

## **Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air Lindi (*Leachate*) di Tempat Pemrosesan Akhir Talang Gulo Kota Jambi**

### *Analysis of the Abundance of Microplastics in Leachate at the Landfill Talang Gulo in Jambi City*

Nabila Sastra Dewi<sup>1</sup>, Jalius<sup>2</sup>, dan Hariesty Viareco<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: [nabilasastra2001@gmail.com](mailto:nabilasastra2001@gmail.com), [Jalius@unja.ac.id](mailto:Jalius@unja.ac.id), [hariestyav2@gmail.com](mailto:hariestyav2@gmail.com)

*Article history: Received 22-07-2024, Accepted 28-01-2025, Published 29-01-2025*

#### **Abstrak**

Langkah awal masuknya partikel plastik berukuran 0,3 mm hingga 5 mm, yang disebut mikroplastik, ke badan air terjadi melalui Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), terutama saat pengolahan air lindi. Hal ini guna mencegah terjadinya pencemaran mikroplastik pada badan air, sehingga perlunya menganalisis dan mengidentifikasi mikroplastik yang terdapat pada air lindi di TPA Talang Gulo Kota Jambi sistem open dumping dan sanitary landfill. Pengambilan sampel pada inlet dan outlet. Tahapan penelitian meliputi penyaringan partikel, pengeringan sampel, pemisahan dengan senyawa organik, dan penyaringan supernatan yang mengandung mikroplastik. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual menggunakan mikroskop digital, sedangkan identifikasi jenis polimer plastik ditentukan dengan uji spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR). Data dianalisis secara kuantitatif, deskriptif dan inferensial untuk membandingkan rata-rata kelimpahan mikroplastik dengan menggunakan uji t-paired dan correlations dari air lindi. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di inlet sebesar 2 partikel/L. Sedangkan pada outlet sebesar 1 partikel/L. Berdasarkan identifikasi ditemukannya tiga bentuk mikroplastik seperti film 16%, fragment 17% dan fiber 67%. Sedangkan, untuk jenis polimer mikroplastik yang ditemukan Polystyrene (PS) dan Nylon Polyamides. Penurunan kelimpahan mikroplastik pada air lindi sebesar 10% sebelum dibuang ke badan air. Peningkatan proses pengolahan air lindi di TPA Talang Gulo perlu dilakukan sebelum dibuang ke badan air guna mencegah terjadinya pencemaran.

**Kata kunci:** Mikroplastik; Air lindi; TPA

#### **Abstract:**

*The initial entry of plastic particles measuring 0.3 mm to 5 mm, known as microplastics, into water bodies occurs through the Final Processing Site (TPA), particularly during leachate treatment. To prevent microplastic contamination in water bodies, it is essential to analyze and identify microplastics present in the leachate at TPA Talang Gulo, Jambi City, which employs both open dumping and sanitary landfill systems. Sampling was conducted at both the inlet and outlet. The research stages included particle filtration, sample drying, separation from organic compounds, and filtration of the supernatant containing microplastics. Microplastic identification was performed visually using a digital microscope, while the types of plastic polymers were determined through Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy testing. Data were analyzed quantitatively, descriptively, and inferentially to compare the average abundance of microplastics using paired t-tests and correlation analysis from leachate samples. The abundance of microplastics found in the inlet was 2 particles/L, while in the outlet, it was 1 particle/L. Based on identification, three forms of microplastics were discovered: film (16%), fragments (17%), and fibers (67%). Furthermore, the types of microplastic polymers identified included Polystyrene (PS) and Nylon Polyamides. A 10% reduction in microplastic abundance in the leachate was observed before it was discharged into water bodies. Therefore, improvements in leachate treatment processes at TPA Talang Gulo are necessary to prevent contamination of water bodies preven pollution*

**Keywords:** Microplastic; Leachate; Landfill

## 1. Pendahuluan

Timbunan sampah yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat wilayah Kota Jambi berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), yang paling banyak ditemukan merupakan sampah plastik sebesar 44,07% yang dihasilkan pada tahun 2022. Sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas manusia akan dibuang kembali ke lingkungan. Karena plastik sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Plastik memiliki susunan polimer sintesis yang kuat sehingga sulit terurai oleh lingkungan. Hal ini lah yang menyebabkan plastik tertumpuk di TPA. Plastik yang berada di TPA akan mengalami reaksi fisika, kimia dan biologis yang kompleks yang dapat meningkatkan proses fragmentasi degradasi plastik ke lingkungan[1]. Sampah plastik tersebut akan mengalami perubahan ukuran menjadi partikel-partikel lebih kecil yang berada di lingkungan [2]. Sampah plastik yang mengalami perubahan ukuran menjadi 0,3 mm sampai dengan ukuran kurang dari 5 mm yang dapat berpotensi mencemari lingkungan menjadi mikroplastik [3]. Tempat terjadinya pencemaran mikroplastik dapat berasal dari Tempat Pemrosesan Akhir [4]. Pembentukan, akumulasi dan pelepasan mikroplastik yang terjadi di TPA mengalami proses panjang sebelum dibuang ke lingkungan [5]. Mikroplastik yang berada di TPA berasal dari pecahan fragmen partikel makroplastik dan wadah kosmetik [6].

Mikroplastik yang berada di permukaan akan mengalami perembesan melalui tanah bersama air lindi melalui pori-pori tanah sehingga kontaminan yang terdapat pada air lindi akan bercampur dengan air tanah [7]. Degradasi mikroplastik pada air lindi dibantu juga dengan pengaruh pH, kandungan organik dalam air lindi dan sinar radiasi matahari atau UV. Plastik yang berasal dari air lindi juga ditemukan sebagian besar pada hewan invertebrata dan vertebrata. Hal ini dikarenakan organisme mengkonsumsi mikroplastik secara tidak langsung pada rantai makanan bertransportasi melalui rantai trofik pada organisme dan air lindi yang dibuang ke lingkungan dapat menjadi sumber penyebaran mikroplastik [8]. Mikroplastik dapat berdampak secara langsung dan tidak langsung terhadap biota dan abiotik yang mengakibatkan kerusakan ekosistem terutama lingkungan perairan yang dapat menjadi vektor sebagai kontaminan di lingkungan dan bioavailabilitas terhadap organisme akuatik [9]. Selain itu, kelimpahan mikroplastik pada air lindi disebabkan oleh faktor timbunan sampah plastik dan limpasan menuju kolam air lindi yang disebabkan karena curah hujan. Faktor usia pada TPA juga dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada air lindi [10].

Ditemukan mikroplastik di 12 TPA yang berada di Thailand dengan besar rata-rata kelimpahan 1.457,99 partikel/kg sampai dengan 489,71 partikel/kg dan pencemaran kolam air lindi yang terkontaminasi mikroplastik sebesar 20,90 partikel/L sampai dengan 4,96 partikel/L. Sistem yang digunakan dari TPA yang berada di Thailand hanya satu yang menerapkan sistem penimbunan *sanitary Landfill* 11 TPA lainnya yang berada di Thailand masih menggunakan sistem penimbunan *open dumping*[11] Selain itu, ditemukan kelimpahan mikroplastik di TPA Piyungan yang menggunakan sistem *open dumping* di Yogyakarta, kolam *inlet* air lindi sebesar 154,80 partikel/liter dan pada kolam *outlet* ditemukan kelimpahan mikroplastik sebesar 135,60 partikel/liter. TPA Talang Gulo Kota Jambi pada tahun 1998 sampai dengan tahun 2021 menggunakan sistem *open dumping*, akan tetapi TPA yang menggunakan sistem *open dumping* telah tidak beroperasi sejak tahun 2021 dan diganti dengan sistem *Sanitary Landfill* yang telah beroperasi sejak tahun 2021 hingga sekarang.

TPA Talang Gulo *open dumping* meskipun telah tidak beroperasi tapi tetap menghasilkan air lindi yang berasal dari *landfill* yang telah ditimbun. Air lindi yang dihasilkan dari TPA Talang Gulo *open dumping* tetap dilakukan proses pengolahan air lindi yang dipompa ke *Leachate Treatment Process* (LTP) yang berada di TPA Talang Gulo *sanitary Landfill* atau yang sedang beroperasi saat ini. Hal ini dapat menyebabkan potensi pencemaran mikroplastik pada air lindi di TPA Talang Gulo Kota Jambi sebelum dibuang ke badan air yang disekitar TPA tersebut. Mikroplastik yang ditemukan di kolam *inlet* dan *outlet* air lindi merupakan langkah awal untuk mencegahnya mikroplastik masuk ke lingkungan melalui badan air setelah proses pengolahan air lindi berlangsung. Berdasarkan hal tersebut, perlunya dilakukan identifikasi mikroplastik pada kolam sebelum dan sesudah proses air lindi berlangsung guna mencegah terjadinya pencemaran mikroplastik pada badan air yang berada di sekitar TPA Gulo Kota Jambi. Penelitian mikroplastik air lindi di TPA Indonesia sejauh ini belum banyak dilaporkan, sehingga perlu dilakukannya penelitian mikroplastik pada air lindi di TPA Talang Gulo Kota Jambi yang menggunakan sisten *open dumping* dan *sanitary landfill* sebagai upaya pencegahan pencemaran mikroplastik di lingkungan.

## 2. Metode Penelitian

### a) Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan inferensial. *Deskriptif kuantitatif* untuk membandingkan rata-rata kelimpahan mikroplastik yang didapat pada kolam *inlet* dan *outlet* yang didapatkan pada air lindi. Sedangkan untuk inferensial digunakan untuk menguji dua kelompok beda nyata yang dari data kelimpahan mikroplastik pada kolam *inlet* dan *outlet* air lindi

### b) Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2024. Terdapat dua lokasi penelitian yaitu titik sampel 1 merupakan TPA Talang Gulo sistem *open dumping* dan titik sampel 2 merupakan TPA Talang Gulo sistem *sanitary landfill* di Kota Jambi.

### c) Prosedur Penelitian

Sampel air lindi diambil pada kolam *inlet* dan *outlet* yang diambil sebanyak 1 liter. Kemudian, dimasukan ke dalam jerigen lalu diletakan di dalam *coolbox* yang berisi gel pendingin lalu dibawa ke Laboratorium Instrumen dan Tugas Akhir Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi untuk diproses lebih lanjut. Kemudian sampel disaring secara bertingkat menggunakan mesh no. 4 dan mesh no. 50. Bilas sampel yang telah tersaring dari mesh No.50 dengan menggunakan aquades, selanjutnya sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 90°C selama 18 jam. Sampel yang telah dikeringkan selanjutnya ditambahkan 20 ml larutan FeSO<sub>4</sub> konsentrasi 0,05 M dan 20 ml larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsentrasi 30%, lalu dipanaskan di *hotplate* dengan suhu 70°C sampai bergelembung, tambahkan aquades 20 ml agar mencegah terjadinya perluasan gelembung yang berlebih ketika dipanaskan. Sampel selanjutnya didinginkan lalu disaring menggunakan kertas *whatmann* no. 47. Sampel diidentifikasi secara visual menggunakan mikroskop digital. Langkah selanjutnya dilakukan uji FTIR untuk melihat polimer plastik yang ditandai puncak panjang gelombang dengan puncak serapan yang muncul pada spektra yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

### d) Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data *primer* diambil secara langsung dari kolam *inlet* dan *outlet* pada air lindi yang terdapat pada TPA Talang Gulo yang menggunakan sistem *Open dumping* dan *Sanitary Landfill*. Pengambilan sampel air lindi diambil disetiap kolamnya dengan interval 30 menit. Pengambilan sampel tersebut dilakukan 3 kali pengulangan penyaringan menggunakan Plankton net ukuran 120 µm dan ditampung diember. Air lindi yang sudah dilakukan penyaringan dan ditampung dimasukkan ke dalam botol kaca sebanyak 1 liter dan ditutup dengan *aluminium foil*. Selanjutnya diletakan didalam *cool box* untuk dibawa dan dilakukan analisa secara laborarorium. Sedangkan data *sekunder* untuk melihat kualitas air lindi yang didapatkan melalui wawancara dan pengujian secara langsung di laboratorium yang terdapat di TPA. Kedua data tersebut diambil pada air lindi yang terdapat di TPA Talang Gulo sistem *open dumping* dan yang menggunakan sistem *sanitary landfill*.

### e) Teknik Analisis Data

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Masura *et al* (2015), Data yang diperoleh dari dari pengujian dan pengamatan akan dianalisis berdasarkan jumlah, dan jenis mikroplastik yang ada ditemukan pada Air Lindi yang kemudian akan di analisis menggunakan rumus, dapat dilihat dari rumus sebagai berikut Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan rumus jumlah partikel/liter sebagai berikut [12]

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik (Partikel)}}{\text{Volume air tersaring (L)}} \dots\dots\dots(1)$$

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan mikroplastik pada kolam air lindi yang berasal dari TPA Talang Gulo yang telah tidak beroperasi dengan menggunakan sistem *open dumping* atau disebut dengan TPA Talang Gulo Lama dan dari TPA Talang Gulo yang beroperasi dengan menggunakan

sistem *sanitary landfill* atau disebut dengan TPA Talang Gulo Baru. Kelimpahan mikroplastik pada air lindi yang ditemukan dari dua TPA yang berbeda tersebut, dapat dilihat pada tabel 1:

**Tabel 1.** Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Lindi

No	Lokasi TPA	Kelimpahan Mikroplastik (Partikel/L)	
		<i>inlet</i>	<i>outlet</i>
1	TPA Talang Gulo Lama	1.82	0.91
2	TPA Talang Gulo Baru	2.00	1.11

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada kolam inlet air lindi secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kolam outlet. Hal ini disebabkan oleh pengaruh proses pengolahan air lindi yang berperan dalam mengurangi jumlah mikroplastik yang terdeteksi. Pada kolam inlet, air lindi belum mengalami tahapan pengolahan, sehingga konsentrasi mikroplastiknya masih sangat tinggi. Sebaliknya, pada kolam outlet, air lindi telah melalui berbagai proses pengolahan yang membantu mengurangi kelimpahan mikroplastik, seperti aerasi dan sedimentasi. Proses aerasi berkontribusi pada penurunan kelimpahan mikroplastik melalui fragmentasi partikel akibat gesekan hidrolis, sedangkan proses sedimentasi memungkinkan partikel-partikel mikroplastik mengendap dan terpisah dari air lindi [13]

Selain itu, terdapat faktor-faktor eksternal yang turut memengaruhi kelimpahan mikroplastik dalam air lindi, seperti limpasan permukaan, curah hujan, dan keberadaan bahan organik [14]. Limpasan permukaan dan intensitas curah hujan yang tinggi cenderung meningkatkan jumlah mikroplastik di kolam inlet, karena partikel-partikel mikroplastik dan material padat lainnya terbawa oleh air hujan menuju kolam air lindi [15]. Limbah organik yang terlarut dalam air lindi juga dapat memengaruhi distribusi dan transportasi mikroplastik di lingkungan perairan [16]. Dengan demikian, tingginya kelimpahan mikroplastik pada kolam inlet dibandingkan dengan kolam *outlet* menunjukkan bahwa proses pengolahan air lindi memiliki peran penting dalam mengurangi potensi pencemaran mikroplastik sebelum air lindi dilepaskan ke lingkungan [17].

Hasil uji *t-paired* dengan nilai  $p < 0,05$  dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata dari kolam *inlet* dan *outlet* di TPA Talang Gulo Lama dengan kolam *inlet* dan *outlet* di TPA Talang Gulo Baru. Hal ini dibuktikan dengan nilai signifikansi (*sig.*) pada uji *t-paired* yaitu  $0,007 < 0,05$  yang mana *inlet* dan *outlet* dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang diperoleh pada air lindi. Berdasarkan hal tersebut, berikut merupakan hasil kualitas air lindi yang terdapat pada TPA Talang Gulo Lama dan Baru:

**Tabel 2.** Kualitas Air Lindi di TPA

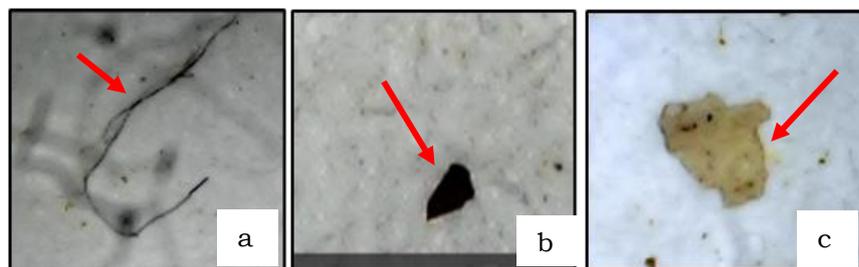
LOKASI TPA	Sampel	Parameter Kualitas Air Lindi				
		Suhu	pH	BOD	COD	TSS
TPA Talang Gulo Lama	<i>Inlet</i>	33.6	8.4	491.94	1856.11	403
	<i>Outlet</i>	32.4	6.4	14.61	45.95	8
TPA Talang Gulo Baru	<i>Inlet</i>	33.5	8.2	191	1622.6	321
	<i>Outlet</i>	29.1	7.4	25.09	564.5	73

Hasil uji *correlation pearson* menunjukkan bahwa COD dan TSS berkorelasi positif dan kuat dengan kelimpahan mikroplastik pada air lindi di TPA Talang Gulo Kota Jambi, hal ini dibuktikan dengan nilai *correlations confection* yaitu  $0,965^*$  untuk COD dan  $0,951^*$  untuk TSS yang dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Kelimpahan Mikroplastik dan Parameter Air Lindi

Parameter yang dibandingkan		Corelation Conffection	Sig (2-tailed)
Kelimpahan Mikroplastik	Suhu	0.65	0.35
	pH	0.926	0.074
	BOD	0.742	0.258
	COD	0.965*	0.035
	TSS	0.951*	0,049

Nilai COD dan TSS dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari proses pengolahan air lindi yang berlangsung [18]. Pada proses pengolahan air lindi, COD berpengaruh dalam menurunkan kelimpahan mikroplastik sebelum ke badan air, hal ini karena COD mengalami proses sedimentasi dalam menguraikan bahan organik dan anorganik, sehingga pada saat proses tersebut berlangsung partikel-partikel plastik pada air lindi ikut terendap pada proses sedimentasi tersebut [19]. Sedangkan, TSS juga dapat meningkatkan kelimpahan mikroplastik pada air lindi sebelum masuk ke badan air, karena senyawa organik atau partikel yang tidak terlarut dari proses sedimentasi dapat mengakibatkan peningkatan pasir halus atau lumpur yang terbawa pada *outlet* [20]. Peningkatan suhu dapat diakibatkan karena kadar oksigen yang terdapat pada suatu perairan tersebut [21]. Selain itu, suhu juga dapat meningkatkan proses fragmentasi plastik menjadi mikroplastik. Nilai pH yang didapatkan pada air lindi (*leachate*) dari TPA Talang Gulo Lama dan Baru tidak mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang ditemukan. Akan tetapi, nilai pH dapat mempengaruhi untuk keberlangsungan kehidupan biota perairan. Kenaikan dan penurunan derajat keasamaan pH disebabkan oleh komposisi timbunan sampah yang dihasilkan pada TPA tersebut [22]. BOD merupakan oksigen terlarut yang dapat terjadinya interkasi antara mikroplastik dengan bahan organik dalam pembentukan biofilm yaitu Kumpulan sel mikroorganisme itu sendiri [23]. Hal tersebut dapat mengakibatkan mikroplastik ditemukan pada *outlet* air lindi sebelum dibuangnya ke badan air yang berada di sekitar TPA tersebut. Mikroplastik yang telah teridentifikasi memiliki bentuk yang bervariasi seperti *fiber*, *fragment* dan *Film* yang dapat dilihat pada gambar berikut:

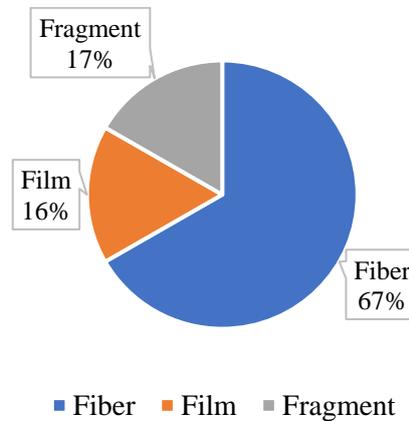


**Gambar 1.** Temuan Mikroplastik pada air lindi (*leachate*) di TPA Talang Gulo Kota Jambi, a) *Fiber*, b) *Fragment*, c) *Film*.

Mikroplastik dapat masuk ke lingkungan melalui kebocoran pada air lindi, sistem pengumpulan dan proses pengolahan air lindi, Selain itu, kebocoran geomembran pada *landfill* di TPA dapat juga menjadi jalur masuknya mikroplastik ke lingkungan [24]. Mikroplastik yang telah mengalami proses pengolahan air lindi dapat mengakibatkan perubahan mikroplastik mentah menjadi mikroplastik yang memiliki densitas tinggi yang akan mengendap ke dasar bak penampung dan terdistribusi oleh lumpur menuju ke bak efluen terakhir sebelum dibuang ke lingkungan melalui *outlet* [25]. Identifikasi bentuk mikroplastik yang ditemukan dari air lindi dari TPA Talang Gulo Lama dan Baru dikategorikan tiga dari yang ditemukan.

Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada setiap kolam air lindi seperti *fiber* merupakan partikel plastik yang memanjang dikarenakan satu dimensi yang berbeda dengan dimensi lainnya. *Fragment* ditemukan pada air lindi di TPA Talang, bentuk *fragment* yang telah diidentifikasi mikroplastik memiliki sifat yang fleksibel tidak mudah sobek bila ditarik, keras dan warna yang berbeda-beda [26]. Sedangkan, untuk bentuk mikroplastik *film* yang ditemukan pada air lindi. Bentuk *film* sendiri merupakan partikel plastik yang biasanya

tipis dan sulit untuk hancur. Selain itu, bentuk *film* biasanya ditemukan dalam warna yang transparan [27]. Berikut dapat dilihat presentasi bentuk mikroplastik yang ditemukan di air lindi pada gambar diagram berikut:



**Gambar 2.** Jumlah bentuk mikroplastik yang ditemukan pada air lindi

Berdasarkan hasil uji FTIR yang telah dilakukan, diperoleh nilai puncak gelombang yang menunjukkan panjang gelombang yang terdapat pada *inlet* dan *outlet* di TPA Talang Gulo Lama dan TPA Talang Gulo Baru. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa panjang gelombang yang terukur di setiap kolam *inlet* dan *outlet* tidak memiliki perbedaan yang signifikan, meskipun ada sedikit variasi antara keduanya. Perbedaan panjang gelombang yang terdeteksi antara kedua kolam *inlet* dan *outlet* ini dapat dilihat lebih jelas pada tabel 4:

**Tabel 4.** Analisis Panjang Gelombang dan Jenis Polimer Mikroplastik Pada Air Lindi

Lokasi Sampling	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer Plastik	Literatur berdasarkan Panjang Gelombang
TPA Talang Gulo Lama	<i>Inlet</i>	3325.61 cm <sup>-1</sup>	-OH	<i>Polistyrene (PS)</i> 3200-3600 cm <sup>-1</sup>
		1635.36 cm <sup>-1</sup>	C=O stretch	<i>Nylon (all polyamides)</i> 1634 cm <sup>-1</sup>
	<i>Outlet</i>	3303.89 cm <sup>-1</sup>	-OH	<i>Polistyrene (PS)</i> 3200-3600 cm <sup>-1</sup>
		1634.85 cm <sup>-1</sup>	C=O stretch	<i>Nylon (all polyamides)</i> 1634 cm <sup>-1</sup>
TPA Talang Baru	<i>Inlet</i>	3303.57 cm <sup>-1</sup>	-OH	<i>Polistyrene (PS)</i> 3200-3600 cm <sup>-1</sup>
		1634.91 cm <sup>-1</sup>	C=O stretch	<i>Nylon (all polyamides)</i> 1634 cm <sup>-1</sup>
	<i>Outlet</i>	3283.62 cm <sup>-1</sup>	-OH	<i>Polistyrene (PS)</i> 3200-3600 cm <sup>-1</sup>
		1635.47 cm <sup>-1</sup>	C=O stretch	<i>Nylon (all polyamides)</i> 1634 cm <sup>-1</sup>

Berdasarkan hasil uji FT-IR, jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada air lindi yaitu jenis polimer *polystyrene* (PS) dengan panjang gelombang  $3200\text{ cm}^{-1}$  sampai dengan  $3600\text{ cm}^{-1}$  dengan ikatan hidrogen dari -OH [28]. Penyusun utama dari jenis polimer plastik *polystyrene* (PS) ini yaitu ikatan gugus CH [29]. pada jenis polimer plastik *polystyrene* (PS) sering ditemukan pada wadah gelas plastik. Plastik jenis polimer *polystyrene* (PS) jika terkena suhu  $95^{\circ}\text{C}$  akan mudah melunak [30], karena pada saat terkena suhu panas plastik jenis polimer *polystyrene* (PS) akan melepaskan *styrene* yang dapat mengganggu sistem saraf dan otak dan gangguan Kesehatan lainnya pada tubuh manusia [31] Selain itu, jenis polimer plastik ini sulit untuk biodegradasi. Sedangkan, panjang gelombang  $1635,36\text{ cm}^{-1}$  dan  $1634,91\text{ cm}^{-1}$  merupakan termasuk polimer *Nylon Polyamides* [32]. Polimer *nylon* sering digunakan dalam produk pakaian dantali temali dan juga dapat ditemukan pada bulu sikat gigi. Sifat *nylon* yang fleksibel, ringan, elastis dan bebas dari monomer sisa sering ditemukan pada produk-produk tersebut [33]. Berdasarkan karakteristik bentuk dan jenis polimer mikroplastik yang ditemukan, sumber mikroplastik yang terdapat pada air lindi di TPA Talang Gulo Lama dan Baru dapat diidentifikasi sebagai mikroplastik primer. Mikroplastik primer ini berasal dari berbagai produk dan aktivitas manusia, seperti bahan dalam produk kecantikan dan perawatan tubuh, kandungan dalam produk pembersih, pelet makanan hewan peliharaan, bubuk resin yang digunakan dalam proses manufaktur, serta pakan plastik yang mungkin digunakan dalam industri tertentu [34]. Hal ini menunjukkan adanya kontribusi signifikan dari limbah domestik dan industri terhadap keberadaan mikroplastik dalam air lindi, yang kemudian dapat mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik [35].

Lingkungan perairan saat ini telah terkontaminasi dengan mikroplastik, yang keberadaannya sangat sulit untuk dihilangkan karena bahan plastik memiliki sifat tahan lama dan mampu bertahan dalam lingkungan untuk jangka waktu yang sangat panjang [36]. Selain itu, lingkungan air tanah juga memiliki potensi besar untuk tercemar oleh mikroplastik. Hal ini terjadi karena sampah plastik yang telah terdegradasi menjadi mikroplastik sering kali berada di permukaan tanah, termasuk di area Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Sampah mikroplastik ini dapat terakumulasi di dalam tanah seiring waktu, terutama di lokasi-lokasi yang tidak dikelola dengan baik. Ketika hujan turun, air hujan membawa partikel-partikel mikroplastik tersebut melalui proses infiltrasi ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam [37]. Demikian pula, air lindi yang dihasilkan dari limbah di TPA dapat meresap ke dalam tanah dan membawa serta mikroplastik yang terkontaminasi, sehingga menyebabkan pencemaran serius pada sumber air tanah yang seharusnya menjadi sumber air bersih. Proses ini menunjukkan bahwa keberadaan mikroplastik tidak hanya berdampak pada perairan permukaan tetapi juga berisiko tinggi mencemari lapisan air tanah secara signifikan, yang dapat menimbulkan dampak jangka panjang terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan manusia [38].

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, mikroplastik ditemukan dalam jumlah yang signifikan di TPA Talang Gulo Lama dan TPA Talang Gulo Baru, yang masing-masing menerapkan sistem *open dumping* dan *sanitary landfill*. Kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada kolam inlet air lindi, dengan rata-rata sebesar  $1,82 \pm 2,00$  partikel per liter, menunjukkan tingginya konsentrasi partikel mikroplastik sebelum pengolahan. Sebaliknya, kelimpahan di kolam outlet lebih rendah, yang mengindikasikan bahwa sistem pengolahan air lindi memberikan kontribusi dalam mengurangi jumlah mikroplastik, meskipun belum sepenuhnya efektif. Selain itu, jenis bentuk mikroplastik yang paling dominan di air lindi adalah *fiber*, yang mencapai 67%, sementara bentuk lain seperti *film* dan *fragmen* ditemukan dalam jumlah lebih kecil. Dari segi komposisi kimia, mikroplastik yang teridentifikasi terdiri dari *polystyrene* (PS) dan *nylon polyamides*, yang merupakan material umum dalam produk plastik sehari-hari. Hasil ini menyoroti pentingnya evaluasi lebih lanjut terhadap efektivitas pengolahan air lindi di kedua TPA untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh mikroplastik.

## Daftar Pustaka

- [1] P. He, L. Chen, L. Shao, H. Zhang, and F. Lü, 'Municipal solid waste (MSW)landfill: A source of microplastics? -Evidence of microplastics in landfill leachate', *Water Res*, vol. 159, pp. 38–45, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.watres.2019.04.060.
- [2] A. H. Ramadan and E. Sembiring, 'Occurrence of Microplastic in surface water of Jatiluhur Reservoir', *E3S Web of Conferences*, vol. 148, no. 07004, pp. 1–4, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/20.
- [3] I. S. Febriani, B. Amin, and M. Fauzi, 'Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau', *Depik*, vol. 9, no. 3, pp. 386–392, Sep. 2020, doi: 10.13170/depik.9.3.17387.
- [4] I. Utami and Agustina, 'Deteksi Pencemaran Mikroplastik pada Air Lindi di TPA Piyungan Yogyakarta Indonesia', *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, vol. 9, no. 1, pp. 24–32, May 2022, doi: 10.25273/florea.v%vi%i.11907.
- [5] Q. Sui *et al.*, 'Pharmaceuticals and personal care products in the leachates from a typical landfill reservoir of municipal solid waste in Shanghai, China: Occurrence and removal by a full-scale membrane bioreactor', *J Hazard Mater*, vol. 323, pp. 99–108, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.jhazmat.2016.03.047.
- [6] M. C. Rillig, 'Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil?', *Environ Sci Technol*, vol. 46, no. 12, pp. 6453–6454, Jun. 2012, doi: 10.1021/es302011r.
- [7] A. R. Arum, M. Rahrjo, and N. A. Yunita, 'Analisis Hubungan Penyebaran Lindi TPA Sumurbatu terhadap Kualitas Air Tanah di Kelurahan Sumurbatu Kecamatan Bantar Gebang Bekasi Tahun 2017', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, no. 5, pp. 461–469, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [8] S. Franzellitti, L. Canesi, M. Auguste, R. H. G. R. Wathsala, and E. Fabbri, 'Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective', *Environ Toxicol Pharmacol*, vol. 68, pp. 37–51, May 2019, doi: 10.1016/j.etap.2019.03.009.
- [9] A. V. Victoria, 'Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar', *arikel ITB Teknik kimia*, pp. 1–10, 2017.
- [10] Y. Su, Z. Zhang, D. Wu, L. Zhan, H. Shi, and B. Xie, 'Occurrence of microplastics in landfill systems and their fate with landfill age', *Water Res*, vol. 164, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.watres.2019.114968.
- [11] A. Puthcharoen and S. Leungprasert, 'Determination of Microplastics in Soil and Leachate from the Landfills', *Thai Environmental Engineering Journal*, vol. 33, no. 3, pp. 39–46, 2019, [Online]. Available: [www.eeat.or.th](http://www.eeat.or.th)
- [12] dkk Masura, 'Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments', 2015.
- [13] B. P. A. Pradiptaadi and F. Fallahian, 'Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas', *Environmental Pollution Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 344–352, Nov. 2022, doi: <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>.
- [14] A. dkk Partama, 'Studi Awal Distribusi Mikroplastik di Anak Sungai Brantas', *Environmental Pollution Journal*, vol. 1(1), pp. 34–40, 2021, doi: <https://doi.org/10.58954/epj.v1i1.5>.
- [15] S. Y. Wulandari, O. K. Radjasa, B. Yulianto, and ..., 'Pengaruh Musim dan Pasang Surut Terhadap Konsentrasi Mikroplastik di Perairan Delta Sungai Wulan, Kabupaten Demak', *Buletin Oseanografi ...*, 2022, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Bambang-Yulianto-2/publication/360941206\\_Pengaruh\\_Musim\\_dan\\_Pasang\\_Surut\\_Terhadap\\_Konsentrasi\\_Mikroplastik\\_di\\_Perairan\\_Delta\\_Sungai\\_Wulan\\_Kabupaten\\_Demak/links/62a4cd4f416ec50bdb1df937/Pengaruh-Musim-dan-Pasang-Surut-Terhadap-Konsentrasi-Mikroplastik-di-Perairan-Delta-Sungai-Wulan-Kabupaten-Demak.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bambang-Yulianto-2/publication/360941206_Pengaruh_Musim_dan_Pasang_Surut_Terhadap_Konsentrasi_Mikroplastik_di_Perairan_Delta_Sungai_Wulan_Kabupaten_Demak/links/62a4cd4f416ec50bdb1df937/Pengaruh-Musim-dan-Pasang-Surut-Terhadap-Konsentrasi-Mikroplastik-di-Perairan-Delta-Sungai-Wulan-Kabupaten-Demak.pdf)
- [16] A. S. A. Hartini and R. S. Dewi, 'Identifikasi Kandungan Mikroplastik pada Ikan dan Air Hilir Sungai Brantas', *Environmental Pollution Journal*, 2021, [Online]. Available: <http://ecotonjournal.id/index.php/epj/article/view/9>
- [17] I. Utami, 'Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul', *Jurnal Riset Daerah Kabupaten Bantul*, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.bantulkab.go.id/index.php/jrd/article/view/21>

- [18] Afdal and R. Sari, 'Karakteristik Lindi dari Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Air Dingin, Kota Padang, Sumatera Barat', *Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas*, vol. 1, no. 1, pp. 8–13, 2016.
- [19] I. B. Kartikasari, M. Widyastuti, and S. Hadisusanto, 'Penguji Toksisitas Lindi Instalasi Pengolahan Lindi TPA Piyungan pada *Daphnia* sp. dengan Whole Effluent Toxicity', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 297–304, Aug. 2020, doi: 10.14710/jil.18.2.297-304.
- [20] R. Yenita and A. Siprana, 'Pengaruh Parameter Fisika dan Mikrobiologi Leachet terhadap Kesehatan Lingkungan di TPA Muara Fajar Rumbai Pekanbaru', *Jurnal Kesehatan Komunitas*, vol. 3, no. 1, pp. 4–8, 2015.
- [21] D. Mardhia and V. Abdullah, 'Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar', *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 18, no. 2, pp. 182–189, Nov. 2018, doi: 10.29303/jbt.v18i2.860.
- [22] M. Ali, *Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan*, 1st ed., vol. X. Surabaya: Perpustakaan Nasional Indonesia, 2011.
- [23] L. A. Dhea, A. Kurniawan, S. M. Ulfa, and K. Karimah, 'Correlation of Microplastic Size Distribution and Water Quality Parameters in the Upstream Brantas River', *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 2, pp. 520–526, Feb. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i2.2777.
- [24] B. J. Gary Foose, C. H. Benson, and T. B. Edil, 'Predicting Leakage Through Composite Landfill Liners', *Geotech and Geoenviromental engineering*, vol. 127, no. 6, pp. 510–520, 2001.
- [25] S. Morét-Ferguson, K. L. Law, G. Proskurowski, E. K. Murphy, E. E. Peacock, and C. M. Reddy, 'The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean', *Mar Pollut Bull*, vol. 60, no. 10, pp. 1873–1878, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.07.020.
- [26] M. S. Kabir, H. Wang, S. Luster-Teasley, L. Zhang, and R. Zhao, 'Microplastics in landfill leachate: Sources, detection, occurrence, and removal', *Environmental Science and Ecotechnology*, vol. 16, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.ese.2023.100256.
- [27] N. van der Hal, A. Ariel, and D. L. Angel, 'Exceptionally high abundances of microplastics in the oligotrophic Israeli Mediterranean coastal waters', *Mar Pollut Bull*, vol. 116, no. 1–2, pp. 151–155, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.12.052.
- [28] N. K. Sumarni, H. Sosidi, A. R. Rahman, and Musafira, 'Kajian Fisika Kimia Limbah Styrofoam dan Aplikasinya', *Online Jurnal of Natural Science*, vol. 2, no. 3, pp. 123–131, 2013.
- [29] A. D. Syakti *et al.*, 'Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia', *Mar Pollut Bull*, vol. 122, no. 1–2, pp. 217–225, 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.06.046.
- [30] D. santhi, 'Plastik Sebagai Kemasan Makanan dan Minuman', padang, 2016.
- [31] L. Warlina, 'Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mitigasi Bencana Lingkungan', *seminar Nasional FST Universitas Terbuka*, pp. 89–109, 2019.
- [32] M. R. Jung *et al.*, 'Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms', *Mar Pollut Bull*, vol. 127, pp. 704–716, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.12.061.
- [33] I. Faqih, 'Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) Di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo', Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang, 2022.
- [34] Z. Xu *et al.*, 'How to detect small microplastics (20–100  $\mu\text{m}$ ) in freshwater, municipal wastewaters and landfill leachates? A trial from sampling to identification', *Science of the Total Environment*, vol. 733, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139218.
- [35] A. L. Andrady, 'Microplastics in the marine environment', *Mar Pollut Bull*, vol. 62, no. 8, pp. 1596–1605, Aug. 2011, doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.
- [36] E. Adriansyah, T. Emilia Agustina, and S. Arita, 'Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry Leachate Treatment of TPA Talang Gulo, Jambi City by Fenton method and adsorption', 2019. [Online]. Available: <http://ijfac.unsri.ac.id>
- [37] G. Chamane, M. Sewwandi, H. Wijesekara, and M. Vithanage, 'Global perspective on microplastics in landfill leachate; Occurrence, abundance, characteristics, and environmental impact', *Waste Management*, vol. 171, pp. 10–25, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.wasman.2023.08.011.

- [38] Utami dan Liani, 'Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta', *Jurnal Riset Daerah*, vol. XXI, no. 3, pp. 4003–40014, 2021, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/357551370>