Vol.6 No.2 Hal. 878-884
Desember 2023
BEST JOURNAL (Biology Education,Science & Technology) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
ISSN (Print) : 2614 – 8064
ISSN (Online): 2654 – 4652

Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indigenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Lindi (*Leachate*)

Dede Nela Safitri(1), Rasyidah(2), Ulfayani Mayasari(3)

Faklultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

neladedek@gmail.com(1), rasyidah@uinsu.ac.id(2), ulfayani.mayasari@uinsu.ac.id(3)

ABSTRAK

Pengaruh open dumping dapat menyebabkan pencemaran air permukaan, sehingga dapat menambah volume air lindi dengan kandungan logam berat tinggi, salah satu pencemaran logam berat yang ada pada air lindi yaitu logam berat timbal (Pb). Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh dan mengidentifikasi secara morfologi bakteri indigenous dari air lindi (leachate) yang berpotensi sebagai agen bioremediasi logam berat timbal (Pb). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan deksriptif kualitatif. Sampel berasal dari air lindi pada 3 titik kolam yang berbeda. Isolasi bakteri menggunakan metode pengenceran dan metode streak plate. Parameter yang diamati berupa karakteristik makroskopik dan mikroskopik bakteri, uji resistensi dengan konsentrasi 10,20,30 ppm, sedangkan uji reduksi dengan konsentrasi 30 ppm. Analisis kadar Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat yang tumbuh sebanyak 16 isolat dan terdapat 7 isolat murni bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) termasuk kedalam genus *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Escherichia*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Terdapat 4 isolat bakteri yang memiliki kemampuan menurunkan kandungan logam berat timbal (Pb) yaitu isolat S1T1C *genus Staphylococcus* dengan persentase penurunan 91,21%, isolat S1T1F *genus Bacillus* dengan persentase penurunan 92,17%, isolat S2T2B genus *Escherichia* dengan persentase penurunan 93,94%, dan isolat S1T3 *genus Pseudomonas aeruginosa* dengan *persentase* penurunan 94,15%.

Kata Kunci : Bakteri toleran, logam berat Pb, Air Lindi, TPA Terjun.

ABSTRACT

The effect of open dumping can cause surface water pollution, which can increase the volume of leachate water with high heavy metal content, one of the heavy metals pollution in leachate water is heavy metal lead (Pb). The purpose of this study was to obtain and morphologically identify indigenous bacteria from leachate that have potential as bioremediation agents for heavy metal lead (Pb). This is an experimental study using a qualitative descriptive design. The sample came from leachate water at 3 different pond points. Bacterial isolation used dilution method and streak plate method. Parameters observed were macroscopic and microscopic characteristics of bacteria, resistance test with a concentration of 10, 20, 30 ppm, while the reduction test with a 30 ppm concentration. Analysis of Pb levels using AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer). The research results showed that the isolates that grew as high as 16 and there are 7 pure isolates of bacteria that are resistant to heavy metal lead (Pb) including into the genus Bacillus, Staphylococcus, Escherichia, and Pseudomonas aeruginosa. The four isolates of bacteria that have the ability to reduce the heavy metal lead (Pb) content, namely isolate S1T1C genus Staphylococcus with a percentage reduction of 91,21%, isolate S1T1F genus Bacillus with a percentage reduction of 92,17%, isolate S2T2B genus Escherichia with a percentage reduction of 93,94%, and isolate S1T3 genus Pseudomonas aeruginosa with a percentage reduction of 94,15%.

Keywords : Tolerant Bacteria, Heavy Metals Pb, Leachate, Landfill Terjun.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

TPA merupakan tempat penampungan berbagai macam sampah, Tepatnya di TPA Terjun, Paya Pasir, kecamatan Medan Marelan yang menampung sampah di 21 kecamatan, dengan kapasitas sampah yang sudah mencapai 1 juta kubik. Semakin meningkat jumlah penduduk maka semakin meningkat pula jumlah volume sampah yang dihasilkan, tidak hanya itu keanekaragaman jenis dari kerakteristik sampah juga meningkat, sebab sampah yang dibuang ke TPA akan mengalami perubahan fisik, kimia, dan biologis (Hasnelly dkk, 2018). Pencemaran tanah akibat logam berat yang berasal dari sampah terjadi karena air lindi yang dihasilkan dari dekomposisi sampah (Hardiani dkk, 2011). Air lindi merupakan cairan yang merembes melalui tumpukan sampah yang mengandung unsur-unsur terlarut atau tersuspensi terutama pada hasil dekomposisi materi sampah (Damanhuri, 2010). Air lindi dari TPA dapat mempengaruhi kesehatan manusia, mencemari lingkungan dan biota perairan karena dalam lindi terdapat berbagai senyawa kimia organik maupun anorganik. Selain itu juga mengandung timbal (Pb) dan mikroba parasit seperti kutu air yang dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit (Kurniawati, 2015). Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan hidup No. 51 tahun 2004, ambang batas Pb yaitu 0,05 ppm, dari data tersebut diketahui bahwa kandungan Pb termasuk kedalam kategori tinggi dan bersifat toksik. Menurut Hidayati, dkk (2021) bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada air lindi yang berasal dari TPA Dadaprejo yang tertinggi yaitu 8,70 ppm sedangkan logam berat yang lain tidak ditemukan, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa air lindi mengandung logam berat timbal (Pb) yang cukup tinggi. Logam berat timbal (Pb) merupakan senyawa kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan apabila bersifat toksik dan pemakaiannya dalam jumlah yang sangat besar dan logam berat akan terakumulasi didalam tubuh biota yang akhirnya sampai pada tubuh manusia (Astusi, 2016). Bakteri indigenous merupakan bakteri yang diisolasi dari lingkungan yang tercemar logam berat dan sangat potensial digunakan sebagai agen bioremediasi, sebab bakteri indigenous memiliki daya resistensi dan toleransi terhadap logam berat disekitarnya (Batubara dkk, 2015). Mikroorganisme yang mampu melakukan remediasi logam berat diantaranya yaitu (*Bacillus sp, Pseudomonas sp, Escherichia, Aspergillud oryzae, Saccharomyces cerevisae* (Priadie, 2012). Rahadi dkk (2020) dalam penelitiannya mengisolat 10 bakteri yang resistensi terhadap Pb, tetapi hanya terdapat 3 isolat bakteri *genus Bacillus* yang mampu menurunkan Pb, dengan persentase penurunan Pb sebesar 35,3%, 69,1%, 60,8%. Widiatmono et al (2020) bahwa bakteri *indigen* di TPA Supit Urang Kota Malang, merupakan bakteri dari *genus Bacillus* yang resisten dan dapat menurunkan logam berat Pb dengan persentase penurunan Pb hingga 69,120 % sehingga sebagai agen hayati dalam remediasi logam berat Pb, untuk itu perlu dilakukan sebuah penelitian awal terkait "Isolasi Bakteri Indigenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tanah tercemar Air Lindi (*Leachate*)".

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ada maka dapat dirunuskan permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik morfologi dan biokimia isolat bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) yang terdapat pada air lindi?
2. Bakteri apa saja yang dapat mendegredasi logam berat timbal (Pb)?
3. Bagaimana kemampuan isolat bakteri dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada air lindi?\

3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik morfologi dan biokimia isolat bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb).
2. Untuk mengetahui jenis bakteri yang mendegredasi kadar logam berat timbal (Pb).
3. Untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada air lindi.

4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan pengetahuan tentang karakteristik morfologi dan biokimia isolat bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) dan menyajikan informasi bahwa ada jenis bakteri indigenous yang dapat mendegredasi kadar logam berat timbal (Pb). Selain itu, penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang bakteri indigenous yang memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) untuk dikembangkan sebagai agen bioremediasi.

II. METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas 1 Medan. Penelitian ini akan dilaksanakan selama kurang lebih 1 bulan, yakni pada bulan Oktober 2022 sampai November 2022.

Rancangan Penelitian atau Model

Data yang didapatkan dalam penelitian ini akan dianalisis secara deskriptif kualitatif dan didukung tabulasi, grafik, serta gambar. Hasil uji karakterisasi dibandingkan dengan buku *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology 9th' edition* untuk dilakukan identifikasi jenis isolat yang ditemukan, dan uji reduksi bakteri dengan rumus perhitungan Langmuir.

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah media Nutrien Broth (NB), media Nutrient Agar (NA), media SIM, media TSIA, larutan logam $Pb(NO_3)_2$, larutan H_2O_2 3%, cristal violet, Gram's iodine mordant, Nacl, Aquades steril, kapas, alumunim foil, kasa, alkohol, air, sampel air lindi, kertas oxidase test strip, kertas label, plastik wrap, alat tulis, tissue. Selain itu, alat-alat yang digunakan adalah mikroskop, tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri, LAF, pipet volume, jangka sorong, lampu spritus, mikropipet, hot plate, autoklaf, jarum ose, gelas ukur, termometer, pH meter, stirer, beaker glass, inkubator shaker, pipet tetes, botol sampel, rak tabung, batang pengaduk, vortex, sentrifuge, spektrofotometri, AAS.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan kerja, yaitu penentuan lokasi sterilisasi, alat-bahan, dan pembuatan media, pengambilan sampel air lindi, pengenceran sampel, isolat bakteri yang diawali tahap pengamatan morfologi (seperti: bentuk, elevasi, margin, warna, dan permukaan koloni), pewarnaan gram, uji Resistensi Bakteri terhadap timbal Pb, uji biokimia meliputi: uji oksidase, uji katalase, uji motilitas, uji gula, uji resistensi kadar logam timbal Pb, uji reduksi kadar timbal Pb, perhitungan reduksi bakteri terhadap Pb menggunakan AAS, Analisis data.

III. HASIL PENELITIAN

A. Kandungan Logam Pb pada Air Lindi Di TPA Terjun

berikut hasil data pengukuran parameter lingkungan pada air lindi di TPA Terjun:

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter lingkungan pada Air Lindi Di TPA Terjun

Titik kolam	Timbal (Pb)	BOD	pH	Suhu
T1	2,65 ppm	84,7 ppm	8	39^{o}C
T2	1,90 ppm	90,3 ppm	8	37^{o}C
T3	1,85 ppm	98,8 ppm	8	38^{o}C

Berdasarkan hasil penelitian pada lokasi pengambilan sampel menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada air lindi di TPA Terjun memiliki kandungan logam berat Pb dititik kolam 1 sebesar 2,65 ppm , pada titik kolam 2 sebesar 1,90 ppm dan pada titik kolam 3 sebesar 1,85 ppm. Berdasarkan nilai baku mutu Peraturan Pemerintah No.5 tahun 2014 dan PP No.82/2001 bahwa kadar logam berat Pb yaitu sebesar 0,1 ppm. Sehingga dapat diketahui bahwa air lindi di TPA Terjun mengandung logam berat timbal (Pb) yang melebihi ambang batas. Hal ini disebabkan kondisi lingkungan yang tercemari oleh limbah sampah seperti: baterai, cat dan kaleng. Dalam penelitian Sari dkk (2017) menunjukkan kandungan logam berat paling tinggi terdapat pada sampel A4 dari kolam penampungan air lindi dengan nilai 1,649 ppm.

B. Isolasi Bakteri Indigenous dari Air Lindi

Pada proses isolasi yaitu suatu cara untuk memindahkan mikroba dari lingkungannya sehingga diperoleh kultur murni. Ada beberapa tahapan dalam proses isolasi bakteri yaitu pada tahap pertama dengan tahap pengenceran yang bertujuan untuk memperkecil dan mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi didalam suatu cairan. Pengenceran dilakukan dari 10^{-1} sampai 10^{-6}. Kemudian, setelah dilakukan pengenceran diambil dari seri pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-6} yang akan dilanjutkan dengan menumbuhkan bakteri pada cawan yang berisi media NA menggunakan metode spread plate sehingga didapatkan hasil isolat dari pengenceran yang tumbuh pada media NA sebanyak 16 isolat.

Tabel 2 Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri Hasil Isolasi dari Air Lindi

Kode Isolat	Shape (Bentuk)	Pigmen (Warna)	Elevasi (Permukaan)	Margin (Tepi)	Size (Ukuran)
S1T1C	Circular	White	Convex	Entire	Punctiform
S1T1D	Circular	White	Convex	Undulate	Moderate
S1T1F	Circular	Yellow	Flat	Entire	Punctiform
S2T2B	Irregular	Cream	Convex	Undulate	Small
S2T2C	Irregular	Cream	Convex	Undulate	Moderate
S1T3	Circular	Yellow	Pulvinate	Entire	Small
S3T3A	Irregular	White	Convex	Rhizoid	Moderate

Hasil penelitian dari pemurnian bakteri didapatkan 7 isolat dengan kode sesuai sampel pada masing-masing titik. Pada isolat bakteri sampel air lindi di titik kolam 1 didapatkan pengenceran 10^{-4} yaitu S1T1C, S1T1D, S1T1F dengan bentuk koloni yang berbeda pula, pada kolam 2 didapatkan pengenceran 10^{-5} yaitu S2T2B, dan S2T2C. Pada kolam 3 didapatkan pengenceran 10^{-4} yaitu S1T3 dan pengenceran 10^{-6} yaitu S3T3A.

C. Identifikasi Bakteri Resiten terhadap logam Pb

1. Karakteristik makroskopis (Morfologi)

Berdasarkan hasil penelitian koloni bakteri menunjukkan karakteristik morfologi yang berbeda-beda antara isolat satu dengan isolat lainnya. Isolat bakteri pada S1T1C memiliki bentuk Irregular, berwarna putih, permukaan convex, tepinya entire dan memiliki ukuran Punctiform, pada isolat bakteri S1T1D memiliki bentuk circular, berwarna putih, permukaan convex, tepinya undulate, dan memiliki ukuran moderate, pada isolat bakteri S1T1F memiliki bentuk circular, berwarna kuning, permukaan flat, tepinya entire, dan memiliki ukuran punctiform, sedangkan pada isolat bakteri S2T2B dan S2T2C memiliki karakteristik yang sama pada bentuk yaitu irregular, berwarna cream, permukaan convex, tepi undulate, tetapi ukuran kedua isolat bakteri berbeda yaitu isolat S2T2B memiliki ukuran small, dan sedangkan S2T2C memiliki ukuran moderate, pada isolat S1T3 memiliki bentuk circular, berwarna kuning, permukaan pulvinate, tepinya entire, dan

berukuran small, sedangkan pada isolat S3T3A memiliki bentuk Irregular, berwarna putih, permukaaan convex, tepi rhizoid, dan memiliki ukuran moderate.

2. Karakteristik Mikroskopis (Fisiologi)

Identifikasi bakteri dilakukakan bertujuan untuk mengetahui jenis bakteri yang telah didapatkan dari pada 7 isolat bakteri yang memiliki karakteristik yang berbeda.

a.Uji Pewarnaan gram

Berikut tabel hasil uji pewarnaan gram isolat bakteri dari air lindi:

Tabel 3. Hasil Uji Pewarnaan Gram Isolat Bakteri dari Air Lindi

Kode Isolat	Pewarnaan gram	Bentuk sel
S1T1C	+	Coccus
S1T1D	+	Streptobasil
S1T1F	+	Streptobasil
S2T2B	-	Monobasil
S2T2C	-	Monobasil
S1T3	-	basil
S3T3A	+	Coccus

Pada hasil pengujian pewarnaan gram yang dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat 4 isolat yang bersifat gram positif dan 3 isolat bersifat gram negatif. Isolat yang bergram positif yaitu S1T1C, S1T1D, S1T1F, S3T3A dengan penampakan sel berwarna ungu. Sedangkan isolat yang bergram negatif yaitu S2T2B, S2T2C, S1T3 dengan penampakan sel berwarna merah. Perbedaan warna tersebut disebabkan karena perbedaan komposisi dinding sel pada isolat bakteri.

b. Uji Aktivitas Biokimia

Berikut tabel hasil uji biokimia:

Tabel 4. Hasil Uji Biokimia Bakteri

KodeIsolat	Uji TSIA	Uji Katalase	Uji Motilitas	Uji Sitrat
S1T1C	A/K Gas (-) H_2S (-)	+	+	-
S1T1D	A/K Gas (-) H_2S (-)	+	+	-
S1T1F	A/K Gas (-) H_2S (-)	+	+	+
S2T2B	K/K Gas (-) H_2S (-)	+	+	-
S2T2C	K/K Gas (-) H_2S (-)	+	+	-
S1T3	K/A Gas (-) H_2S (-)	+	+	-
S3T3A	K/A Gas (-) H_2S (-)	+	+	-

D. Hasil Identifikasi Bakteri Secara Molekuler

Pada hasil homologi sekuen 16 rRna pada isolat bakteri S1T3 memiliki kesamaan dengan Pseudomonas aeruginosa dengan tingkat homologi sebesar 99%. Berdasarkan hasil dari penelusuran taxonomy yang tercantum di National Center for Biotechnology Informatika (NCBI), klasifikasi bakteri Pseudomonas aeruginosa yaitu sebagai berikut:

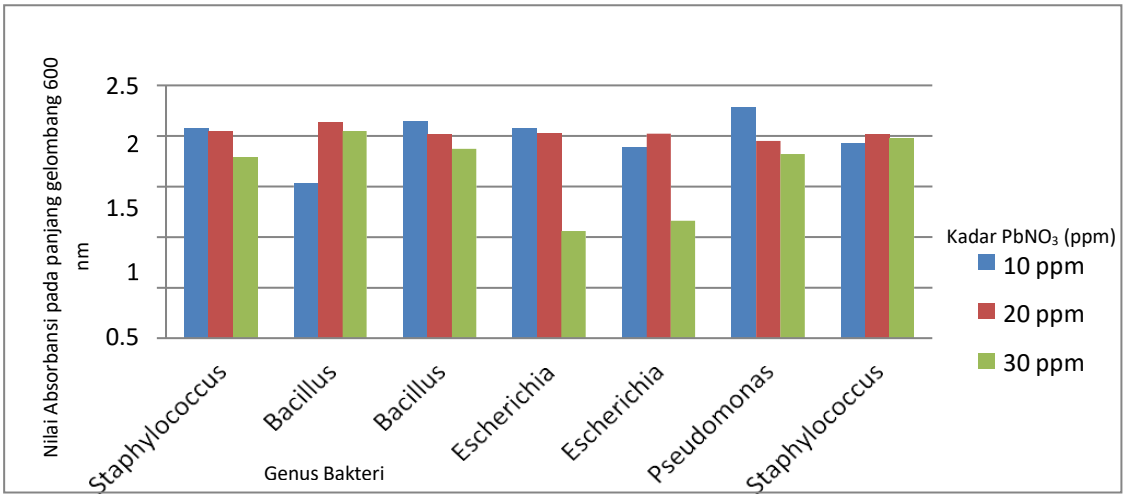
Kingdom	: *Bacteria*	Famili	: *Pseudomonadaceae*
Filum	: *Proteobacteria*	Genus	: *Pseudomonas*
Kelas	: *Gamma Proteobacteria*	Spesies	: *Pseudomonas aeruginosa*

Ordo : *Pseudomonadales*

Bakteri ini mempunyai flagela sehingga bakteri ini bersifat motil, bakteri ini menghasilkan enzim tertentu dalam proses metabolisme sumber karbon sehingga bakteri ini memiliki peran penting dalam proses bioremediasi logam berat timbal (Pb) (Anggraeni, 2021).

E. Uji Resistensi Bakteri Indigenous terhadap Logam Timbal (Pb)

Uji resistensi bakteri dilakukan bertujuan untuk mengetahui ketahanan hidupnya pada media yang mengandung logam berat timbal (Pb). Berikut hasil uji resistensi bakteri indigenous dari air lindi terhadap Pb berdasarkan nilai (OD) 600 nm.



Gambar 1. Hasil Uji Resistensi Bakteri Indigenous dari Air Lindi Terhadap Pb Berdasarkan Nilai (OD) 600 nm

Berdasarkan tabel data diatas, telah didapatkan nilai Optical Density (OD) masing-masing konsentrasi pada tiap-tiap isolat bakteri. Isolat bakteri memiliki nilai OD yang semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi logam yang diberikan. Hal tersebut didapatkan pada isolat S1T1C genus *Staphylococcus*, S1T1F genus *Bacillus*, S2T2B genus *Escherichia*, dan S1T3 *Pseudomonas aeruginosa*. Sedangkan pada isolat S1T1D genus *Bacillus*, S2T2C genus *Escherichia*, dan S3T3A genus *Staphylococcus* menunjukkan penurunan nilai OD. Penurunan tersebut dapat diketahui dari hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb yang diberikan, maka semakin rendah nilai OD nya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik makroskopik koloni bakteri yang dimiliki dari ke 7 sampel isolat bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) beranekaragam ada yang memiliki ukuran koloni yang besar, sedang dan kecil. Bentuk koloni yang irregular, circular, rhizoid. Permukaan koloni yang kasar, halus mengkilap, kering dan berkerut. Tepi koloni yang undulate, entire, rhizoid, filamentaus. Elevasi koloni yang umbonate, flat, dan convex. Ciri mikroskopik sel bakteri yang dimiliki juga beraneka ragam ada 2 jenis sel bakteri memiliki bentuk Coccus, 1 jenis bakteri memiliki bentuk basil, 2 jenis sel bakteri memiliki bentuk Streptobacil, 1 jenis sel bakteri berbentuk Monobasil. Ada 4 isolat bakteri yang bersifat gram positif dan 3 isolat bakteri bersifat gram negatif.
2. Terdapat 7 isolat bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) yaitu dari genus *Bacillus, Staphylococcus, Escherichia, dan Pseudomonas.*
3. Empat isolat bakteri yang memiliki tingkat pertumbuhan yang paling baik di media

logam timbal (Pb) yang berpotensi menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) yaitu isolat S1T1C, S1T1F, S2T2B, S1T3, yaitu dari genus *Staphylococcus* dengan persentase penurunan 91,21%, *Bacillus* dengan persentase penurunan 92,17%, *Escherichia* dengan persentase penurunan 93,94%, dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan persentase penurunan 94,15%.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni A dan Triajie H. 2021. *Uji Kemampuan Bakteri (Pseudomonas aeruginosa) Dalam Proses Biodegredasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan*. Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan. Vol 2, No. 3.

Batubara Mardhiah Ummi, Susilawati Oksi Ika , Riany Hesti. 2015. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Tanah Dikawasan Kampus Universitas Jambi*. Prosiding Semirata bidang MIPA BKS-PTN Barat. Universitas Tanjungpura Pontianak: Hal 243 – 250.

El-Sayed M. H. 2016. *Multiple Heavy Metal And Antibiotic Resistance Of Acinetobacter baumanii Strain Haf-13 Isolated From Industrial Effluents*. American Journal Of Microbiological Research. Vol. 4 No. 1. Hal: 26-36.

El-Shanshoury, and P. S. Ateya. 2014. *Accumulation Of Some Heavy Metals By Metal Resistant Avirulent Bacillus anthracis PS2010 Isolated From Egypt.* African Journal Of Microbiology Research. Vol 8: 1266-1276.

Hasnelly, dkk. 2018. *Pengolahan Lindi TPA Menggunakan Beberapa Metode Dan Prospeknya Sebagai Pupuk Cair*. Jurnal Sains Agro. Vol.3 No.1.

Hasyimuddin, Nur F , I. 2018. *Isolasi Bakteri Pengakumulasi Logam Berat Timbal Pada Saluran Pembuangan Limbah Industri di Kabupaten Gowa*. Biotrotopic The Journal Of Tropical Biology. 2(2): 126-132.

Hidayat Asep, Anwar Chairil. 2017. *Telah Mendalam tentang Bioremediasi: Teori dan Aplikasinya dalam Upaya Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB Press: Malang.

Ikerismawati, Senja. 2019. *Bioremediasi Pb Oleh Bakteri Indigen Limbah Cair Agar*. Jurnal Biosilampari. Vol 1 No.2: ISSN(2622-4275). Halaman: 51- 58.

Ratna S. 2012. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Jakarta. PT. Gramedia

Rohmah N S. 2017. *Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Timbal (Pb) Dari Lumpur Lapindo*. Skripsi. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

Sari, Resti Nanda, and Afdal. 2017. *Karakteristik Air Lindi (Leachate) Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang*. Jurnal Fisika Unand. Vol. 6 No. 1: ISSN 2301-8491.

Ulfa Atiqa, Suarssini E, Irawati M H. 2016. *Isolation and Mercury Sensitivity Test Of Bacterias Isolated From Waste Disposal In Gold Mining Area In West Sekotong of West Lombok Region: Preliminary Study*. Proceding Biology Education Conference. Vol. 13 (1): 793-799.

Widiatmono B R, Dewi L S, Agustianingrum R. 2020. *Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Pada Tanah Tercemar Air Lindi (Leachate).* Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
13 November 2023	26 November 2023	05 Desember 2023	Ya