Logam berat mempunyai efek toksik yang berbahaya apabila terakumulasi, bahkan pada konsentrasi yang rendah. Logam berat dapat mengganggu proses metabolisme suatu organisme. Di antara logam berat yang memiliki efek toksik yakni *cadmium* (Cd) dan timbal (Pb).²⁷ Di dalam TPA Supit Urang Malang sendiri logam berat yang terdeteksi diantaranya adalah *cadmium* (Cd) dan timbal (Pb), dimana kandungan kedua logam berat ini melebihi nilai ambang batasnya pada tanah. Pada sedimen atau tanah, logam *cadmium* (Cd) memiliki NAB 0,01 µg/g dan Timbal (Pb) memiliki NAB 0,07 µg/g.²⁸ Pada tanah dalam TPA Supit Urang terdeteksi logam *cadmium* (Cd) sebesar 0,55 µg/g, dan timbal sebesar 12,65 µg/g. Berbeda halnya dengan tanah di luar TPA yang tidak terdeteksi adanya kandungan logam berat baik *cadmium* (Cd) maupun timbal (Pb). Hal tersebutlah yang menyebabkan bakteri di dalam TPA terkena efek toksik dari logam berat sehingga jumlahnya lebih sedikit dibandingkan bakteri di luar TPA.

Untuk jumlah bakteri *Pseudomonas spp.* pada media *chromagar* tanpa Cd sama dengan pada media *chromagar* dengan Cd. Hal ini menunjukkan bahwa logam *cadmium* (Cd) tidak berhasil menyeleksi bakteri *Pseudomonas spp.*. Nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dari logam *cadmium* (Cd) agar mampu menghambat pertumbuhan bakteri adalah 100- 200 ppm.^{29b} Pada penelitian

ini menggunakan serbuk logam *cadmium chloride monohydrate* sebanyak 200 ppm, namun masih belum bisa menyeleksi bakteri *Pseudomonas spp.*.

Uji Sensitifitas *Pseudomonas spp.* terhadap Antibiotik *Ceftazidime* dan *Gentamicin*

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa bakteri *Pseudomonas spp.* sensitif terhadap antibiotik *ceftazidime* dengan diameter zona hambat keseluruhan ≥ 18 mm dan sensitif terhadap antibiotik *gentamicin* dengan diameter zona hambat keseluruhan ≥ 15 mm. Uji sensitifitas ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin* dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan bakteri *Pseudomonas spp.*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kategori antibiotik memiliki sifat resisten, intermediet, atau sensitif terhadap suatu bakteri. Resistensi adalah suatu kondisi dimana bakteri kurang atau tidak peka terhadap antibiotik. Sensitif merupakan suatu kondisi dimana bakteri sangat peka terhadap antibiotik. Sedangkan intermediet merupakan suatu kondisi dimana terjadi peralihan dari keadaan sensitif ke keadaan resisten.³⁰

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin* termasuk dalam kategori sensitif, hal ini membuktikan bahwa bakteri *Pseudomonas spp.* sangat peka terhadap antibiotik tersebut. Antibiotik *ceftazidime* dikatakan sensitif ketika berada pada rentang sensitif yakni ≥ 18 mm, sedangkan *gentamicin* dikatakan sensitif jika berada pada rentang sensitif yakni ≥ 15 mm.³¹

Dari 44 isolat *Pseudomonas spp.* menunjukkan bahwa 100% sensitif terhadap antibiotik *ceftazidime* maupun *gentamicin*. Pada penelitian ini *ceftazidime* di dalam TPA lebih sensitif daripada di luar TPA. Mekanisme kerja *ceftazidime* sendiri adalah dengan menghambat kerja suatu enzim yang bertanggung jawab terhadap sintesis dinding sel bakteri.³² Adanya berbagai logam berat yang memiliki toksisitas tinggi di suatu lingkungan dapat membuat kerusakan pada membran suatu mikroorganisme.³³ PBPs (*Penicillin-Binding Proteins*) merupakan transpeptidase yang terlibat dalam pembentukan peptidoglikan di dinding sel. Perubahan jumlah PBPs akan mempengaruhi jumlah obat yang bisa mengikat target tersebut.³⁴ Hal tersebutlah yang

memungkinkan *ceftazidime* lebih sensitif terhadap bakteri yang ada di dalam TPA daripada di luar TPA.

Sedangkan mekanisme kerja *gentamicin* yakni antibiotik ini akan berikatan dengan ribosom 30S sehingga menyebabkan *tRNA* salah membaca kode *mRNA* pada waktu sintesis protein.³⁵ Bakteri dapat resisten terhadap antibiotik ini ketika bakteri memiliki *aminoglycoside modifying enzyme* yang membuat transpor antibiotik ke dalam sel menurun sehingga fungsi antibiotik terganggu dan terjadi pelepasan aktif antibiotik dari dalam sel bakteri.³⁶ Pada penelitian kali ini *gentamicin* sensitif terhadap *Pseudomonas spp.* dimungkinkan karena bakteri ini tidak memiliki enzim-enzim tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan mengenai isolasi *Pseudomonas spp.* pada media dengan *cadmium* (Cd) dari tanah dalam dan luar TPA di Malang serta uji sensitifitas terhadap *ceftazidime* dan *gentamicin*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan *cadmium* (Cd) pada tanah TPA Supit Urang Malang terukur tinggi yakni 0,55 µg/g.
2. Bakteri *Pseudomonas spp.* yang diisolasi dari TPA Supit Urang Malang tidak resisten terhadap logam berat *cadmium* (Cd).
3. Bakteri *Pseudomonas spp.* yang diisolasi dari TPA Supit Urang Malang sensitif terhadap antibiotik *ceftazidime* dan *gentamicin*.

SARAN

Beberapa saran yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Pada proses isolasi bakteri disarankan menggunakan logam Cd jenis CdCl₂ sebanyak 200 ppm.
2. Uji genetik dapat dilakukan untuk mengetahui secara pasti spesies dari bakteri yang diteliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ikatan Orang Tua Mahasiswa (IOM) yang telah mendanai penelitian dan Dr. Apt. H. Yudi Purnomo, M.Kes sebagai dosen kelayakan SHP serta semua pihak yang telah

membantu selama proses penelitian ini berlangsung.

REFERENSI

1. Amin, M. (2021). Polusi Tanah Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(1), 36.
2. Syamsidar, N. (2016). *Analisis Kandungan Logam Berat Pada Tanah Pembuangan Limbah Industri Non-Pangan Di Kabupaten Gowa*.
3. Anjelina, M., Rustamaji, & Fitrianiingsih, Y. (2021). Kontaminasi Logam Berat Pb Dan Cd Pada Tanah Di Area Tpa Sampah Kelurahan Batu Layang Kota Pontianak. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 5(2), 1–10.
4. Diartika, E. I. A., & Sueb. (2021). Studi Kasus Pencemaran Sampah Dan Pengelolaan Sampah Di Tpa Supit Urang Malang. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 17(1), 70–82.
5. Siswoyo, E., & Habibi, G. F. (2018). Sebaran Logam Berat Cadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Air Sungai Dan Sumur Di Daerah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Wukirsari Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal Of Natural Resources And Environmental Management)*, 8(1), 1–6.
6. Farisna, S. T., & Zulaika, E. (2015). Resistensi *Bacillus Endogenik* Kalimas Surabaya Terhadap Logam Besi (Fe). *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4(1), 4–7.
7. Yang, S., Deng, W., Liu, S., Yu, X., Mustafa, G. R., Chen, S., He, L., Ao, X., Yang, Y., Zhou, K., Li, B., Han, X., Xu, X., & Zou, L. (2020). Presence Of Heavy Metal Resistance Genes In *Escherichia Coli* And *Salmonella* Isolates And Analysis Of Resistance Gene Structure In *E. Coli* E308. *Journal Of Global Antimicrobial Resistance*, 21, 420–426.
8. Verdian, T., & Zulaika, E. (2015). Da11 Pada Medium Yang Terpapar Logam Kadmium (Cd). *Resistensi Dan Viabilitas Bacillus S1, Ss19 Dan Da11 Pada Medium Yang Terpapar Logam Kadmium (Cd)*, 4(2), 11–13.
9. Pal, C., Asiani, K., Arya, S., Rensing,

- C., Stekel, D. J., Larsson, D. G. J., & Hobman, J. L. (2017). Metal Resistance And Its Association With Antibiotic Resistance. In *Advances In Microbial Physiology* (1st Ed., Vol. 70). Elsevier Ltd.
10. Adri, F. S. (2022). Isolasi bakteri tanah pada beberapa kemiringan lahan karet di desa salak kecamatan bagan sinembah kabupaten rokan hilir. *Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru 2022*.
 11. Himawan, A. H. G. M. (2018). Deteksi Bakteri Rhizosfer Kelapa Sawit Di Tanah Mineral Menggunakan Metode PCR-RISA. *Agroista Jurnal Agroteknologi*, 02(01), 73–82.
 12. Rosita, T., Ningrum, D. A. P., Yanti, Y., & Zaekhan. (2022). Validasi Metode Penetapan Kadar Logam Kadmium (Cd) dalam Sampel Tanah Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-Nyala. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(3), 326–335.
 13. Hardono, T., & Supriyadi, K. (2020). Modifikasi Autoclave Berbasis Atmega328 (Suhu). *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 1(2).
 14. De Fretes, C. E., Sutiknowati, L. I., & Falahudin, D. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri toleran logam berat dari sedimen mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan, Indonesia. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(2), 71.
 15. Ramadhani, & Wahyuni. (2020). Dasar-dasar Praktikum Biologi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1–13.
 16. Aryani, T., & Widyantara, A. B. (2019). Pengaruh Waktu Penyimpanan Inokulum Escherichia coli dan Staphylococcus aureus Pada Suhu Dingin Terhadap Jumlah Sel Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3), 163–167.
 17. SRL (Sisco Research Laboratories). (2014). *ChroMed Chromogenic Coliform Agar (CCA) (I)*. I, 1–2.
 18. Rahmadian, C. A., Ismail, Abrar, M., Erina, Rastina, & Fahrimal, Y. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri Pseudomonas sp pada ikan asin di tempat pelelangan ikan Labuan Haji Aceh Selatan. *Jurnal Jimvet*, 2(4), 493–502.
 19. Hudzicki, J. (2012). Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol Author Information. *American Society For Microbiology, December 2009*, 1–13.
 20. CLSI. (2020). Clsi M100-Ed29: 2021 Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing, 30th Edition. In *Clsi* (Vol. 40, Issue 1).
 21. Syachroni, S. H. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Tanah Sawah Di Kota Palembang. *Sylva: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kehutanan*, Vi – 1(9), 23 – 29.
 22. Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia* (S. Kholishotunnisa (Ed.); Vol. 4, Issue 1). Lambung Mangkurat University Press.
 23. Diartika, E. I. A., & Sueb. (2021). Studi Kasus Pencemaran Sampah Dan Pengelolaan Sampah Di Tpa Supit Urang Malang. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 17(1), 70–82.
 24. Marissa, P. R. (2022). Aktivitas Supernatan Bebas Sel Bakteri Endofit Daun Pegagan (Centella Asiatica (L .) Urb .) Dalam Menghambat Staphylococcus Aureus Dan Pseudomonas Spp. Aktivitas Supernatan Bebas Sel Bakteri Endofit Daun Pegagan (Centella Asiatica (L .) Urb .) D.
 25. Hidayat, T. R., Indrawati, I., & Herlina, T. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Styrofoam asal Tanah Tempat Pembuangan Akhir Sarimukti Bandung. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 110.
 26. Mayasari, E. (2006). Pseudomonasspp. ; Karakteristik, infeksi dan penanganan. *Tessis, universitas Sumatera Utara Medan*, 1–16.
 27. Verdian, T. (2015). Resistensi Dan Potensi Bacillus Sebagai Bioremoval Logam Kadmium (Cd) Resistance And Potency Bacillus As Bioremoval Cadmium (Cd). *Cd*, 1–39.
 28. Syamsidar, N. (2016). Analisis

- Kandungan Logam Berat Pada Tanah Pembuangan Limbah Industri Non-Pangan Di Kabupaten Gowa.*
29. De Fretes, C. E., Sutiknowati, L. I., & Falahudin, D. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri toleran logam berat dari sedimen mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan, Indonesia. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(2), 71.
 30. Luthfiyyah, D., & Monika, A. (2017). *Uji Sensitivitas Antibiotik* (Vol. 1, Issue 1, pp. 12–14).
 31. CLSI. (2020). Clsi M100-Ed29: 2021 Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing, 30th Edition. In *Clsi* (Vol. 40, Issue 1).
 32. Setyowati, M. E., & Silviani, Y. (2020). *Pola Kepekaan Klebsiella Pneumoniae Terhadap Antibiotik Cefotaxime, Ceftazidime Dan Ceftriaxone Pada Pasien Pneumonia.*
 33. Nowicka, B. (2022). Heavy metal–induced stress in eukaryotic algae—mechanisms of heavy metal toxicity and tolerance with particular emphasis on oxidative stress in exposed cells and the role of antioxidant response. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(12), 16860–16911.
 34. Reygaert, W. C. (2018). An Overview Of The Antimicrobial Resistance Mechanisms Of Bacteria. *Aims Microbiology*, 4(3), 482–501.
 35. Setyowati, M. E., & Silviani, Y. (2020). *Pola Kepekaan Klebsiella Pneumoniae Terhadap Antibiotik Cefotaxime, Ceftazidime Dan Ceftriaxone Pada Pasien Pneumonia.*
 36. Afifah, N. (2017). *Aktivitas Antibakteri Kombinasi Gentamisin Dan Ekstrak 10 Tanaman Obat Terhadap Bakteri Pseudomonas Spp. Dan Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus (MRSA).*