

## **Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Sungai Batanghari Wilayah Intake Sijenjang Perumda Tirta Mayang Kota Jambi**

### ***Analysis of Microplastic Content in the Batanghari River, Sijenjang Intake Area, Perumda Tirta Mayang, Jambi City***

**\*Siti Umi Kalsum, Anggrika Riyanti, dan Wibisono Daryanto**

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi, Indonesia

\*e-mail korespondensi : [siti.uk0616@gmail.com](mailto:siti.uk0616@gmail.com)

**Abstract.** *The Batanghari River as a source of raw water for Perumda Tirta Mayang, Jambi City, in the last few decades has experienced a decline in water quality due to land conversion and human activities. A lot of rubbish is found in rivers dominated by plastic waste which will fragment into micro-plastics with a size of <5 mm. Microplastics will affect the process of processing raw water into clean water at Perumda. This research aims to identify and assess the polymer risk index and microplastic pollution index in the Batanghari River in the Sijenjang Intake area. The tool used is Planktonet mesh 150 with a diameter of 20 cm. The research results showed that the sizes of microplastics found ranged from 2-5 mm, 1-2 mm, 0.5-1 mm, 0.1-0.5 mm and <0.1 mm. The microplastic colors were transparent, blue, white, black, clear, green, and brown. The types of microplastics found were fibers, filaments, fragments, and pellets. The abundance of microplastics ranges from 100 – 150 particles/liter. The polymer risk index (PRI) value is between 25.6 and 32.74 in the medium category, while the microplastic pollution index (PLI) value is between 44.72 and 54.77 in the very high category.*

**Keywords:** *Microplastic, PRI, PLI, Batanghari River*

**Abstrak.** Sungai Batanghari sebagai sumber air baku Perumda Tirta Mayang Kota Jambi dalam beberapa dekade terakhir mengalami penurunan kualitas air akibat alih fungsi lahan dan aktifitas manusia. Banyak ditemukan sampah di sungai yang didominasi sampah plastik yang akan terfragmentasi menjadi mikroplastik dengan ukuran < 5 mm. Keberadaan mikroplastik akan berpengaruh terhadap proses pengolahan air baku menjadi air bersih di perumda. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai indeks risiko polymer dan indeks pencemaran mikroplastik pada Sungai Batanghari wilayah Intake Sijenjang. Alat yang digunakan Planktonet mesh 150 diameter 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan ukuran mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 2-5 mm, 1-2 mm, 0.5-1 mm, 0.1-0.5 mm dan < 0.1 mm. Warna mikroplastik ditemukan transparan, biru, putih, hitam, bening, hijau, dan coklat. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fiber, filamen, fragmen, dan pellet. Kelimpahan mikroplastik berkisar antara 100 – 150 partikel/liter. Nilai indeks risiko polymer (PRI) antara 25,6 – 32,74 dengan kategori sedang sedangkan nilai indeks pencemaran (PLI) mikroplastik antara 44,72 – 54,77 dengan kategori sangat tinggi.

**Kata kunci:** Mikroplastik, PRI, PLI Sungai Batanghari.

### **PENDAHULUAN**

Sungai Batanghari sebagai sumber air baku Perumda Tirta Mayang Kota Jambi dalam beberapa dekade terakhir mengalami penurunan kualitas air akibat alih fungsi lahan dan aktifitas manusia. Banyak ditemukan sampah di sungai yang didominasi sampah plastik yang akan terfragmentasi menjadi mikroplastik dengan ukuran < 5 mm. Keberadaan mikroplastik akan berpengaruh terhadap proses pengolahan air baku menjadi air bersih di perumda (SU, Kalsum, 2023).

Sampah plastik merupakan salah satu masalah lingkungan yang besar di Indonesia dan salah satu penghasil sampah plastik terbesar di dunia diperkirakan menghasilkan sekitar 3,22 juta ton sampah plastik per tahun. Masalah sampah plastik dapat mempengaruhi kesehatan manusia, keanekaragaman hayati, dan juga dapat menyebabkan bencana alam seperti banjir. Pemerintah Indonesia telah melakukan beberapa upaya untuk mengurangi penggunaan plastik, seperti melarang kantong plastik sekali pakai dan mengadopsi kebijakan *Zero Waste to Ocean*. Namun, masih dibutuhkan upaya lebih lanjut untuk mengatasi masalah ini (SU, Kalsum, dkk,2023; Rochman, 2015).

Plastik adalah bahan sanitasi yang serbaguna, ringan, dan dapat dicetak dengan berbagai cara dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Sebagian besar plastik mengalami fotodegradasi daripada biodegradasi, yang menyebabkannya perlahan – lahan hancur menjadi potongan-potongan kecil yang dikenal sebagai mikroplastik. Karena radiasi ultraviolet yang berat dan abrasi gelombang, biasanya benda plastik besar terurai menjadi potongan –

potongan kecil yang dikenal sebagai mikroplastik. Namun, proses degradasi jauh lebih lambat di lautan karena suhu air yang lebih dingin dan paparan sinar ultraviolet yang lebih sedikit. Plastik sekali pakai digunakan sekali sebelum dibuang atau didaur ulang, sering digunakan untuk kemasan plastik seperti tas belanjaan, kemasan makanan, botol, sedotan, wadah, cangkir (UNEP, 2018).

Berdasarkan sumber bahan bakunya, struktur kimia, dan sifat-sifat fisik dan mekaniknya plastik dibedakan dari jenis polimernya, seperti *Polietilena (PE)*, *Polipropilena (PP)*, *Polivinil Chlorida (PVC)*, *Polistirena (PS)*, *Polikarbonat (PC)*, *Polietilena tereftalat (PET)*, *Poliamida (PA)*, *Poliuretan (PU)* (Callister, 2018):

Mikroplastik adalah partikel kecil plastik yang ukurannya kurang dari 5 mm dan sulit terurai di alam. Mikroplastik terbentuk dari penguraian plastik yang sudah ada atau dari produk-produk plastik yang dibuat dalam bentuk mikroplastik, seperti pewarna, pembersih wajah, dan sabun cuci piring. Mikroplastik dapat terakumulasi di lingkungan, terutama di laut, dan menjadi ancaman bagi organisme laut dan manusia. Mikroplastik juga telah ditemukan di berbagai air minum, makanan laut, dan udara (Wright, 2017).

Dampak mikroplastik terhadap lingkungan dan kesehatan manusia semakin menjadi perhatian global karena mikroplastik dapat terakumulasi di lingkungan, terutama di laut, dan masuk ke rantai makanan. Mikroplastik dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti kerusakan organ tubuh, gangguan hormon, dan kanker. Mikroplastik juga dapat mempengaruhi keanekaragaman hayati, termasuk mengganggu sistem reproduksi dan perilaku hewan laut. Dampak jangka panjang mikroplastik masih belum sepenuhnya dipahami, sehingga perlindungan terhadap lingkungan dan manusia dari bahaya mikroplastik perlu terus dipantau dan ditingkatkan (Andrady, 2017).

Dampak kontaminasi sampah plastik pada kehidupan di laut dipengaruhi oleh ukuran sampah tersebut. Sampah plastik yang berukuran besar, seperti benang pancing dan jaring, seringkali menyebabkan hewan-hewan terbelit (Carr, A., 1987). Sampah plastik yang lebih kecil, seperti tutup botol, korek api, dan pelet plastik, dapat tertelan oleh organisme perairan dan menyebabkan penyumbatan usus serta potensi keracunan bahan kimia (Fry, D.M, dkk, 1987) Sementara itu, mikroplastik dapat dicerna bahkan oleh organisme terkecil di habitat tersebut dan menimbulkan masalah yang lebih serius yang belum dapat diketahui secara pasti (Tancovic, M.S. Perusco, dkk, 2015).

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat penelitian deskriptif kuantitatif yang berlokasi di Sungai Batanghari wilayah sekitar Intake Sijenjang. Proses sampling dilakukan dengan dua waktu berbeda yaitu pagi hari (06.00 – 07.00 WIB) dan siang hari (14.00 – 15.00 WIB).

#### Alat, bahan

Alat dan bahan pengambilan sampel mikroplastik adalah Plankton Net Mesh 150 diameter 20 cm, Botol kaca coklat berukuran 200 ml 3 pcs, alat tulis, wadah *stainless* berukuran 2000 ml, botol spray berukuran 500 ml. Bahan-bahan yang digunakan air aquades 1500 ml.

#### Formula yang digunakan:

Kecerahan air menggunakan rumus (Pingki, 2021):

$$K = (d_1 + d_2) / 2 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- K : Kecerahan (m);
- d<sub>1</sub> : Kedalaman secchi disk saat tidak terlihat (m);
- d<sub>2</sub> : Kedalaman secchi disk saat tidak terlihat (m);

Setiap sampel berisi seratus liter air pada saat pengambilan dan jumlah partikel mikroplastik setiap sampel dibagi dengan jumlah volume air tersaring. Formula untuk menentukan jumlah mikroplastik dalam satu sampel (NOAA, 2013):

$$C = n / V \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- C : Kelimpahan mikroplastik (partikel/liter);
- n : Jumlah mikroplastik di setiap sampel (partikel);
- V : Volume air yang disaring (liter).

Skor bahaya polimer plastik (Lithner, 2021) dan menggunakan jenis polimer plastik sebagai indeks untuk menilai resiko mikroplastik. Perhitungan Polymer Risk Index (PRI):

$$PRI = \sum (P_n \times S_n) \dots \dots \dots (3)$$

Perhitungan *Pollution Load Index* (PLI), Xu,2018:

$$C_{Fi} = C_i / C_{oi} \dots\dots\dots(4)$$

$$PLI = \sqrt{CF_i} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

PRI : Polymer Risk Index plastic;

P<sub>n</sub> : Persentase setiap jenis polimer plastic;

S<sub>n</sub> : Skor bahaya polimer dari Lithner;

C<sub>Fi</sub> : Faktor kelimpahan mikroplastik di stasiun I;

C<sub>i</sub> : Kelimpahan mikroplastik di stasiun I;

C<sub>oi</sub> :Kelimpahan dasar mikroplastik (0,05 partikel/liter);

PLI : Indeks beban pencemaran mikroplastik.

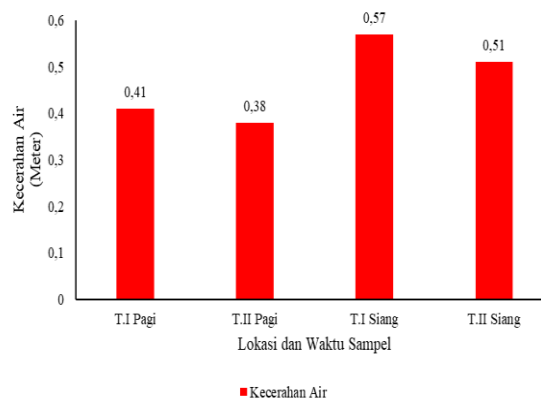
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Kecerahan Air

Alat ukur kecerahan menggunakan Sechi Disk dengan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1. Pengukuran dan pengambilan sampel pada pagi dan siang dengan nilai rata-rata 0,38 – 0,41 m; 0,51 – 0,57 m. Kecerahan air mempengaruhi kesehatan ekosistem perairan, peningkatan kecerahan air dapat memicu pertumbuhan alga dan tumbuhan air, sehingga mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan mengurangi oksigen yang tersedia untuk ikan dan hewan air lainnya (USEPA, 2012)

**Tabel 1** Hasil pengukuran kecerahan air

Lokasi Sampel	Kecerahan Air (m)		Rata - Rata (m)
	d1	d2	
T.I Pagi	0,47	0,35	0,41
T.II Pagi	0,42	0,34	0,38
T.I Siang	0,62	0,52	0,57
T.II Siang	0,55	0,47	0,51



**Gambar 1.** Grafik hasil pengukuran kecerahan air

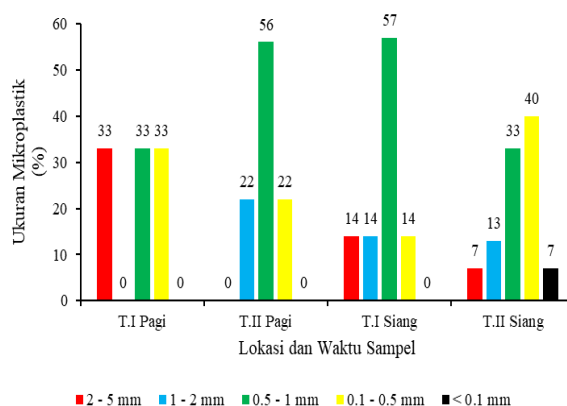
#### Karakteristik Mikroplastik

##### 1. Ukuran Mikroplastik

Ukuran mikroplastik dalam sampel air diidentifikasi melalui pengamatan mikroskop stereo dengan jumlah mikroplastik berukuran 2–5 mm 7 partikel, 1–2 mm 6 partikel, 0,5–1 mm 22 partikel, 0,1–0,5 mm 14 partikel dan <0,1 mm 1 partikel. Ukuran mikroplastik yang paling banyak adalah ukuran 0,5-1 mm yang artinya mikroplastik sangat kecil terlihat seperti

Tabel 2. Ukuran mikroplastik

Jenis Mikroplastik (Partikel)	Lokasi Sampel				Jumlah
	T.I Pagi	T.II Pagi	T.I Siang	T.II Siang	
2 - 5 mm	4	0	2	1	7
1 - 2 mm	0	2	2	2	6
0.5 - 1 mm	4	5	8	5	22
0.1 - 0.5 mm	4	2	2	6	14
< 0.1 mm	0	0	0	1	1



Gambar 2. Grafik ukuran mikroplastik (%)

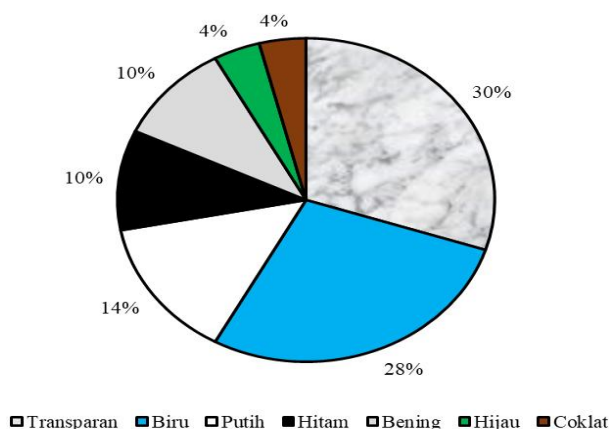
## 2. Warna Mikroplastik

Warna mikroplastik yang ditemukan di Sungai Batanghari Wilayah Intake Sijenjang Perumda Tirta Mayang Kota Jambi antara lain transparan, biru, putih, hitam, bening, hijau, coklat, transparan 15 partikel, biru 14 partikel, putih 7 partikel, hitam 5 partikel, bening 5 partikel, hijau 2 partikel dan coklat 2 partikel. Mikroplastik warna transparan 30%, biru 28%, putih 14%, hitam dan bening 10%, hijau dan coklat 4%

Tabel 3 Warna mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Warna Mikroplastik (Partikel)	Lokasi Sampel				Jumlah
	T.I Pagi	T.II Pagi	T.I Siang	T.II Siang	
Transparan	4	2	8	1	15
Biru	4	2	2	6	14
Putih	2	3	0	2	7
Hitam	1	1	3	0	5
Bening	0	0	0	5	5
Hijau	1	1	0	0	2
Coklat	0	0	1	1	2

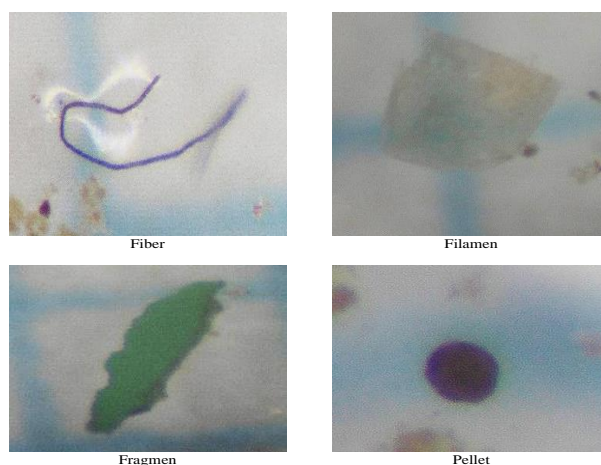
Sumber: Hasil Penelitian (2023)



Gambar 3. Grafik warna mikroplastik (%)

### 3. Jenis Mikroplastik

Jenis mikroplastik pada penelitian ini akan dilakukan uji dan analisa menggunakan mikroskop stereo di laboratorium Ecoton, hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 4



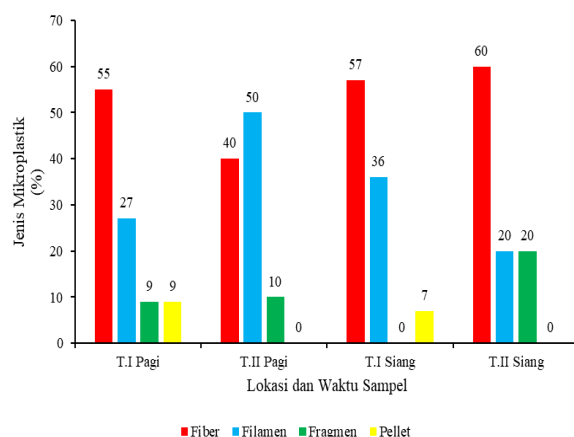
**Gambar 4.** Jenis mikroplastik pada lokasi sampel

Ditemukan jumlah mikroplastik jenis fiber sebesar 27 partikel, mikroplastik jenis filamen sebesar 16 partikel, mikroplastik jenis fragmen sebesar 5 partikel, dan mikroplastik jenis pellet sebesar 2 partikel.

**Tabel 4.** Jenis mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Jenis Mikroplastik (Partikel)	Lokasi Sampel				Jumlah
	T.I Pagi	T.II Pagi	T.I Siang	T.II Siang	
Fiber	6	4	8	9	<b>27</b>
Filamen	3	5	5	3	<b>16</b>
Fragmen	1	1	0	3	<b>5</b>
Pellet	1	0	1	0	<b>2</b>

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



**Gambar 5.** Persentase jenis mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Mikroplastik fiber 40–55% pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak 57–60%. Mikroplastik fiber berasal dari kegiatan memancing, transportasi air, dan sampah plastik domestik oleh masyarakat sekitar Sungai Batanghari. Mikroplastik jenis filamen sebanyak 27–50% pada pagi hari sedangkan pada siang hari 20–36% mikroplastik jenis filamen diduga berasal dari sampah botol, kantong, dan gelas plastik yang dibuang oleh masyarakat sekitar Sungai Batanghari. Mikroplastik jenis fragmen sebanyak 9–10% pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak 20%, mikroplastik jenis fragmen diduga berasal dari sampah botol plastik, map mika, pipa paralon yang dibuang oleh masyarakat sekitar Sungai Batanghari. Mikroplastik jenis pellet ditemukan 9% pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak 7%, mikroplastik jenis pellet diduga berasal dari limbah kosmetik seperti sabun dan produk kecantikan.

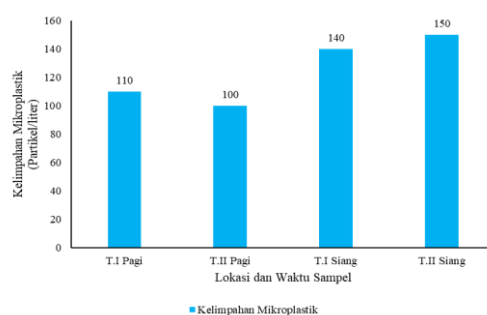
### Kelimpahan Mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik pada pagi hari memiliki nilai antara 100–110 partikel/liter. kemudian pada siang hari memiliki nilai antara 140 – 150 partikel/liter. Kelimpahan mikroplastik pada waktu pagi hari dan siang hari memiliki perbedaan yang signifikan, disebabkan waktu pengambilan sampel pada pagi hari dengan cuaca cerah sedangkan pengambilan sampel pada siang hari setelah cuaca hujan yang mengakibatkan adanya limpasan air yang menyebabkan sampah plastik dari anak sungai tembus di sekitar lokasi sampel.

**Tabel 5** Kelimpahan mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Jenis Sampel	Jumlah Mikroplastik (partikel)	Volume Air Tersaring (liter)	Kelimpahan Mikroplastik (partikel/liter)
T.I Pagi	11	0,1	110
T.II Pagi	10	0,1	100
T.I Siang	14	0,1	140
T.II Siang	15	0,1	150
<b>Jumlah</b>	<b>50</b>		<b>500</b>

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



**Gambar 6.** Kelimpahan mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

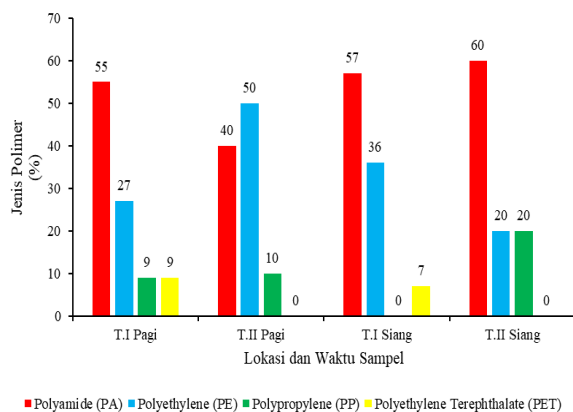
### Jenis-jenis Polimer Plastik

Penelitian dari 50 partikel mikroplastik yang dijadikan sampel dilakukan identifikasi komposisi polimer berdasarkan jenis mikroplastiknya disajikan pada Tabel 6. Jumlah jenis polimer polyamide (PA) sebesar 27 partikel, jenis *polimer polyethylene* (PE) sebesar 16 partikel, jenis *polimer polypropylene* (PP) sebesar 5 partikel, dan jenis polimer *polyethylene terephthalate* (PET) sebesar 2 partikel.

**Tabel 6** Jenis polimer plastik pada lokasi dan waktu sampel

Jenis Mikroplastik (Partikel)	Lokasi Sampel				Jumlah
	T.I Pagi	T.II Pagi	T.I Siang	T.II Siang	
<i>Polyamide</i> (PA)	6	4	8	9	<b>27</b>
<i>Polyethylene</i> (PE)	3	5	5	3	<b>16</b>
<i>Polypropylene</i> (PP)	1	1	0	3	<b>5</b>
<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	1	0	1	0	<b>2</b>

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



**Gambar 7.** Persentase jenis polimer plastik pada lokasi dan waktu sampel

Jenis *polimer polyamide* (PA) dari kedua lokasi sampel ditemukan sebanyak (40 – 55%) pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak (57 – 60%). Jenis polimer polyamide (PA) digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti kain, selang fleksibel, dan bahan komposit. Jenis polimer polyethylene (PE) dari kedua lokasi sampel ditemukan sebanyak (27 – 50%) pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak (20 – 36%). Jenis *polimer polyethylene* (PE) digunakan untuk membuat kantong plastik, botol air minum, dan bahan pelapis. Jenis *polimer polypropylene* (PP) dari kedua lokasi sampel ditemukan sebanyak (9 – 10%) pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak (20%). Jenis polimer polypropylene (PP) digunakan untuk membuat peralatan rumah tangga, seperti botol tupperware, wadah makanan, dan kotak penyimpanan. Jenis polimer *polyethylene terephthalate* (PET) dari kedua lokasi sampel ditemukan sebanyak (9%) pada pagi hari sedangkan pada siang hari sebanyak (7%). Jenis polimer *polyethylene terephthalate* (PET) digunakan untuk membuat serat tekstil dan film tipis untuk kemasan makanan.

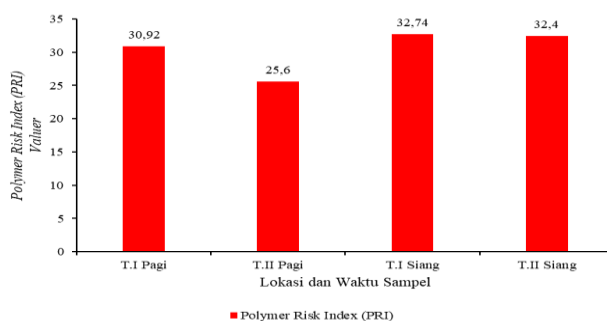
#### Analisis *Polymer Risk Index* (PRI)

Polymer Risk Index (PRI) untuk menentukan nilai bahaya dari jenis polimer yang berada pada lokasi sampel menggunakan acuan skor berbahaya.

**Tabel 7** *Polymer Risk Index* (PRI) mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Lokasi Sampel	Jenis Polimer	Pn	Sn	PRI
T.I Pagi	PA	55%	50	27,5
	PE	27%	11	2,97
	PP	9%	1	0,09
	PET	9%	4	0,36
				<b>30,92</b>
T.II Pagi	PA	40%	50	20
	PE	50%	11	5,5
	PP	10%	1	0,1
	PET	0%	4	0
				<b>25,6</b>
T.I Siang	PA	57%	50	28,5
	PE	36%	11	3,96
	PP	0%	1	0
	PET	7%	4	0,28
				<b>32,74</b>
T.II Siang	PA	60%	50	30
	PE	20%	11	2,2
	PP	20%	1	0,2
	PET	0%	4	0
				<b>32,4</b>

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



Gambar 8 Polymer Risk Index (PRI) plastik pada lokasi dan waktu sampel

Menunjukkan nilai resiko polimer pada kedua lokasi sampel pagi hari yaitu 25,6 – 30,9 dan nilai resiko polimer kedua lokasi sampel siang hari yaitu 32,4–32,74. Rentang nilai dari kedua sampel tersebut antara 25,6 – 32,7 di kategorikan Sedang.

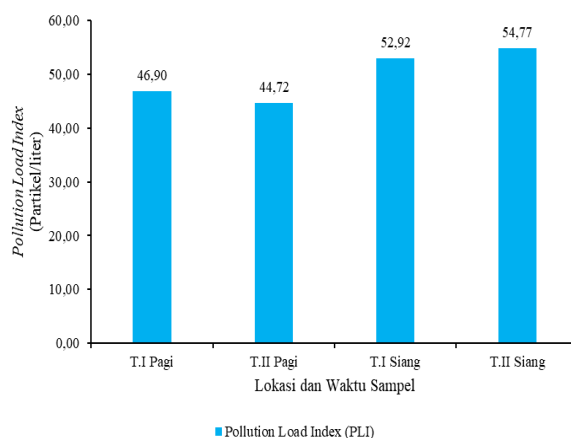
### Analisis Pollution Load Index (PLI)

Nilai indeks beban pencemaran di kedua lokasi pada pagi hari yaitu 44,72 – 46,90 partikel/liter sedangkan pada siang hari dengan nilai 52,92 – 54,77 partikel/liter. Karena sinar matahari dapat meningkatkan keberadaan partikel mikroplastik yang tersebar, mikroplastik lebih terlihat di siang hari. Selain itu, banyak aktivitas manusia di sekitar sungai dan lokasi lain yang dapat tercemar mikroplastik sepanjang hari, yang meningkatkan jumlah mikroplastik yang terlihat di lingkungan perairan, nilai Pollution Load Index (PLI) tersebut dapat dikategorikan sangat tinggi.

Tabel 8 Pollution Load Index (PLI) mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

Lokasi Sampel	Ci	Coi	Cfi	PLI
	(Partikel/liter)			
T.I Pagi	110	0,05	2200	46,90
T.II Pagi	100	0,05	2000	44,72
T.I Siang	140	0,05	2800	52,92
T.II Siang	150	0,05	3000	54,77

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



Gambar 9 Pollution Load Index (PLI) mikroplastik pada lokasi dan waktu sampel

### KESIMPULAN

1. Ukuran mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 2 – 5 mm, 1 – 2 mm, 0,5 – 1 mm, 0,1 – 0,5 mm dan < 0,1 mm. Warna mikroplastik yang ditemukan adalah warna transparan, biru, putih, hitam, bening, hijau, dan coklat. Sedangkan jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fiber, filamen, fragmen dan pellet;
2. Kelimpahan mikroplastik pada Sungai Batanghari wilayah intake Sijenjang berkisar antara 100 – 150 partikel/liter;

3. *Polymer Risk Index* (PRI) menunjukkan bahwa pada Sungai Batanghari wilayah intake Sijenjang termasuk kategori sedang dengan nilai kisaran 25,6 – 32,74 partikel/liter. Sedangkan *Pollution Load Index* (PLI) mikroplastik kisaran 44,72 – 54,77 partikel/liter yang termasuk kategori sangat tinggi

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L., 2017. The plastic in microplastics: *a review*. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 12-22.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G., 2018. *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Carr, A., 1987. Impact Nondegradable Marine Debris on The Ecology and Survival Outlook of Sea Turtles, *Marine Pollution Bulletin*, 18 (6B), 352-356.
- Fry, D.M., Fefer, S.I, Sileo., 1987. Ingestion of Plastic Debris by Laysan Albatrosses and Wedgetailed Shearwaters in the Hawaiann Islands, *Marine Pollution Bulletin*, 18 (6B) , 339-343.
- Lithner, D., Larsson, A., & Dave, G., 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3309–3324.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.04.038>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2013. Programmatic environmental assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP). Maryland (US): NOAA. 168 p.
- Pingki, T., & . S. 2021. Analisis Kualitas Air Sungai Berdasarkan Ketinggian Sungai Bladak dan Sungai Kedungrawis di Kabupaten Blitar. *e-Journal Budidaya Perairan*, 9(2), 54–63.
- Putro, D. H. W. (2021). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sedimen Di Sungai Winongo Yogyakarta.
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., ... & Teh, F. C., 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific reports*, 5(1), 1-10.
- SU, Kalsum, dkk, 2023., Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Sungai Batanghari Wilayah Nipah Panjang Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Daur Lingkungan*, 6(1), Februari 2023, 1-7.
- Tancovic, M.S., Perusco, VS., J. Godrijan, D.M., Pfannkuchen Marine Plastic Debris in The North Eastern Adriatic., 2015. *Micro (2015)*. Book of Abstract.
- UNEP. 2018. *Plastics: A Roadmap for Sustainability*. In *Single-use Plastic: A Roadmap for Sustainability*.
- USEPA. 2012. *Drinking Water Treatability Database*. U.S. Environmental Protection Agency. Dipetik pada tanggal 23 Februari 2023 dari: <https://iaspub.epa.gov/tdb/pages/treatment/treatmentOverview.do/>
- Wright, S. L., & Kelly, F. J. 2017. Plastic and human health: a micro issue? *Environmental science & technology*, 51(12), 6634-6647.
- Xu, P., Peng, G., Su, L., Gao, Y., Gao, L., & Li, D. 2018. Microplastic risk assessment in surface waters: A case study in the Changjiang Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*, 133(April), 647–654