

## Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Di Kabupaten Lumajang

Rizka Rahmannita Islami, Anita Dewi Moelyaningrum, Khoiron\*

Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Krajan Timur, Sumbersari, Kabupaten Jember, Indonesia

\*Corresponding author : khoiron@unej.ac.id

Info Artikel: Diterima 10 Maret 2023 ; Direvisi 12 Maret 2023 ; Disetujui 13 Maret 2023

Tersedia online : 12 Mei 2023 ; Diterbitkan secara teratur : Juni 2023

**Cara sitasi (Vancouver):** Islami RR, Moelyaningrum AD, Khoiron K. Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Di Kabupaten Lumajang. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2023 Jun;22(2):179-188. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.179-188>.

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Sampah menjadi permasalahan lingkungan hidup yang masih dihadapi. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yaitu lokasi pemrosesan sampah pada tahap akhir. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mengamanatkan adanya rehabilitasi TPA dengan sistem *open dumping* menjadi *sanitary landfill*. TPA Lempeni Kabupaten Lumajang merupakan salah satu TPA yang sudah menerapkan sistem *sanitary landfill*. Namun metode *sanitary landfill* yang diterapkan belum optimal. Sampah hanya dipadatkan dan tidak ditimbun dengan tanah karena keterbatasan tanah untuk menimbun sedangkan jumlah sampah semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran sistem pengelolaan sampah di TPA Lempeni Kabupaten Lumajang.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif observasional, dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Lempeni Kabupaten Lumajang dengan melakukan wawancara, observasi dan dokumentasi. Objek dari penelitian ini yaitu sistem pengelolaan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Lempeni Kabupaten Lumajang. Waktu penelitian dilakukan pada Bulan Februari – Mei 2022. Variabel dalam penelitian ini yakni berat sampah, sarana dan prasarana, sistem pengelolaan sampah, tingkat kesesuaian kualitas air lindi dan tingkat kesesuaian kualitas air tanah. Pada penelitian ini diterapkan analisis deskriptif yaitu menganalisis data dengan cara menggambarkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang menggeneralisasi.

**Hasil:** Jumlah sampah yang masuk ke TPA Lempeni selama 8 hari sampling yaitu sebesar 1.418.076 kg dengan rerata sampah sebesar 177.259,5 kg/hari. TPA Lempeni terdiri dari dua zona, yaitu: zona 1 memiliki luas 1,95 Ha mampu menampung 85.500 m<sup>3</sup> sampah dan zona 2 memiliki luas 2 Ha dapat menampung 90.000 m<sup>3</sup> sampah. Saat ini TPA Lempeni beralih menjadi *controlled landfill* yakni perpaduan dari *sanitary landfill* dan *open dumping*. Hasil pengujian air sumur pantau Bulan Mei 2022 yang dilakukan pada parameter fisik menunjukkan hasil yang tidak melebihi baku mutu lingkungan. Hasil pengujian air lindi pada inlet IPAL pada Bulan Mei 2022 menunjukkan nilai COD dan TSS pada inlet IPAL melebihi baku mutu lingkungan yaitu 890 mg/L dan 123 mg/L. Sedangkan pada outlet IPAL menunjukkan nilai COD melebihi baku mutu lingkungan yaitu 618 mg/L.

**Simpulan:** Pengelolaan sampah di TPA Lempeni pada awal beroperasi pada tahun 2016 menerapkan sistem pengelolaan sampah *sanitary landfill* namun sejak tahun 2021 TPA Lempeni beralih menjadi *controlled landfill* yakni perpaduan dari *sanitary landfill* dan *open dumping* sehingga diperlukan monitoring dan evaluasi dalam penerapan sistem pengelolaan sampah agar tidak menimbulkan permasalahan sampah yang baru.

**Kata kunci:** Sistem Pengelolaan Sampah; *Sanitary Landfill*; TPA

**ABSTRACT**

**Title:** *Analysis of the Waste Management System at the Sanitary Landfill Final Processing Site (TPA) in Lumajang Regency*

**Background:** *One of the environmental problems that are often faced is the problem of waste. The Final Processing Site (TPA) is a place where waste has reached the final stage of waste processing. The enactment of Law of the Republic of Indonesia Number 18 of 2008 concerning Waste Management directs the rehabilitation of landfills with an open dumping system into sanitary landfills. One of the landfills that has implemented a sanitary landfill system is the Lempeni landfill in Lumajang Regency. However, the sanitary landfill method applied is not optimal. The waste is only compacted and not landfilled with soil due to the limited soil to stock up while the amount of waste is increasing. This research aims to find out the picture of the waste management system at the Lempeni landfill, Lumajang Regency.*

**Method:** *This research is an observational descriptive study, conducted at the Lempeni Final Processing Site (TPA) Lumajang Regency by conducting observations, interviews, and documentation. The object of this study is the waste management system at the Lempeni Landfill (TPA) in Lumajang Regency. The study was conducted in February – May 2022. The variables in this study are the weight of the waste, facilities and infrastructure, waste management systems, the level of leachate water quality and the level of suitability of groundwater quality. In this study, descriptive analysis was applied, namely analyzing data by describing the data that had been collected without intending to make generalizing conclusions.*

**Result:** *The amount of waste that entered the Lempeni landfill for 8 days of sampling was 1,418,076 kg with an average waste of 177,259.5 kg/day. The Lempeni landfill consists of two zones, namely: zone 1 has an area of 1.95 Ha with a capacity of 85,500 m<sup>3</sup> and zone 2 has an area of 2 Ha with a capacity of 90,000 m<sup>3</sup>. Currently, the Lempeni landfill has switched to controlled landfill, which is a combination of sanitary landfill and open dumping. The results of the May 2022 monitoring well water testing conducted on physical parameters showed results that did not exceed environmental threshold value. The results of leachate water testing on the WWTP inlet in May 2022 showed that the COD and TSS values on the WWTP inlet exceeded the environmental quality standards of 890 mg/L and 123 mg/L. While at the WWTP outlet, the COD value exceeded the environmental quality standard of 618 mg/L.*

**Conclusion:** *Waste management at the Lempeni landfill at the beginning of its operation in 2016 implemented a sanitary landfill waste management system but since 2021 the Lempeni landfill has switched to a controlled landfill, which is a combination of sanitary landfill and open dumping so that monitoring and evaluation are needed in the implementation of a waste management system so as not to cause new waste problems.*

**Keywords:** *Waste Management System; Sanitary Landfills; Landfill*

**PENDAHULUAN**

Permasalahan lingkungan dapat disebabkan oleh aktivitas manusia dan mengancam terhadap keberadaan kehidupan. Lingkungan hidup kurang atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya karena daya dukung lingkungan telah menurun. Salah satu masalah lingkungan hidup yang sering dihadapi yaitu permasalahan sampah. Sampah merupakan masalah global yang signifikan. Peningkatan volume sampah meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah populasi dan standar hidup manusia.<sup>1</sup> Pengelolaan sampah di Indonesia menjadi masalah aktual. Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2020 timbulan sampah mencapai 34 juta ton per tahun. Komposisi sampah berdasarkan sumbernya didominasi oleh sampah rumah tangga sebesar 38,2%. Salah satu upaya dalam mensolusi permasalahan sampah yaitu adanya kebijakan di bidang pengelolaan sampah yang bertujuan agar tidak berdampak pada kesehatan masyarakat, tidak mencemari lingkungan, serta tidak berdampak pada perubahan perilaku masyarakat.

Provinsi Jawa Timur tidak lepas dari permasalahan sampah. Jawa Timur menjadi

penyumbang timbulan sampah terbanyak dengan total 5,7 juta ton per tahun. Kabupaten Lumajang adalah bagian dari wilayah Provinsi Jawa Timur yang memiliki luas wilayah sebesar 1.790,90 Km<sup>2</sup> atau 3,74% dari luas Provinsi Jawa Timur. Timbulan sampah tahunan pada tahun 2020 di Kabupaten Lumajang mencapai 183,033.37 ton. Pengelolaan sampah di Kabupaten Lumajang diatur dalam Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Sampah yang dimulai dari kegiatan pengumpulan sampah dimana masyarakat mengumpulkan dan memilah sampah lalu dibungkus dan simpan ke TPS selanjutnya sampah diangkat dari TPS oleh kendaraan pengangkut sampah kemudian dibuang ke TPA. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah fasilitas yang berfungsi memproses sampah pada tahap akhir.<sup>2</sup>

Pemberlakuan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mendorong adanya rehabilitasi TPA dengan sistem *open dumping* menjadi *sanitary landfill* akan tetapi sistem *open dumping* masih banyak diterapkan pada TPA di Indonesia bahkan angkanya mencapai 97%.<sup>3</sup> Metode *sanitary landfill* merupakan pembuangan sampah di atas tanah yang dipadatkan setiap hari akhir jam

operasi dan ditimbun dengan tanah setinggi 15-20 cm, sehingga tidak terlihat adanya timbunan sampah. Salah satu TPA yang sudah menerapkan sistem *sanitary landfill* yakni TPA Lempeni, Dusun Kali Pancing, Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang dengan luas area sekitar 6,69 Ha dibawah pengelolaan DLH Kabupaten Lumajang. TPA Lempeni mulai dioperasikan pada tahun 2016, waktu pemakaian TPA sampai dengan tahun 2021 dan menjadi percontohan di Indonesia pada tahun 2019.

Berdasarkan studi pendahuluan di TPA Lempeni Lumajang pada tanggal 10 September 2021 bahwa TPA beroperasi mulai tahun 2016 dengan menerapkan metode *sanitary landfill*. Namun metode *sanitary landfill* yang diterapkan belum optimal. Sampah hanya dipadatkan dan tidak ditimbun dengan tanah karena keterbatasan tanah untuk menimbun sedangkan jumlah sampah semakin meningkat. Implementasi metode *sanitary landfill* dilaksanakan dengan menimbun sampah dengan urugan tanah setiap hari pada akhir jam operasional, namun penimbunan sampah dengan tanah hanya dilakukan di bibir pembuangan dengan periode 3 hari sekali dalam seminggu. Keterbatasan lain terdapat pada ketersediaan alat berat *bulldozer* dan tempat penyucian alat berat. Selain itu, jembatan penimbangan tidak dimanfaatkan dengan baik, kolam *wetland* lindi belum optimal karena batu kerikil dan tanaman belum memadai, hasil uji laboratorium terhadap indikator BOD dan COD pada air lindi masih di atas baku mutu lingkungan, pengendalian gas metana (CH<sub>4</sub>) belum optimal karena pipa yang digunakan untuk mengalirkan gas mengalami kerusakan dan dengan jarak 1,7 Km aroma tidak sedap yang dihasilkan oleh sampah di TPA tercium sampai ke pemukiman warga.

Hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa hasil pemantauan dan evaluasi oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Lumajang belum cukup untuk menangani permasalahan di TPA Lempeni. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat mempengaruhi sisa umur guna TPA dan menimbulkan dampak terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan masyarakat. Sistem pengelolaan sampah di TPA dapat beralih menjadi sistem *open dumping* jika tidak ada upaya tindak lanjut dari DLH Kabupaten Lumajang.

Berubahnya sistem pengelolaan sampah di TPA menjadi *open dumping* dapat menjadi ancaman bagi lingkungan dan manusia. Salah satu ancamannya adalah pengelolaan lindi yang kurang tepat. Penyebab utama pencemaran sumber daya air di TPA yaitu air lindi. Konstituen organik dan anorganik dalam lindi mempengaruhi kualitas air tanah dan membuatnya tidak cocok untuk pasokan air rumah tangga dan penggunaan lainnya.<sup>4</sup> Kualitas air tanah akan memburuk secara bertahap di sekitar TPA karena air lindi.<sup>5</sup> Selain itu, faktor risiko yang mempengaruhi kesehatan masyarakat yang tinggal disekitar TPA yakni aspek lingkungan seperti jeleknya kualitas udara,

air, dan tanah karena adanya kontaminasi air, kontaminasi udara, serta pencemaran tanah dapat menimbulkan penyakit yang disebabkan oleh penggundukan dan penimbunan sampah sehingga vektor penyakit, bakteri, dan virus berkembang biak.<sup>6</sup>

Pemerintah Kabupaten Lumajang melalui Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang memiliki tanggung jawab yang besar dalam menyelesaikan mengenai permasalahan sistem pengelolaan sampah di TPA Lempeni dalam hal strategi pengelolaan sampah. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penting dilakukan penelitian serta deskripsi terkait sistem pengelolaan sampah di TPA Lempeni.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif observasional. Lokasi penelitian ini yaitu di TPA Lempeni Kabupaten Lumajang. Objek dari penelitian ini yaitu sistem pengelolaan sampah di TPA Lempeni. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari – Mei 2022. Variabel dalam penelitian ini yakni berat sampah, sarana dan prasarana, sistem pengelolaan sampah, tingkat kesesuaian kualitas air lindi dan tingkat kesesuaian kualitas air tanah. Teknik pengumpulan data yang digunakan yakni observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa lembar wawancara dan lembar observasi. Metode pengambilan sampel uji air sumur pantau berpedoman pada SNI 06.6989.58:2008, sedangkan air lindi berpedoman pada SNI 8990:2021. Penelitian ini terdapat tiga informan, yaitu Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang dan Kepala Bidang Pengelolaan Sampah Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang sebagai informan kunci, pengurus dan pengelola TPA Lempeni sebagai informan utama dan pekerja non formal (pemulung) sebagai informan tambahan. Pada penelitian ini diterapkan analisis deskriptif yaitu menganalisis data dengan cara menggambarkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang menggeneralisasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Sampah Masuk di TPA Lempeni

Sampah di setiap wilayah diambil oleh sopir *dump truck* maupun *arm roll*. *Dump truck* mengangkut sampah sebanyak 6-8 kali sehari, sedangkan *arm roll* hanya satu kali sehari. Sampah yang diangkut tidak melalui proses pemilahan. Armada yang dimiliki oleh TPA Lempeni yakni berjumlah 13 armada. Sebanyak 7 armada berupa *arm roll* dan 6 armada berupa *dump truck*. Daftar wilayah cakup TPA Lempeni dan Rerata sampah masuk ke TPA disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Wilayah Cakup TPA Lempeni Kabupaten Lumajang

No.	Nomor Polisi	Jenis Armada	Wilayah
1.	N 8388 YP	Arm Roll	Jl. DR. Sutomo, Pasar Klojen Lumajang, Jl. Brigjen Katamso
2.	N 8389 YP	Arm Roll	Kecamatan Sukodono, Depo, Kecamatan Senduro, Kecamatan Tukum, Desa Dawuhan, Desa Labruk
3.	N 9071 YP	Arm Roll	Desa Klanting, Desa Dawuhan, Kecamatan Klakah
4.	N 9070 YP	Arm Roll	Pasar Besar Lumajang, Jl. Basuki Rahmat, Jl. Bromo, RSUD Haryoto, Terminal Minak Koncar, Kecamatan Kedungjajang
5.	N 8390 YP	Arm Roll	Kantor Samsat, Kecamatan Banyu Putih, Desa Grati, Kecamatan Ranuyoso
6.	N 9073 YP	Arm Roll	Kecamatan Lumajang, Kecamatan Jatiroto, Wilayah Perkotaan
7.	N 9110 YP	Arm Roll	Pasar Serangin Lumajang, Pasar Hewan Lumajang, Kecamatan Pronojiwo, Desa Mojosari
8.	N 9068 YP	Dump Truck	Wilayah Perkotaan dan Kantor Pemerintah Daerah
9.	N 8322 YP	Dump Truck	Alun-Alun Lumajang dan Desa Klampokarum
10.	N 8323 YP	Dump Truck	Pasar Senduro dan Kecamatan Yosowilangun
11.	N 9067 YP	Dump Truck	Batalyon Infanteri 527 dan Kecamatan Candipuro
12.	N 9069 YP	Dump Truck	Sepanjang jalan wilayah perkotaan hingga Kecamatan Tempeh dan Desa Selok Awar-Awar
13.	N 9109 YP	Dump Truck (URC)	Desa Penanggal, Perkotaan, dan Sampah Insidental

Tabel 2. Total dan Rata-rata Sampah Harian TPA Lempeni Kabupaten Lumajang

Hari Ke -	Hari	Tanggal	Berat (kg)
1	Senin	09 Mei 2022	168.063
2	Selasa	10 Mei 2022	177.257
3	Rabu	11 Mei 2022	176.849
4	Kamis	12 Mei 2022	184.701
5	Jumat	13 Mei 2022	161.971
6	Sabtu	14 Mei 2022	182.798
7	Minggu	15 Mei 2022	184.030
8	Senin	16 Mei 2022	182.407
<b>Total</b>			<b>1.418.076</b>
<b>Rerata Sampah Harian (kg/hari)</b>			<b>177.259,5</b>

Berdasarkan tabel 2, didapatkan bahwa sampah yang masuk ke TPA Lempeni rata-rata 177.259,5 kg sampah dalam 8 hari berturut-turut. Sampah tersebut diangkut oleh 13 armada truk *arm roll* dan *dump truck*. Sampah yang paling banyak yaitu sampah yang diangkut dari wilayah Kecamatan Lumajang, Kecamatan Jatiroto dan area administratif perkotaan. Kemudian di urutan kedua yang paling banyak yaitu sampah yang diangkut dari Kecamatan Sukodono, Kecamatan Tukum, Kecamatan Senduro, Desa Dawuhan dan Desa Tukum. Wilayah-wilayah tersebut merupakan penghasil sampah rumah tangga atau sampah domestik. Selain itu, penghasil sampah terbanyak juga terdapat pada wilayah Pasar Besar Lumajang, Jl. Basuki Rahmat, Jl. Bromo, RSUD Haryoto, Terminal Minak Koncar dan Kecamatan Kedungjajang.

Sampah akan terus ditimbulkan dari aktivitas manusia maupun dari aktivitas alam, sehingga dibutuhkan tempat yang layak sebagai tempat pengelolaan sampah yang memenuhi persyaratan agar tidak menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan dan masyarakat.<sup>7</sup> Meningkatnya kuantitas

sampah yang ditimbun di TPA diakibatkan oleh bertambahnya jumlah timbulan sampah dari lingkungan masyarakat. Nilai Indeks Pembangunan Manusia (IPM) yang tinggi mengindikasikan tiga unsur dasar, yaitu: umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan, serta standar hidup layak dapat berdampak secara signifikan terhadap tingginya jumlah timbulan sampah. Taraf hidup masyarakat yang meningkat berakibat pada tingkat konsumsi terhadap barang yang berpotensi meningkatkan jumlah timbulan sampah.

Angka Harapan Lama Sekolah merupakan salah satu indikator tingginya nilai IPM. Semakin tinggi level pendidikan masyarakat berpotensi lebih mudah untuk diedukasi. Jumlah sampah yang terus meningkat dan pengelolannya yang tidak memenuhi syarat dapat berdampak pada lingkungan dan masyarakat di sekitar TPA.<sup>8</sup> Pengaruh keberadaan TPA terhadap kesehatan lingkungan dan kondisi sosial masyarakat sekitarnya, yaitu pengaruh bagi kesehatan masyarakat seperti penyakit kulit, batuk, dan sesak nafas. Namun pemulung di TPA kurang menghiraukan dampak tersebut. Ditinjau dari sektor ekonomi, TPA dapat meningkatkan perekonomian pemulung. Mayoritas pemulung TPA adalah pendatang dari desa sekitar.<sup>9</sup>

## Sarana dan Prasarana TPA Lempeni

### 1. Jembatan Timbang

Jembatan timbang di TPA Lempeni berfungsi dengan baik dan sebagai mana mestinya. Namun pada saat musim hujan kendala yang dialami oleh jembatan timbang yaitu alat yang digunakan untuk menimbang tertimbun oleh tanah yang bercampur air. Sehingga jembatan timbang tidak dapat digunakan dengan optimal. Pada saat musim penghujan datang sebaiknya pengurus TPA melakukan pencegahan kerusakan alat dengan cara membersihkan area di sekitar alat timbang. Pembuatan sekat-sekat dapat mencegah masuknya

lumpur ke sekitar alat timbang. Pemindahan lokasi jembatan timbang dan pembuatan beton penyangga dapat dijadikan solusi agar jembatan timbang tidak mengalami kendala disaat musim hujan. Selain itu, pengecekan terhadap jembatan timbang harus dilakukan secara berkala agar jika terjadi kerusakan dapat ditangani dengan cepat dan tidak memengaruhi fungsinya. Data *trend* 5 tahun terakhir pada jembatan timbang dapat digunakan untuk memperkirakan timbulan sampah pada tahun berikutnya. Proyeksi jumlah timbulan sampah yang dilaksanakan sampai mendekati kapasitas eksisting, sehingga perkiraan jumlah timbulan sampah sebaiknya menggunakan data timbulan dengan satuan m<sup>3</sup>/hari.<sup>10</sup>

## 2. Alat Berat

Pengelolaan sampah yang optimal dapat didukung dengan penyediaan alat berat yang memadai. Penyediaan alat berat di TPA Lempeni dapat dikatakan belum memadai karena hanya terdapat 2 *bulldozer* dan 1 *excavator*. Kondisi ini menyebabkan kurangnya ketersediaan alat berat di TPA Lempeni ketika sampah sudah menggunung, sehingga mengakibatkan kurang efisiennya pemadatan sampah serta pemindahan sampah di TPA Lempeni Kabupaten Lumajang. Mengingat produksi sampah dari masa ke masa mengalami peningkatan yang diprediksikan beberapa tahun ke depan TPA Lempeni tidak akan mampu menampung volume sampah yang makin hari bertambah mengingat teknologi dan peralatan yang dimanfaatkan saat ini belum maksimal. Dalam melangsungkan kegiatan pengelolaan sampah di TPA Lempeni, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang harus melengkapi dengan sarana yang memadai untuk melayani kebutuhan di TPA secara keseluruhan. Kebutuhan TPA Lempeni akan keberadaan alat berat dapat dievaluasi dan dianalisis melalui kelayakan dan produktivitas alat berat.<sup>11</sup> Di TPA Samarinda pada tahun 2011 dengan metode *sanitary landfill*, kebutuhan alat berat hasil optimasi untuk pengelolaan sampah sebesar 4.411 m<sup>3</sup> per hari yaitu 7 unit meliputi: 4 unit *Bulldozer*, 1 unit *Backhoe*, 1 unit *Dumptruck* dan 1 unit *Roller*. Terpenuhinya jumlah alat berat yang memadai diharapkan dapat mengimplementasikan pelaksanaan pengelolaan metode *sanitary landfill*, untuk optimalisasi pengelolaan sampah.<sup>12</sup>

## 3. IPAL

Pada kolam IPAL TPA Lempeni dilakukan pemeriksaan terhadap parameter pH, BOD, COD, dan TSS yang dikomparasikan dengan nilai baku mutu sesuai Permenlhk Nomor 59 Tahun 2016. Uji sampel air lindi pada inlet dan outlet IPAL didapatkan hasil kadar COD yang masih tinggi melebihi standar yang telah ditentukan. Dengan demikian instalasi yang ada masih sanggup mengolah *leachate* dan memuat debit *leachate*, namun masih perlu perbaikan. Sehingga *leachate* yang telah diolah dapat dibuang ke badan air yang aman bagi lingkungan dan kesehatan

masyarakat sekitar serta tidak menjadi sumber pencemar. IPAL pengolahan *leachate* bertujuan untuk menurunkan konsentrasi pencemar *leachate* hingga dapat memenuhi baku mutu yang berlaku. Zat pencemar yang terdapat di dalam *leachate* dapat berdampak terhadap pencemaran lingkungan terutama pencemaran tanah dan air tanah. Proses pengolahan *leachate* harus melihat debit dan karakteristik *leachate*, serta badan air penerima sebagai tempat pembuangan efluen. Kondisi ini berhubungan dengan penentuan metode pengolahan, penetapan daya tampung, ukuran dimensi kolam, dan perhitungan waktu detensi.<sup>13</sup>

Kolam *wetlands* yang terdapat di IPAL TPA Lempeni tidak berfungsi dengan baik. Tanaman yang digunakan untuk meminimalisir kandungan konsentrasi limbah yang berpotensi menimbulkan pencemaran tidak bisa bertahan hidup karena kadar konsentrasi lindi yang tinggi. *Constructed Wetland* di TPA Lempeni pernah ditanam dengan tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Pennisetum purpureum* merupakan salah satu variasi tumbuhan yang digunakan untuk remediasi limbah industri dan pertanian karena laju pertumbuhannya yang cepat dan kemampuannya untuk bertahan hidup di lingkungan yang sangat terkontaminasi tanah.<sup>14</sup> Lahan basah buatan dengan penampang segi empat dapat mereduksi kadar TSS dan Amoniak, namun tidak dapat mengurangi kadar BOD<sub>5</sub> dan COD pada limbah cair rumah sakit. Metode pengolahan *Subsurface Flow Constructed Wetland* dengan tanaman *Typha latifolia* dapat menurunkan BOD<sub>5</sub> dan COD.<sup>15</sup> Fitoremediasi *leachate* TPA Kabupaten Sidoarjo dengan *Typha latifolia* pada media kompos didapatkan hasil pH 8 sedangkan media tanah menghasilkan pH 7.<sup>16</sup>

Selain itu, tanaman yang mempunyai kemampuan hidup di air seperti tumbuhan Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan Bintang Air (*Cyperus papyrus*) dapat dimanfaatkan dalam *constructed wetland*. Tumbuhan Bintang Air (*Cyperus papyrus*) dapat mereduksi beban pencemar sebesar 97,14% pada parameter BOD<sub>5</sub> dan Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dapat mereduksi beban pencemar sebesar 95,43%. Tumbuhan Bintang Air (*Cyperus papyrus*) dapat mereduksi beban pencemar sebesar 90,34% pada parameter COD dan Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dapat mereduksi sebesar 89,67%. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan Bintang Air (*Cyperus papyrus*) lebih efektif dibanding Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dalam menurunkan kadar BOD<sub>5</sub> dan COD.<sup>17</sup>

## 4. Zona Landfill

Luas lahan TPA Lempeni sekitar 6,69 Ha. Zonasi area *landfill* sebagai tempat penimbunan sampah dibagi dua. Zona 1 merupakan zona yang sedang dioperasikan dengan luas 1,95 Ha berdaya tampung 85.500 m<sup>3</sup>. Zona 2 mempunyai luas 2 Ha dengan kapasitas daya tampung 90.000 m<sup>3</sup>. Zona *landfill* masih bisa digunakan hingga ketinggian 5 meter. TPA Lempeni direncanakan menampung sampah hingga tahun 2021, namun hingga sekarang,

TPA Lempeni tetap dimanfaatkan walaupun sudah melampaui batas waktu yang ditentukan. Hal ini dikarenakan *landfill* masih bisa dipakai hingga ketinggian 5 meter. Kepala Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah B3 DLH Kabupaten Lumajang menyatakan bahwa TPA Lempeni masih bisa digunakan hingga 4 tahun kedepan.

Proses penanganan sampah diawali dari pengumpulan sampah hingga tempat pemrosesan akhir sampah (TPA). Secara garis besar, setiap proses membutuhkan waktu yang tidak sama sehingga membutuhkan tempat untuk menampung sampah pada setiap proses tersebut. Penetapan lokasi TPA seringkali menimbulkan konflik besar yang membutuhkan penanganan yang tepat, misalnya lahan yang tersedia, *conflict of interest*, dan degradasi kualitas lingkungan.<sup>18</sup>

Analisis skenario reduksi sampah dengan sistem pengelolaan *reduce, reuse, dan recycle (3R)* menghasilkan kesimpulan dapat menurunkan kebutuhan luas lahan TPA. Tanpa menerapkan metode 3R dan pengomposan, pada tahun kelima perencanaan luas lahan TPA Tegalasri adalah 6,9 Ha, dengan implementasi 3R dan *composting* hanya butuh 2,8 Ha. Berlanjut pada pemakaian ditahun ke-10, tahun ke-15 hingga tahun ke-20 dibutuhkan lahan TPA untuk metode pengelolaan sampah tanpa 3R dan *composting* secara berurut yaitu 13,2 Ha, 20,8 Ha, 29,7 Ha, sedangkan lahan TPA yang dibutuhkan dengan implementasi 3R dan *composting* secara berturut-turut adalah 5,4 Ha, 8,6 Ha, dan 12,2 Ha.<sup>19</sup>

## 5. Tanah Penutup Sampah

Sejak awal didirikan TPA Lempeni menerapkan sistem pengelolaan sampah *sanitary landfill*. Tahap terakhir pengelolaan sampah pada *sanitary landfill* yaitu menutup timbunan sampah menggunakan tanah urug. Tanah penutup bermanfaat agar sampah tidak berserakan, mencegah kejadian kebakaran, mengurangi timbulnya bau, menghambat perkembangbiakan alat atau binatang pengerat serta mereduksi timbunan air lindi (*leachate*). Frekuensi penutupan sampah dengan tanah diselaraskan dengan metode yang digunakan. Pada *sanitary landfill* dilaksanakan setiap hari, sedangkan pada *controlled landfill* sebaiknya dilakukan setiap 7 hari sekali. TPA Lempeni mengalami kesulitan dalam penyediaan tanah penutup *landfill*. Permasalahan utama dalam penyediaan tanah urug yaitu biaya. TPA Lempeni harus membeli tanah untuk menutup sampah setiap harinya. Hal ini dapat menjadi penyebab dalam ketidakberhasilan sistem *sanitary landfill*.

Spesifikasi tanah yang digunakan harus mempunyai kemampuan menahan resapan air hujan supaya dapat mereduksi timbulnya *leachate*. Tanah yang memiliki permeabilitas rendah. Tanah yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sebagai penutup sampah, biasanya didapatkan dari luar wilayah sekitar TPA.<sup>20</sup> Desain penutup akhir pada *landfill* mempunyai peran vital dengan memperhatikan

faktor kesehatan, keselamatan, estetika, permeabilitas, kekuatan dan pemanfaatan lahan pasca penutupan. Tanah penutup *landfill* didesain dapat meminimalkan dampak negatif yang disebabkan dari bertambahnya timbunan sampah, mereduksi kuantitas rembesan dan meminimalkan peningkatan *leachate*. Penutup yang diletakkan di atas *landfill* merupakan metode penutup multi-komponen yang dibangun langsung di atas sampah segera setelah sel tertentu terisi penuh.

Ketika kondisi ketersediaan tanah penutup sukar didapatkan, sebagai alternatifnya dapat menggunakan reruntuhan bangunan, kompos atau sampah lama, debu sapuan jalan, dan material hasil pembersihan saluran.<sup>21</sup> Selain itu, tanah sedimen juga dapat digunakan sebagai pengganti tanah urug. Sebelum digunakan, diperlukan pencampuran tanah sedimen dengan material lainnya yang sesuai untuk merubah karakter indeks yang tidak diinginkan.<sup>22</sup> Terkait kondisi permasalahan teknis dan non teknis dalam pemanfaatan tanah urug, *biodegradable plastic* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif solusi. Selain dapat diaplikasikan tanpa menggunakan alat berat, pengaplikasiannya dapat menekan pemanfaatan *landfill* yang sebabkan oleh volume bahan penutup. Untuk menarik pengelola TPA di Indonesia dalam menggunakan *biodegradable plastic ecoplas* sebagai penutup harian, penting dilakukan kajian yang tepat.<sup>23</sup>

## Sistem Pengelolaan Sampah TPA Lempeni

TPA Lempeni menerapkan metode *sanitary landfill* untuk pengelolaan sampah ketika awal operasionalnya pada tahun 2016. Namun seiring berjalannya waktu, TPA Lempeni menemui banyak kendala yang menyebabkan tidak sempurnanya penerapan *sanitary landfill*. Permasalahan utamanya terletak pada penyediaan anggaran untuk melaksanakan sistem *sanitary landfill*. Saat ini TPA Lempeni menjalankan sistem *controlled landfill* dalam mengupayakan pengelolaan sampah yang saniter. Terbatasnya biaya, sumber daya operasional, maintenance peralatan dan fasilitas persampahan merupakan masalah yang umum dihadapi dalam pengelolaan sampah.<sup>24</sup>

*Controlled Landfill* merupakan teknik penggabungan dari *open dumping* dan *sanitary landfill*. Metode ini beroperasi dengan cara meletakkan sampah di lahan urug terbuka sementara lalu dikompaksi menggunakan tanah. Proses pemadatan dilakukan apabila sampah telah mencapai tebal 60 cm lalu diurug menggunakan tanah kepal air. Periode kompaksi dilakukan selama 7 hari sekali atau setelah mencapai tahap tertentu. Sebagai upaya mengontrol dan meminimalkan dampak pencemaran dari TPA, perlu adanya fasilitas *gas collector* dan fasilitas pengolahan *leachate*.<sup>25</sup>

Penggunaan metode *controlled landfill* mempunyai keunggulan yaitu meminimalkan dampak terhadap lingkungan, setelah selesai dipakai lahan dapat dimanfaatkan kembali dan keindahan lingkungan cukup baik. Namun sistem *controlled*

landfill juga mempunyai kekurangan, yaitu relatif lebih sulit dalam operasionalnya, relatif besarnya *cost investment* dan membutuhkan sumber daya manusia yang cukup terlatih.<sup>26</sup>

#### Kualitas Air Tanah di Wilayah TPA Lempeni

Air yang di uji adalah air yang terdapat pada sumur pantau di TPA Lempeni Kabupaten Lumajang. Data kualitas air sumur pantau didapatkan dari hasil

pengukuran sampel yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang. Sampel air sumur pantau diambil oleh petugas sampling laboratorium pengujian. Lokasi pengambilan sampel terdapat pada Sumur Pantau 2 dan Sumur Pantau 4. Namun pada rentang pengujian 31 Mei 2022 – 06 Juni 2022 tidak dilakukan pengujian pada Sumur Pantau 2 dikarenakan kerusakan alat pemompa air. Hasil uji sampel air dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Air Sumur Pantau

No.	Parameter	Hasil Pengukuran	Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1.	TDS	553	1000	mg/L	Sesuai
2.	Suhu	29,0	suhu udara $\pm 3$	$^{\circ}\text{C}$	Sesuai
3.	DHL	623	-	$\mu\text{S/cm}$	Sesuai
4.	pH	7,04	6,50 – 9,00	-	Sesuai
5.	Turbidity	0,83	25,0	NTU	Sesuai

Berdasarkan tabel 3, hasil pengujian air pada sumur pantau tidak menunjukkan hasil yang melebihi baku mutu lingkungan. Pengujian hanya dilakukan pada parameter fisik. Kualitas air sumur pantau diuji di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang dengan parameter TDS, suhu, DHL, pH dan turbidity. Parameter tersebut merupakan parameter fisik. Pengujian air tanah tidak dilakukan pada parameter kimia dan biologi. Uji sampel air pada sumur warga sekitar TPA Sukawinatan terhadap pH, BOD, COD, DHL, dan Zn pada beberapa sampel menghasilkan nilai yang cukup tinggi dan di atas baku mutu lingkungan.<sup>27</sup>

Permen PU Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga pada lampiran III, sumur pantau atau sumur uji berfungsi untuk memonitor potensi adanya pencemaran dari *leachate* terhadap air tanah di sekitar TPA. Berdasarkan Permen PU No. 3 Tahun 2013 sumur pantau pada TPA dengan metode *controlled landfill* setidaknya sumur pantau

wajib berada 1 di hulu dan 1 di hilir lokasi penimbunan sampah menyesuaikan dengan arah aliran air tanah. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan kualitas air sumur hulu dengan sumur pantau hilir. Sebaiknya sumur pantau di TPA Lempeni perlu dilakukan pengukuran status mutu maupun pengukuran indeks pencemar. TPA Jetis harus melakukan uji sampel air sumur pantau di bagian hilir secara periodik sebagai upaya memaksimalkan fungsinya dalam pemantauan adanya pencemaran air tanah yang disebabkan air lindi.<sup>28</sup>

#### Kualitas Air Lindi (*Leachate*) TPA Lempeni

Data kualitas air lindi di TPA Lempeni adalah hasil uji sampel air lindi yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lumajang. Pengambilan sampel *leachate* dilakukan di *inlet* dan *outlet* IPAL di TPA Lempeni. Pengambilan sampel dilakukan oleh petugas sampling laboratorium pengujian. Hasil pengujian air lindi pada *outlet* dan *inlet* IPAL disajikan pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Hasil Pengujian Air Lindi Pada Inlet IPAL TPA Lempeni

No.	Parameter	Hasil Pengukuran	Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1.	pH	7,99	6,00 – 9,00	-	Sesuai
2.	BOD <sub>5</sub>	107	150	mg/L	Sesuai
3.	COD	890	300	mg/L	Tidak Sesuai
4.	TSS	123	100	mg/L	Tidak Sesuai

Tabel 5. Hasil Pengujian Air Lindi Pada Outlet IPAL TPA Lempeni

No.	Parameter	Hasil Pengukuran	Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1.	pH	8,54	6,00 – 9,00	-	Sesuai
2.	BOD <sub>5</sub>	81,8	150	mg/L	Sesuai
3.	COD	618	300	mg/L	Tidak Sesuai
4.	TSS	22,0	100	mg/L	Sesuai

Berdasarkan tabel 4, hasil pengujian pada parameter COD dan TSS masih melampaui baku mutu lingkungan. Nilai COD dan TSS berturut-turut yaitu 890 mg/L dan 123 mg/L. Berdasarkan tabel 5, hasil pengujian pada parameter COD masih melampaui baku mutu lingkungan. Nilai COD sebesar 618 mg/L sementara baku mutu lingkungannya adalah 300 mg/L.

*Sanitary landfill* merupakan salah satu metode yang paling efektif dalam mengolah limbah padat kota di seluruh dunia, khususnya di negara berkembang.<sup>29</sup> Air lindi sebagai polutan utama di tempat pembuangan sampah, mengandung sejumlah besar polutan organik dan amonia-nitrogen, dan berpotensi menyebabkan dampak lingkungan jangka panjang apabila tanpa penanganan yang tepat. Air lindi mengandung zat organik, zat anorganik dan logam berat.<sup>30</sup> Kandungan zat organik dalam air sering dilihat dengan menggunakan nilai indikator COD dan BOD. Dua indikator merupakan parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

Tingginya nilai COD merupakan indikator kekuatan senyawa organik pada air lindi tersebut.<sup>31</sup> Selain itu, kemungkinan ada kekurangan mikroorganisme yang cukup untuk menguraikan sejumlah besar bahan organik terlarut, menghasilkan konsentrasi COD yang lebih tinggi.<sup>32</sup> Parameter COD umumnya diaplikasikan dalam menilai kuantitas polutan teroksidasi yang terdapat dalam air permukaan (seperti danau dan sungai) atau limbah cair.<sup>33</sup> Kadar COD pada air lindi di TPA Lempeni pada tahun 2021 juga dapat dikatakan melebihi baku mutu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam penurunan COD pada *leachate* yakni dengan pengoptimalan *constructed wetland*. Selain itu, penurunan nilai COD dapat menggunakan bahan koagulan kombinasi antara pasir zeolit dan arang aktif. Kombinasi arang aktif dan pasir zeolit efektif dalam mereduksi nilai pH, COD, BOD, dan N total dengan efektifitas tertinggi adalah ketebalan 20cm sebesar 19,6%, 22,6%, 35,5% dan 33,33%.<sup>34</sup> Perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman teratai (*Nymphaea sp.*), dan kerikil mampu menurunkan kadar COD mencapai 23,6%.<sup>35</sup>

Selain itu, kadar TSS pada inlet IPAL menunjukkan nilai di atas baku mutu yaitu sebesar 123 mg/L dengan nilai baku mutu 100 mg/L. Namun kandungan TSS dapat diturunkan melalui IPAL dibuktikan dengan hasil uji. Pengujian pada outlet IPAL menunjukkan hasil bahwa kadar TSS mengalami penurunan menjadi 22,0 mg/L. Kadar TSS antara 200-2000 mg/L pada TPA yang sudah beroperasi kurang dari 2 tahun dan 100 - 400 mg/L yang sudah beroperasi lebih dari 10 tahun (usia stabil). Nilai TSS yang tinggi dapat disebabkan oleh limpasan sampah di sekitar instalasi dan genangan sampah dalam pengolahan *leachate*.<sup>36</sup> Upaya untuk menurunkan nilai TSS dapat melalui penerapan teknologi G-WARS (*Grey Water Recycle System*). Teknologi G-WARS dapat mereduksi kadar COD, BOD, pH, dan TSS pada *leachate* dengan

efektifitas penurunan paling tinggi pada BOD yaitu 78,54%, COD 65,89%, dan TSS 91,14%. Teknologi G-WARS menghasilkan kualitas *leachate* paling baik yaitu pada waktu pengolahan yang efektif yaitu selama 36 jam.<sup>37</sup>

Menurut penelitian Apriyani dan Lesmana, yang termasuk TSS yaitu lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. Zat yang tersuspensi umumnya merupakan zat organik dan anorganik yang mengambang di air, secara fisika zat ini sebagai pemicu kekeruhan pada air. Padatan tersuspensi adalah tempat terlaksananya reaksi kimia yang heterogen dan pembentuk sedimen yang akan mencegah kemampuan degradasi zat organik di suatu perairan.<sup>38</sup> Air limbah yang mengandung zat tersuspensi tinggi dilarang dibuang langsung ke badan air karena berpotensi menimbulkan pendangkalan serta menutupi sinar matahari masuk ke dalam dasar air sehingga mengganggu proses fotosintesa.<sup>39</sup>

## SIMPULAN

Jumlah sampah yang masuk ke TPA Lempeni selama 8 hari sampling yaitu sebesar 1.418.076 kg dengan rerata sampah sebesar 177.259,5 kg/hari. Jembatan timbang mengalami kerusakan pada saat musim hujan dan berat sampah didapatkan dari proyeksi dan konversi rata-rata perhari tanpa pengukuran dari jembatan timbang. TPA Lempeni terdiri dari dua zona, yaitu: luas zona 1 yaitu 1,95 Ha berdaya tampung 85.500 m<sup>3</sup> dan luas zona 2 yaitu 2 Ha dengan daya tampung 90.000 m<sup>3</sup>. Penyediaan tanah penutup di TPA Lempeni mengalami keterbatasan biaya sehingga penutupan sampah tidak dapat dilakukan setiap hari. Saat ini TPA Lempeni beralih menjadi *controlled landfill* yakni perpaduan dari *sanitary landfill* dan *open dumping*. Hasil pengujian air sumur pantau Bulan Mei 2022 yang dilakukan pada parameter fisik menunjukkan hasil yang tidak melebihi baku mutu lingkungan. Hasil pengujian air lindi pada inlet IPAL pada Bulan Mei 2022 menunjukkan nilai COD dan TSS pada inlet IPAL melebihi baku mutu lingkungan yaitu sebesar 890 mg/L dan 123 mg/L. Sedangkan pada outlet IPAL menunjukkan nilai COD di atas baku mutu lingkungan yaitu 618 mg/L.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Manalu F. Analisis Kebijakan Pengelolaan Sampah Melalui Program Bank Sampah Kota Batam. Akbar Juara [internet] 2020 [dikutip 22 November 2022];5(3):12-24. Tersedia dari : <https://akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/1161>
2. Bupati Lumajang Provinsi Jawa Timur. Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Sampah. [internet] 2016 [dikutip 21 September 2022]. Tersedia dari : <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/21605/perda-kab-lumajang-no-10-tahun-2016>
3. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. [internet] 2008 [dikutip 21

- September 2022]. Tersedia dari : <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008>
4. Vahabian M., Hassanzadeh Y. dan Marofi S. Assessment of landfill leachate in semi-arid climate and its impact on the groundwater quality case study: Hamedan, Iran. *Environ Monit Assess.* 2019; (191):109. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7215-8>
  5. Mishra S, Tiwary D, Ohri A, Agnihotri AK, Impact of Municipal Solid Waste Landfill leachate on groundwater quality in Varanasi, India. *Groundwater for Sustainable Development.* 2019; 9 (100230). <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100230>
  6. Axmalia A, Mulasari SA. Dampak Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Terhadap Gangguan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Komunitas.* 2020;6(2) : 171-176. <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol6.Iss2.536>
  7. Priatna LH, Hariadi W, Purwendah EK. Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. *Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed.* [internet] 2019 [dikutip 25 November 2022]; 9(1):494-501. Tersedia dari: <http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Prosiding/article/view/1139>
  8. Elyas MD. Analisis Pengaruh Nilai IPM dan Jumlah Penduduk Terhadap Timbunan Sampah Se-Provinsi Kepulauan Bangka Belitung: Sebuah Studi Pendahuluan. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan.* 2019;8 (1):1-8. <https://doi.org/10.21009/jgg.081.01>
  9. Lestari DI, Ramdhayani E. Analisis Kesehatan Lingkungan Dan Kondisi Sosial Masyarakat Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) (Studi Kasus Tempat Di TPA Lingkungan Raberas). *Jurnal Kesehatan [Internet].* 2022 [dikutip 15 November 2022];6(2):18-25. Tersedia dari: <https://www.e-journalppmunsa.ac.id/index.php/kependidikan/article/view/449>
  10. Tuzzahra NN, Ainun S. Kajian Sisa Umur Pakai Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumur Batu Kota Bekasi Dengan Optimalisasi Sistem Pengolahan. *Jurnal Teknik Lingkungan.* 2018;24(1):41-60. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2018.24.1.4>
  11. Ramadhani, Aminudin KM, Jimmyanto H. Analisis Kelayakan Alat Berat di TPA Sukawinatan Kota Palembang. *Teknika. Jurnal Teknik.* 2020;7(1):30-36. <https://doi.org/10.35449/teknika.v7i1.128>
  12. Aviva D, Hidayat, Mangkona. Optimasi Pemakaian Alat Berat untuk Pekerjaan Sanitary Landfill di TPA Samarinda. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri 2019*;302-311. <https://doi.org/10.36040/seniati.v5i1.455>
  13. Abrauw AES. Studi Operasional Pengelolaan Limbah Cair Lindi (Leachate) Pada TPA Controll Landfill Koya Koso. *Jurnal Dinamis.* [internet] 2019 [dikutip 22 Oktober 2022]; 1(12):1-10. Tersedia dari : <https://ojs.ustj.ac.id/dinamis/article/view/315>
  14. Ujang FA, Roslan AM, Osman NA. et al. Removal Behaviour of Residual Pollutants From Biologically Treates Palm Oil Mill Efuent by Pennisetum Purpureum in Constructed Wetland. *Scientific Reports.* 2021;11(18257). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97789-0>
  15. Hasan A, Suprpti C. Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Metode Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland) dan Tanaman Air Typha latifolia. *Jurnal Kesesehatan.* 2021; 12(3):446-456. <http://dx.doi.org/10.26630/jk.v12i3.2697>
  16. Widiyanti A, Naja MM, Wibisono CL. Pengaruh Mendiia Tanam Terhadap Pengolahan Lindi TPA Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Typha Latifolia. *J Teknik Waktu.* 2019; 17(1):1-5. <http://dx.doi.org/10.36456/waktu.v17i1.1827>
  17. Al Kholif M, Hidayat S, Sutrisno J, Suning. Pengaruh Tanaman Bintang Air (Cyperus Papyrus) dan Bambu Air (Equisetum Hyemale) Dalam Mengolah Limbah Domestik. *Serambi Engineering.* 2020 ;5(1):703-710. <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1596>
  18. Lubis LT, Aditia E, Triana E. Kesesuaian Zona Lahan Tempat Pembuangan Akhir Sampah di Kabupaten Tanah Datar. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University.* [internet] 2021 [diakses 20 Oktober 2022]; 2(3). Tersedia dari : <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/15748>
  19. Sukarmawati, Farizhka IA, Sulistyono S, Nugraha CS, Dahnia R. Kebutuhan Lahan TPA Sampah Berdasarkan Alternatif Skenario Pengurangan Sampah 3R (Reduce, Reuse, Recycle). *J Rekayasa Sipil dan Lingkungan.* 2022; 6(1):36-46. <http://dx.doi.org/10.19184/jrsl.v6i1.31394>
  20. Oktaviana W, Sukiyah E, Zakaria Z, Erawan F. Karakteristik Tanah Hasil Pelapukan Granit dan Fungsinya untuk Material Penutup TPA di Wilayah Tanjungpinang, Riau. *Padjadjaran Geoscience Journal.* 2018; 2(2): 90-95. <http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/view/16592/7846>
  21. Biro Infrasada Provinsi Jawa Tengah. *Pemrosesan Akhir Sampah* [internet]. 2018 [20 Oktober 2022]. Tersedia dari : <http://biroinfrasda.jatengprov.go.id/files/uploads/2018/03/Pemrosesan-Akhir-Sampah-2018-UNDIP.pdf>
  22. Reski R, Djide MN, Harianto T, Rahim IR. Pemanfaatan Tanah Sedimen Sebagai Lapisan Kedap Air Penutup Akhir Landfill. *Prosiding CEEDRiMS* [internet] 2021 [dikutip 24 Oktober 2022]; 449-453. Tersedia dari : <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/>

- 11617/12741/462\_CEEDRIMSREV\_e-Book\_ProSIDING%20CEEDRIMS%202021\_rev300821.pdf?sequence=1
23. Arjasa P, Hartati E, Ainun S. Analisis Tingkat Ekonomi untuk Jenis Penutup Harian Alternatif di TPPAS Regional Sarimukti. *J Rekayasa Lingkungan*. 2018;2(6): 1-12. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v6i2.25p>
  24. Agung K, Juita E, Zuriyani E. Analisis Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Desa Sido Makmur Kecamatan Sipora Utara. *JPIG..* 2021; 6(2): 115-124. <https://doi.org/10.21067/jpig.v6i2.5936>
  25. Rahman F. Evaluasi Pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Handel Palinget Kabupaten Kapuas dengan Sistem Controlled Landfill [Skripsi] [internet] 2021 [dikutip 22 Oktober 2022]. Tersedia dari : <http://repository.umpr.ac.id/29/>
  26. Isni NN, Sungkowo A, Widiarti IW. Upaya Teknis Rehabilitasi TPA Sampah Kopi Luhur dengan Sistem Lahan Urug Terkendali. *Jurnal Ilmu Lingkungan Kebumihan*. 2019;2(1):24-33. <https://doi.org/10.31315/jilk.v2i1.3287>
  27. Septi S, Virgo F, Sailah S. Analisis Kualitas Air Tanah Wilayah Sekitar TPA Sukawinatan Palembang. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 2020;10(1):1-8. <https://doi.org/10.24252/jpf.v10i1.25335>
  28. Widiarti IW dan Muryani E. Kajian Kualitas Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampah Jetis, Desa Pakem, Kecamatan Gebang, Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Tanah dan Air*. 2018; 15(1): 1-10.
  29. Lavagnolo MC, Giroto F, Rafieenia R, Danieli L, Alibardi L. Two-stage anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste – Effects of process conditions during batch tests. *Renewable Energy*. 2018; 126: 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.039>
  30. Koda E, Miszkowska A, Sieczka A. Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste Management Site. *Appl. Sci*. 2017, 7, 638. <https://doi.org/10.3390/app7060638>
  31. Royani S, Fitriana AS, Enarga ABP, Zufrialdi H. Kajian COD dan BOD Dalam Air Di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliiori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 2021; 13(1): 40-49. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art4>
  32. Ma J, Li Y, Li Y. Effects of Leachate Recirculation Quantity and Aeration on Leachate Quality and Municipal Solid Waste Stabilization in Semi-Aerobic Landfills. *Environmental Technology & Innovation*. 2021;21(101353). <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101353>
  33. Angrianto NL, Manusawai J, Sinery AS. Analisis Kualitas Air Lindi Dan Permukaan Diareal TPA Sowi Gunung Dan Sekitarnya Di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *CASSOWARY* , 2021; 4(2): 221-233. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.79>
  34. Gemala M dan Ulfah N. Efektivitas Metode Kombinasi Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 2020;4(2):162-167. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i2.167>
  35. Muryani E dan Widiarti IW. Kadar BOD dan COD Air Lindi dengan Perlakuan Fitoremediasi Tanaman Teratai (*Nymphaea Sp.*) dan Apu-Apu (*Pistia stratiotes L.*) (Studi Kasus TPA Jetis Purworejo). *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan*. 2019; 2(2): 72-86. <https://doi.org/10.31315/jmel.v2i2.2389>
  36. Kartikasari IB, Widyastuti M, Hadisusanto S. Pengujian Toksisitas Lindi Instalasi Pengolahan Lindi TPA Piyungan pada *Daphnia sp.* dengan Whole Effluent Toxicity. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2020; 18(2): 297-304. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.297-304>
  37. Kusuma HA. Proses Pengolahan Air Lindi TPA Supit Urang Pada Teknologi G-WARS [Skripsi] [internet] 2019 [dikutip 30 Desember 2022]. Tersedia dari : <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/181565/>
  38. Apriyani NL dan Lesmana RY. Pengaruh Air Lindi Pada Terhadap pH dan Zat Organik Pada Air Tanah di Tempat Penampungan Sementara Kelurahan Pahandut Kota Palangkaraya . *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 2018; 25(2): 60-65. <https://doi.org/10.22146/jml.39489>
  39. Laili F. Analisa Kualitas Air Lindi dan Potensi Penyebarannya ke Lingkungan Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas [Skripsi] [internet] 2021 [Dikutip 30 Desember 2022]. Tersedia dari : <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/29672/13513189%20Fadlu%20Laili.pdf?sequence=1>



©2023. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.