

## **Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Timbal Pada Tanah Tercemar Air Lindi dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Perkotaan**

### *Exploration of Lead Degrading Bacteria on Leachate Contaminated Soil From Urban Final Processing Places*

**Fatmawati<sup>\*1</sup>, Muhammad Ammar<sup>1</sup>, Suherman<sup>2</sup>**

\* Email Korespondensi : fatmahaleda94@gmail.com

<sup>1</sup> Sekolah Tinggi Teknologi Nusantara Indonesia (STT Nusindo), Jalan Baruga Raya Antang Makassar 90234, Sulawesi Selatan

<sup>2</sup> Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend.Ahmad Yani km 06 Kota Parepare 91111, Sulawesi Selatan

#### **ABSTRAK**

Limbah yang mengandung logam berat adalah isu lingkungan dan menjadi perhatian banyak pihak. Keberadaan ion/senyawa logam berat berasal dari berbagai kegiatan seperti industri produksi logam, penyepuhan logam, operasi tambang, dan penyamakan kulit. Limbah logam merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang sering kita jumpai pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) akibat proses penimbunan sampah secara terus menerus dan menghasilkan pencemar berupa air lindi (leachate). Lindi sangat berpotensi mencemari air tanah. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi dan mengidentifikasi bakteri secara morfologi yang diperoleh dari tanah yang tercemar air lindi dan berpotensi mendegradasi limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) yang mengandung logam berat. Sampel tanah berasal dari tanah timbunan sampah di TPA Tamangapa, Makassar yang diambil secara komposit sampel, sedangkan isolasi bakteri menggunakan metode steak plate. Tahapan penelitian meliputi kultivasi bakteri, uji morfologi, dan perhitungan jumlah koloni dengan metode Total Plate Count (TPC). Hasil penelitian didapatkan 10 isolat murni bakteri yang mampu tumbuh pada media NA yang diperkaya dengan logam timbal 5ppm.

**Kata kunci:** lindi, logam berat, limbah, TPA Tamangapa Makassar, B3.

#### **ABSTRACT**

*Waste containing heavy metals is an environmental issue and is a concern of many parties. Heavy metal ions/compounds come from various activities such as the metal production industry, metal plating, mining operations, and leather tanning. Metal waste is one type of inorganic waste that we often encounter in Final Processing Sites due to the continuous accumulation of waste and produce pollutants in the form of leachate. Leachate has the potential to contaminate groundwater. This study aims to explore and identify morphologically bacteria obtained from soil contaminated with leachate and can degrade hazardous and toxic materials on waste containing heavy metals. Soil samples were taken from the landfill soil at TPA Tamangapa, Makassar, taken as a composite sample, while the bacterial isolation used the steak plate method. The research stages included bacterial cultivation, morphological tests, and calculating the number of colonies using the Total Plate Count (TPC) method. The results showed that 10 pure bacterial isolates could grow on NA media enriched with 5ppm lead metal.*

**Keywords:** leachate, isolate, heavy metal, waste, exploration.

## **I. PENDAHULUAN**

Sampah merupakan bahan yang terbuang atau dibuang yang merupakan hasil aktivitas manusia maupun alam yang sudah tidak digunakan dan telah diambil unsur atau fungsi

utamanya (Sejati dalam Ruslinda, 2010). Peningkatan jumlah penduduk dan arus urbanisasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya volume sampah di perkotaan, semakin banyak sampah yang ditimbulkan, semakin rentan pula pengelolaan sampah yang kurang terencana. Tempat pengolahan sampah dikenal sebagai tempat pemrosesan akhir (TPA). Salah satu TPA yang ada di kota Makassar adalah TPA Tamangapa. Komposisi sampah yang dihasilkan di TPA Tamangapa yaitu konsentrasi sampah organik lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi sampah anorganik. Komposisi sampah organik mencapai 80,71% dan sisanya sekitar 9,23% merupakan sampah anorganik (Zubair, 2012). Berbagai sampah anorganik yang dihasilkan tidak menutup kemungkinan mengandung logam berat yang merupakan salah satu sumber pencemar.

Pencemaran lingkungan oleh logam adalah isu lingkungan yang menjadi perhatian banyak pihak. Keberadaan ion/senyawa logam berat berasal dari berbagai kegiatan seperti industri produksi logam, penyepuhan logam, operasi tambang, penyamakan kulit, dan lain-lain. Limbah logam merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang sering kita jumpai pada TPA. Proses penimbunan sampah secara terus menerus dan menghasilkan pencemar berupa air lindi (*leachate*) yang berpotensi mencemari air tanah. Air lindi adalah hasil infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam timbunan sampah. Air lindi mengandung bahan-bahan organik yang membusuk dan bahan-bahan logam berat. Logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi di TPA secara umum adalah cadmium (Cd) < 0,05 – 0,01 mg/l, timbal (Pb) dengan kisaran < 0,05 – 0,22 mg/l, dan kromium (Cr) dengan kisaran < 0,05 – 0,14 (Damanhuri, 2008).

Pencemaran logam berat yang berasal dari rembesan air lindi perlu diolah untuk mengurangi konsentrasinya. Sebenarnya, lingkungan memiliki kemampuan untuk mendegradasi pencemar yang masuk ke dalamnya melalui proses biologis dan kimiawi. Namun seringkali beban pencemaran di lingkungan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan proses degradasi zat pencemar tersebut secara alami. Akibatnya, zat pencemar akan terakumulasi sehingga dibutuhkan campur tangan manusia dengan teknologi yang ada untuk mengatasi pencemaran tersebut (Nugroho, 2006).

Salah satu pilihan yang bisa dilakukan untuk mengatasi kontaminasi logam berat adalah bioremediasi. Menurut Suhendrayatna (2001), bioremediasi dapat didefinisikan sebagai penggunaan agen-agen biologis untuk menetralkan tanah dan air yang tercemar menjadi zat-zat yang tidak berbahaya bagi lingkungan atau kesehatan manusia. Agen-agen biologi yang dipakai dapat berupa enzim, sel-sel mikroba, atau tanaman (Waluyo, 2005). Salah satu teknik bioremediasi adalah biodegradasi. Menurut Nugroho (2006), biodegradasi merupakan proses penguraian oleh aktivitas mikroba yang mengakibatkan transformasi struktur suatu senyawa sehingga terjadi perubahan integritas molekuler dan toksisitas senyawa tersebut berkurang atau menjadi tidak toksik sama sekali. Bioremediasi merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan karena memanfaatkan makhluk hidup untuk mendegradasi bahan pencemar hingga tercapai kondisi yang tidak membahayakan. Kegiatan ini juga dapat menurunkan konsentrasi pencemar hingga berada di bawah ambang batas. Teknik yang digunakan adalah dengan menggunakan makhluk hidup spesifik yang mampu hidup di lingkungan tercemar dan memiliki kemampuan untuk mengurangi toksisitas yang beresiko terhadap kesehatan manusia dan/ atau lingkungan (Kumar et al., 2011) Tidak semua

jenis bakteri mampu bertahan hidup dan berkembang di lahan yang tercemar logam berat. Bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi logam berat akan melakukan sukseksi kolonisasi sehingga terjadi proses bioremediasi (Maramis dkk, 2009). Oleh karena itu tindakan eksplorasi dan identifikasi tentang bakteri pendegradasi limbah B3 menjadi penting untuk dilakukan.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin mulai Agustus sampai Oktober 2020. Alat dan bahan yang digunakan adalah cawan petri 9 cm, erlenmeyer 1000 ml (Pyrex), botol pengencer, cool box, botol sampel, timbangan analitik (Camry), magnetik stirer, inkubator (Heraeus Instruments), otoklaf (American), pipet tetes, bunsen, spoit 3 cc, tabung reaksi (Pyrex), sendok tanduk, labu ukur (Pyrex), mikroskop (Nikon), hot plate, lemari pendingin (Mitsubishi), gelas objek, ose bulat dan ose lurus, Bunsen, Coloni counter, spatula kaca, sprayer, Tip birub 1000 mikron, Tip birub kuning 100 mikron, mortar, rak tabung. Selain itu sampel tanah TPA, kapas, aluminium foil, aquadest, alkohol 70% ,  $Pb_2 Cl$ , media NA (Nutrien agar).

### 1. Metode Pelaksanaan

#### a. Pengambilan sampel tanah

Sampel yang diambil adalah tanah yang tercemar air lindi di TPA Tamangapa dengan mengambil sampel secara komposit. Sampel tanah dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah disterilkan dengan cara bagian dalam botol diusap kapas yang telah diberi alkohol 70%. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian.

#### b. Isolasi bakteri dan pemurnian isolat

Tahap awal yang dilakukan adalah sterilisasi, baik alat maupun bahan yang digunakan. Isolasi dilakukan dengan menimbang sampel tanah dari TPA dengan berat 1 g kemudian dimortar dengan air aquades steril sebanyak 10 ml. Selanjutnya, dilakukan pengenceran menggunakan aquades dengan faktor pengenceran sebesar  $10^1 - 10^6$ . Sampel pengenceran dari  $10^2 - 10^6$  diambil 1 ml, selanjutnya ditumbuhkan pada media Nutrien Agar yang telah ditambah  $Pb(NO)_3$  5 ppm. Inkubasi dilakukan selama 2 x 24 jam pada suhu ruang  $37^\circ C$ . Selanjutnya dilakukan pemurnian dengan mengambil satu ose sampel isolat tunggal yang tumbuh di permukaan medium, kemudian dimurnikan ke medium baru dengan metode gores. Perlakuan tersebut diulang beberapa kali sampai diperoleh isolat yang benar-benar murni kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 1 x 24 jam.

### 2. Karakterisasi Bakteri

Bakteri diidentifikasi berdasarkan karakterisasi morfologi (Mazzucchi, 1977, Klement et al. 1990). Isolat yang digunakan untuk pengamatan morfologi diambil dari biakan murni dan diinkubasi pada suhu  $37^\circ C$  yang meliputi bentuk koloni, elevasi, tepi koloni, warna koloni, sifat gram bakteri dan katalase. Bakteri yang dapat tumbuh pada media NA yang ditambahkan  $Pb_2 Cl$ , berarti isolat tersebut tahan atau resisten terhadap Pb atau timbal, sehingga berpotensi sebagai pendegradasi timbal.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Identifikasi Isolat Bakteri

Hasil identifikasi beberapa isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi kemudian dimurnikan. Tahap pemurnian dilakukan dengan memilih koloni-koloni yang berbeda yang kemudian diinokulasi pada medium NA (Nutrient Agar) yang diperkaya dengan 5 ppm Pb diinkubasi selama 1 x 24 jam. Setelah diinkubasi diperoleh 10 isolat bakteri dari sampel tanah yang tercemar air lindi yang dapat hidup di meda. Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dari masing-masing isolat bakteri dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Karakterisasi morfologi 10 isolat bakteri tahan timbal yang diisolasi dari air lindi TPA Tamangapa, Makassar.

Kode isolat	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna	Gram	Katalase
BPCd1	Circular	Flat	Wavy	Putih susu	+	+
BPCd2	Circular	Flat	Wavy	Putih susu	+	+
BPCd3	Circular	raised	Curly	Putih susu	+	+
BPCd4	Circular	raised	Curly	Putih susu	+	+
BPCd5	Circular	Flat	Wavy	Putih susu	-	+
BPCd6	Circular	raised	Entire	Putih susu	+	+
BPCd7	Circular	Flat	Entire	Putih susu	+	+
BPCd8	irregular	Flat	Wavy	Putih susu	+	+
BPCd9	Circular	raised	Entire	Putih kekuningan	+	+
BPCd10	Circular	raised	Entire	Putih susu	+	+

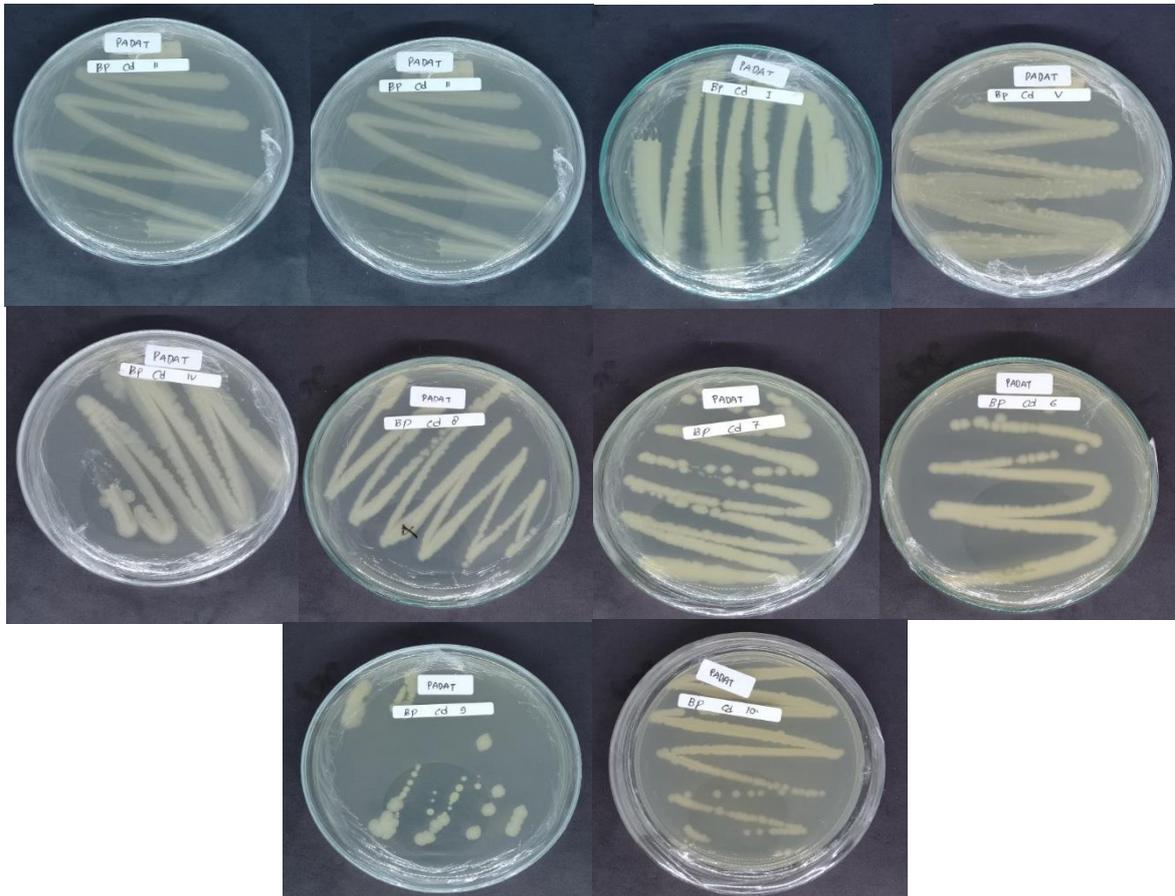
Keterangan: Karakterisasi dari koloni bakteri berdasarkan morfologi (Mazzucchi, 1977; Klement et al, 1990),

Pengamatan makroskopik dilakukan secara langsung menggunakan metode Benson (2001). Karakteristik makroskopik diketahui dengan cara mengidentifikasi morfologi koloni bakteri seperti bentuk, bentuk tepian, warna, elevasi, dan sifat koloni apabila diamati dibawah cahaya (mengkilap atau suram). Berdasarkan pengamatan karakterisasi morfologi dari 10 isolat (Tabel 1) hampir semua isolat yang berasal dari sampel tanah yang tercemar air lindi, memiliki bentuk koloni bulat hanya 1 isolat yang tidak beraturan, tepi koloni ada rata, bergerigi dan bergelombang. Hanya 1 isolat yang bersifat gram negatif dari 10 isolat yang diperoleh. Demikian pula warna koloni hanya 1 isolat yg berwarna putih kekuningan, 9 isolat lainnya berwarna putih susu. Pengamatan tentang karakteristik morfologi koloni bakteri perlu dilakukan, agar mempermudah dalam identifikasi jenis bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lay (1994), bahwa berdasarkan ciri morfologi koloni bakteri dan biakan murni, maka dapat dilakukan proses identifikasi jenis-jenis mikroorganisme. Walaupun untuk memperoleh hasil identifikasi yang lebih baik harus dilanjutkan dengan uji biokimia.

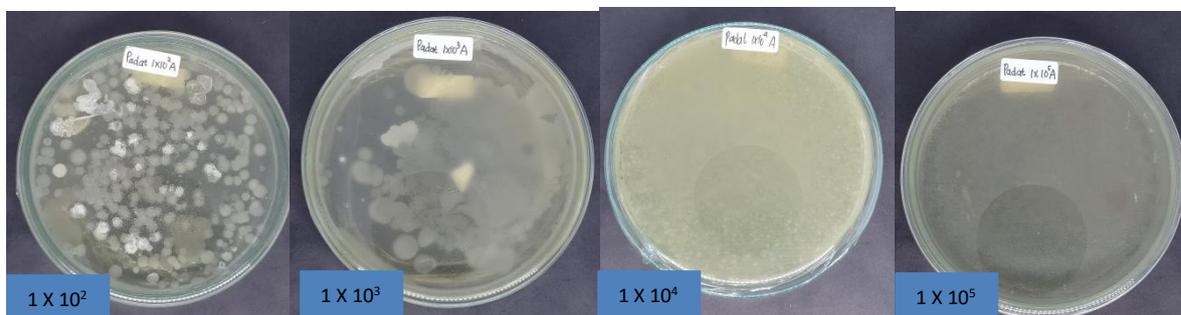
#### 2. Jumlah Koloni Bakteri Resisten Timbal

Bakteri resisten timbal diisolasi dari sampel tanah yang diduga terkontaminasi timbal (Pb) di kawasan TPA Tamangapa, kemudian diinkubasi selama 2 x 24 jam. Setelah

diinkubasi diperoleh koloni bakteri yang tumbuh pada media Nutrient Agar (NA) yang diberi 5 ppm Pb (timbal) seperti pada Gambar 2. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh dihitung dengan metode SPC (*Standart Plate Count*). Pertumbuhan bakteri dari sampel tanah  $1 \times 10^2$  lebih sedikit dibanding sampel  $1 \times 10^3$ . Hal ini karena logam berat timbal pada pengenceran  $10^2$  lebih pekat, sehingga jumlah koloni yang ada semakin (Gambar 2).



**Gambar 1.** Isolat bakteri resisten timbal dari sampel tanah tercemar air lindi dari TPA Tamangapa, Makassar.



**Gambar 2.** Koloni bakteri yang tumbuh pada berbagai tingkat pengenceran.

Berdasarkan pengamatan terhadap jumlah koloni yang dihitung dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) yaitu metode penafsiran jumlah kepadatan mikroba yang hidup(viable) dengan anggapan bahwa setiap sel yang dapat hidup akan berkembang

menjadi satu koloni (Fardiaz, 2001). Sebelum bakteri ditumbuhkan dalam media, terlebih dahulu dilakukan pengenceran sampel menggunakan larutan fisiologis. Menurut Fardiaz (2001), tujuan pengenceran adalah untuk mengurangi jumlah kandungan mikroba dalam sampel, sehingga dapat diamati dan diketahui jumlah mikroorganisme secara spesifik untuk memperoleh perhitungan yang tepat. Jumlah koloni bakteri selama masa inkubasi 2 x 24 jam disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-rata jumlah koloni bakteri dari sampel tanah tercemar air lindi dari TPA.

Pengenceran	Jumlah Koloni (CFU/ml)	
	Hari ke-1	Hari ke-2
1 x 10 <sup>2</sup>	1.777	2.356
1 x 10 <sup>3</sup>	1.323	1.674
1 x 10 <sup>4</sup>	384	609
1 x 10 <sup>5</sup>	196	308

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa pada pengenceran 1 x 10<sup>2</sup> jumlah koloni bakteri lebih besar dibanding pengenceran lainnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi tingkat pengenceran suatu suspensi, maka jumlah koloni bakteri yang dikandung semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Ferdiaz (2001), yang menyatakan bahwa salah satu yang mempengaruhi perhitungan jumlah mikroba ialah pengenceran. Pengenceran yang terlalu tinggi menyebabkan koloni tidak muncul, sedangkan pengenceran terlalu rendah menyebabkan koloni muncul terlalu banyak. Hadioetomo (2001) juga menyatakan bahwa perhitungan jumlah mikroba seringkali menggunakan pengenceran. Namun pengenceran yang terlalu tinggi akan menghasilkan lempengan agar dengan jumlah mikroba yang umumnya relatif rendah. Pengenceran yang terlalu rendah menghasilkan lempengan agar dengan jumlah mikroba yang umumnya relatif tinggi

#### IV. KESIMPULAN

Hasil isolasi bakteri dari tanah tercemar air lindi yang pada media NA diperkaya dengan 5 ppm logam timbal (Pb) diperoleh 10 isolat dengan kode BPCd1, BPCd2, BPCd3, BPCd4, BPCd5, BPCd6, BPCd7, BPCd8, BPCd9 dan BPCd10. Isolat tersebut resisten timbal yang berpotensi menjadi mikroba pendegradasi limbah B3.

#### REFERENSI

- Benson. (2001). *Microbiological Application Lab Manual*. 8 th Ed. Mc Graw Hill Companies. New York.
- Damanhuri. (2008). *Lanfiling*. FTSL ITB Bandung.
- Fardiaz, S. (2001). *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hadioetomo, R.S. (1993). *Mikrobiologi Dasar dalam praktik. Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Klement, Z, Rudolph, K, Sand, DC. (1990). *Methods in Phytobacteriology*. Budapest: Akademia Kiado 53-210.

- Kumar, A., Bisht. B. S., & Joshi, V. D. (2010). Biosorption of Heavy Metals by Four Acclimated Microbial Species, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus* spp. and *Aspergillus niger*. *Journal Biology Environmental Science*, 4(12), 97-108.
- Lay, Bibiana. (1994). Analisis Mikroba di Laboratorium. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Maramis, Kristijanto, & Noetosudarmo, (2009). Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisika-Kimiawi di Sungai Kreo, dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang Kota Semarang. *J. Akta Kimindo*. 1(2), (2009).
- Mazzucchi P. (1977). Elementi di batteriologia fitopatologica. Vol. I. Pitagora. *Editrice Bologna*, 176.
- Ni'matuzahroh, Yahya, A., dan Tandjung, M. (2006). "Studi Perbandingan Biosurfaktan *Pseudomonas aeruginosa* IA7d dan Surfaktan Sintetik Tween-80 dalam Biodegradasi Solat oleh Mikroba Perairan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya,". *Berkala Penelitian Hayati volume: 12* (2006).
- Nugroho. (2006). Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ruslinda, Yenni, Rizki Aziz, & Abuzar . (2010). Komposisi dan Potensi Daur Ulang Sampah dari Berbagai Sumber di Kota Padang. *Jurnal Purifikasi* Vol 11 No 2 tahun 2010, Suarni S.
- Sejati, Koncoro. (2009). Pengolahan Sampah Terpadu. Karnisius, Yogyakarta.
- Suhendrayatna. (2001). Bioremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme. Suatu Kajian Kepustakaan. Makalah Disampaikan pada Seminar Bioteknologi, Kagoshima University, Tokyo.
- Waluyo, Lud. (2005). Mikrobiologi Lingkungan. Malang : UMM Press.
- Zubair, A., Malamassam, M., R., & Syafitri, A. (2015). Analisis Kualitas Air Lindi TPA Tamangapa dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1). Universitas Hasanuddin Makassar.