



ANALISIS KETERKAITAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DENGAN SAMPAH PLASTIK PADA SUNGAI MAHAKAM DI DESA SEBULU MODERN KECAMATAN SEBULU

Nadhifah Husnalia*, Searphin Nugroho, Fahrizal Adnan

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Mulawarman, Samarinda.
Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119.

*Korespondensi Penulis: nadhifahhusnalia@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu permasalahan sampah nasional yaitu adanya sampah plastik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan diperparah dengan pembuangan sampah yang tidak pada tempatnya. Akumulasi sampah plastik dalam waktu lama menyebabkan plastik tersebut terurai menjadi kepingan partikel dengan ukuran yang lebih kecil dan tak kasat mata atau biasa disebut mikroplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan bentuk mikroplastik dan jenis sampah plastik, mengetahui jenis polimer, serta mengetahui korelasi antara kelimpahan mikroplastik dengan jenis sampah plastik. Identifikasi mikroplastik dilakukan dengan penyaringan menggunakan *plankton net* dan kertas saring kemudian dianalisis secara visual menggunakan mikroskop serta instrumen FTIR. Pendataan jenis sampah dilakukan dengan metode *monitoring* yang dikembangkan oleh CSIRO. Hasil analisis ditemukan mikroplastik dengan bentuk fiber, fragmen dan film dengan kelimpahan bentuk terbanyak yaitu fiber sebanyak 21 partikel/L. Jenis polimer yang ditemukan berdasarkan hasil analisis FTIR yaitu nylon dan politetrafluoroetilena (PTFE). Kelimpahan sampah plastik yang ditemukan yaitu PET, PVC, PP, LDPE, HDPE dan *Other*. Jenis sampah plastik yang paling mendominasi adalah LDPE sebesar 85,48%. Korelasi antara jenis sampah plastik dan kelimpahan bentuk mikroplastik yaitu adanya fluktuasi naik dan turun yang dipengaruhi oleh kegiatan masyarakat sekitar Sungai Mahakam selain itu dipengaruhi oleh proses degradasi yang lama dan waktu retensi yang rendah pada sungai sehingga kelimpahan yang ditemukan sedikit dibanding jenis sampah yang ditemukan.

Kata Kunci: CSIRO, FTIR, Mikroplastik, Polimer, Sampah Plastik

1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia mengakibatkan bertambahnya jumlah produksi sampah nasional yang perlu dikelola. Berdasarkan data yang dirilis dari Kementerian Dalam Negeri (KEMENDAGRI) per Desember 2020 terdapat 271 juta masyarakat Indonesia dengan jumlah sampah yang dihasilkan sebanyak 67,8 juta ton [1]. Salah satu permasalahan sampah nasional yaitu adanya sampah plastik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan diperparah dengan pembuangan sampah yang tidak pada tempatnya [2]. Akumulasi sampah plastik dalam waktu lama menyebabkan plastik tersebut terurai menjadi kepingan partikel dengan ukuran yang lebih kecil dan tidak kasat mata atau biasa disebut mikroplastik [3].

Mikroplastik yaitu potongan-potongan kecil dari plastik besar yang berukuran 1-5 mm dan menjadi jenis sampah perairan [4]. Beberapa penelitian mengenai keberadaan mikroplastik yang berfokus pada sungai semakin banyak dilakukan, salah satunya pada Sungai Sei Sikambing di Medan menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik dengan sumber pencemaran dari limbah domestik [5]. Kontaminasi mikroplastik akan mempengaruhi kelestarian ekosistem perairan, apabila partikel plastik termakan oleh biota-biota perairan akan menimbulkan kerusakan bagi biota tersebut [2]. Mikroplastik yang ada di perairan dengan jumlah banyak akan menyebabkan permasalahan serius terhadap rantai makanan tertinggi, seperti manusia [2]. Apabila manusia mengkonsumsi organisme akuatik yang terdapat pencemaran limbah plastik akan menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan.



Sebulu Modern merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Sebulu Kabupaten Kutai Kertanegara. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kutai Kertanegara tahun 2022, peningkatan jumlah penduduk per tahun di Kecamatan Sebulu dari tahun 2017-2021 sebesar 2.185 jiwa [6]. Peningkatan jumlah penduduk ini berkaitan dengan jumlah sampah yang dihasilkan pun semakin bertambah. Masyarakat sekitar Sungai Mahakam masih membuang sampah ke sungai [7]. Melalui berbagai penelitian yang telah dilakukan, terdapat potensi bahwa mikroplastik dapat muncul pada sungai di area industri dan area pemukiman yang tercemar [8]. Salah satu area perairan yang memiliki potensi tercemar mikroplastik adalah Sungai Mahakam yang merupakan sungai terpanjang kedua di Indonesia dengan panjang mencapai 920 km dan luas sekitar 149.277 km² [9]. Potensi ini muncul dikarenakan terdapat kesamaan karakteristik yaitu Sungai Mahakam yang juga berada pada area industri dan pemukiman [8].

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang penjelasan tersebut dilakukan penelitian mengenai analisis keterkaitan kelimpahan mikroplastik dengan sampah plastik ini dengan harapan hasil penelitian ini dapat diketahui jenis polimer, bentuk, dan nilai kelimpahan mikroplastik serta hubungan kelimpahan mikroplastik dengan sampah plastik.

2. Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian berlangsung selama 4 bulan mulai dari bulan Desember 2022 hingga bulan Maret 2023. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada area Sungai Mahakam di wilayah Desa Sebulu Modern, Kecamatan Sebulu, Kabupaten Kutai Kertanegara. Lokasi analisis sampel di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer berupa sampel air dan sampel sampah plastik. Pengambilan sampel air menggunakan metode grab sampel dengan acuan SNI 03-7016-2004 [10]. Sampel air diambil sebanyak 1 liter pada setiap titik tanpa pengulangan dengan menggunakan botol sampel. Pengambilan data sampah pada sungai mengacu pada metode monitoring yang dikembangkan oleh CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) [11]. Pengambilan data sampel pada 1 lokasi pendataan dilakukan dengan membaginya menjadi 3 titik yang mana dimulai pada jarak 50 meter setelah titik koordinat awal ditentukan. Data sampah plastik yang dikumpulkan dari setiap titik diolah dan divisualisasikan dengan grafik atau kurva.

Ekstraksi Mikroplastik dari Air

Mula-mula sampel air dipilah dari makroplastik yang berukuran >25mm, kemudian dilakukan penyaringan dengan plankton net, selanjutnya sampel air ditambahkan bubuk NaCl 30 gr ke dalam 100 ml air sampel dan didiamkan selama 12 jam. Setelah 12 jam, diambil sampel air yang telah terpisah dari endapan padatan lalu tambahkan larutan FeSO₄ (0,05 M) sebanyak 20 ml dan larutan H₂O₂ (30%) sebanyak 20 ml untuk menghilangkan bahan organik pada sampel air. Kemudian dipanaskan sampel air pada suhu 70°C menggunakan *hotplate* selama 30 menit dengan pengadukan *magnetic*. Selanjutnya, dilakukan penyaringan kembali menggunakan kertas saring Whatman Grade 42 dengan ukuran 2,5 µm, kertas saring dipindahkan pada *cup aluminium foil* dan di tutup dengan *aluminium foil*. Terakhir, kertas saring dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam kemudian kertas saring yang telah kering dianalisis menggunakan mikroskop.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan kelimpahan bentuk mikroplastik dan perhitungan persentase jenis sampah plastik. Perhitungan kelimpahan mikroplastik menggunakan rumus sebagai berikut:



$$K = \frac{n}{v}$$

(1)

dimana K adalah kelimpahan mikroplastik (partikel/volume), n adalah jumlah mikroplastik dan v adalah volume sampel.

Persentase jumlah sampah plastik yang telah diklasifikasikan kemudian dihitung persentase jumlah sampah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_i = \frac{X_i}{\sum X_i} \times 100\%$$

(2)

dimana P_i adalah persentase jumlah jenis dan X_i adalah jumlah total jenis sampel sampah.

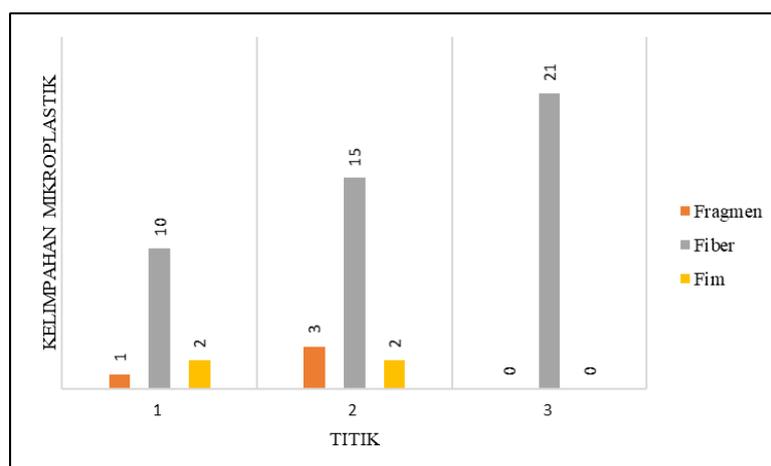
3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kelimpahan Mikroplastik

Analisis kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Mahakam di Desa Sebulu Modern dilakukan dengan mengidentifikasi bentuk mikroplastik menggunakan mikroskop selain itu dilakukan perhitungan kelimpahan mikroplastik. Hasil nilai kelimpahan mikroplastik terlihat pada Tabel 1, sedangkan untuk visualisasi data Tabel 1 dapat diamati di Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Nilai Kelimpahan Mikroplastik

Titik	Tipe Mikroplastik		Kelimpahan Mikroplastik	Total Kelimpahan Mikroplastik
	Bentuk	Jumlah		
1	Fragmen	1	1 partikel/L	13 partikel/L
	Fiber	10	10 partikel/L	
	Film	2	2 partikel/L	
2	Fragmen	3	3 partikel/L	20 partikel/L
	Fiber	15	15 partikel/L	
	Film	2	2 partikel/L	
3	Fiber	21	21 partikel/L	21 partikel/L

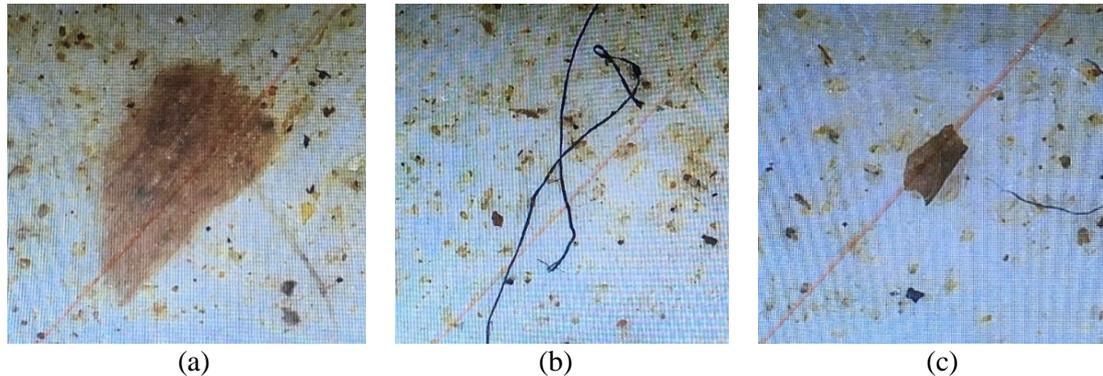


Gambar 1. Grafik Kelimpahan Mikroplastik pada Sungai Mahakam



Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa pada titik 1,2 dan 3 memiliki jumlah partikel yang berbeda-beda. Kemudian, jika dilihat pada Gambar 1, kelimpahan mikroplastik bentuk fragmen dan fiber semakin meningkat jumlahnya pada posisi titik berada pada bagian hilir, sedangkan bentuk film stabil atau tetap di 2 partikel/L pada titik 1 dan 2.

Untuk penampakan visual dari masing-masing bentuk mikroplastik yang ditemukan dalam sampel air Sungai Mahakam di Kecamatan Sebulu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Temuan Bentuk Mikroplastik (a) Fragmen; (b) Fiber; (c) Film

Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada bentuk fragmen terlihat bergerigi dan memiliki bentuk tidak beraturan. Mikroplastik fragmen memiliki ciri fisik yaitu bentuk yang tidak beraturan, tebal dengan tepi yang bergerigi tajam [12]. Mikroplastik jenis ini adalah hasil pecahan limbah plastik dengan ukuran lebih besar seperti botol-botol plastik hingga potongan pipa paralon [3].

Pada bentuk fiber, wujudnya terlihat tipis dan panjang seperti benang. Mikroplastik fiber memiliki karakteristik bentuk yang tipis dan panjang menyerupai serat sintesis [3]. Mikroplastik jenis fiber umumnya berasal dari kain sintesis dan alat tangkap nelayan seperti tali pancing dan jaring [8].

Pada bentuk film terlihat transparan dan tipis seperti lembaran plastik. Mikroplastik film memiliki karakteristik bentuk yang umumnya transparan, tipis dan umumnya berasal dari sisa-sisa bungkus plastik atau tas plastik [13].

Hubungan Kelimpahan Bentuk Mikroplastik terhadap Titik *Sampling*

Berdasarkan penelitian ini, kelimpahan bentuk mikroplastik yang paling banyak berada pada titik 3 dengan bentuk fiber sebanyak 21 partikel/L. Hal ini disebabkan oleh aktivitas di sekitar titik 3 berada tak jauh dari pemukiman warga dan keramba ikan milik warga setempat. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kutai Kertanegara tahun 2022, jumlah rumah tangga penangkap ikan di Kecamatan Sebulu terdapat 717 pada perairan umum dengan jumlah produksi keramba sebesar 998,69 ton pada tahun 2020 [6]. Selain itu, beban pencemar mikroplastik jenis fiber semakin ke hilir mengalami kenaikan jumlah dipengaruhi aktivitas di sekitar sungai yang salah satunya bersumber dari mencuci pakaian [14]. Pakaian yang dicuci dapat menghilangkan kurang lebih 1900 serat fiber setiap kali kita mencucinya [15].

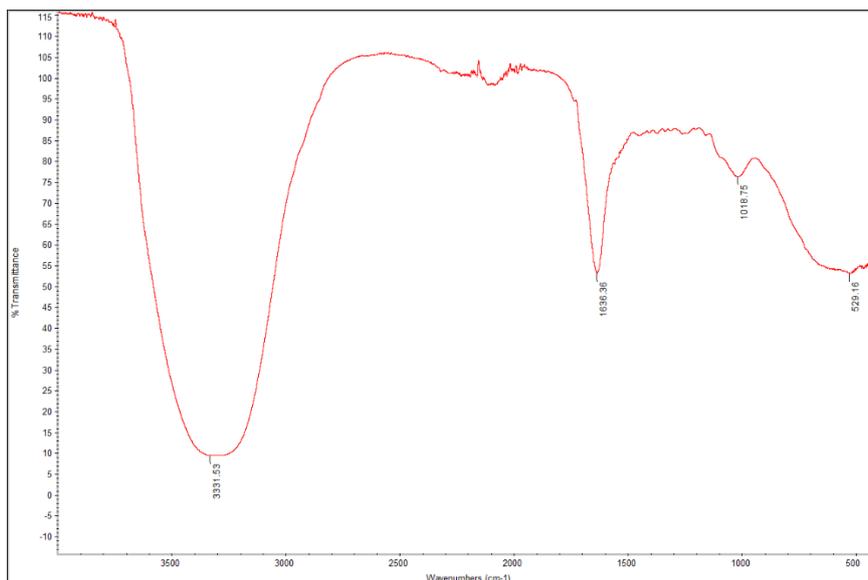
Identifikasi Jenis Polimer pada Air

Peneliti melakukan identifikasi puncak gelombang yang ditemukan pada hasil FTIR untuk mengetahui jenis ikatan kimia apa saja yang diemukkan pada sampel seperti pada Tabel 2.



Tabel 2. Analisa Hasil Uji FTIR

No	Panjang Gelombang	Infrared Tabel	Ikatan	Jenis Mikroplastik
1.	3331.53	3400-3200	N-H	Nylon
2.	1636.36	1680-1620	C=C	
3.	1018.75	1150-1000	C-F	PTFE



Gambar 3. Hasil FTIR Sampel Air Sungai Mahakam di Desa Sebulu Modern

Identifikasi jenis polimer pada sampel dilakukan menggunakan FTIR Hasil gelombang yang terlihat pada Gambar 3 ditemukan ikatan kimia N-H pada panjang gelombang 3331.53 cm^{-1} . Ikatan N-H tersebut menunjukkan keberadaan polimer diduga sebagai *nylon* [15]. Membran *nylon* bersifat semi kristalin sehingga banya digunakan sebagai polimer pada industri tekstil dan plastik [16]. Selain itu ditemukan ikatan kimia C-F pada panjang gelombang 1018.75 cm^{-1} pada daerah bilangan gelombang $1150-1000 \text{ cm}^{-1}$. Ikatan C-F tersebut menunjukkan keberadaan polimer politetraflouroetilena (PTFE) [15]. PTFE merupakan jenis polimer yang digunakan untuk pelapis anti lengket pada Teflon [17].

Analisis Kelimpahan Jenis Sampah Plastik

Berdasarkan Tabel 3, hasil persentase jenis sampah plastik yang didapatkan dari Sungai Mahakam di Desa Sebulu Modern diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3. Persentase Jenis Sampah Plastik pada Sungai Mahakam

Titik	Jenis Sampah Plastik	Jumlah	Jumlah Total	Persentase (%)
1	PET (1)	10	124	8,06%
	PVC (3)	2		1,61%
	PP (5)	5		4,03%
	LDPE (4)	106		85,48%
	Other (7)	1		0,81%



Titik	Jenis Sampah Plastik	Jumlah	Jumlah Total	Persentase (%)
2	PET (1)	17	25	68%
	PVC (3)	1		4%
	PP (5)	5		20%
	LDPE (4)	2		8%
3	PET (1)	18	28	64,29%
	HDPE (2)	1		3,57%
	PP (5)	6		21,43%
	LDPE (4)	3		10,71%



Gambar 4. Dokumentasi Pengambilan Sampah Plastik pada Titik 1

Berdasarkan Tabel 3, diketahui jenis sampah plastik paling besar yaitu jenis LDPE sebesar 85,48% pada titik 1. Titik 1 merupakan daerah yang di sekitarnya terdapat pemukiman warga sebagai pengguna plastik LDPE, sehingga jenis sampah plastik LDPE ditemukan di titik ini. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 terdapat jenis sampah plastik yang ditemukan berupa bungkus serbuk minman dan kantong plastik dari limbah domestik.

Hubungan Persentase Jenis Sampah Plastik Terhadap Bentuk Mikroplastik

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk mengetahui korelasi atau hubungan antara jenis sampah plastik tertentu yang ditemukan pada permukaan perairan Sungai Mahakam terhadap bentuk mikroplastik tertentu yang ditemukan pada sampel air yang diambil pada titik *sampling*. Analisis keterkaitan ini akan membahas antara: (a) keberadaan sampah LDPE dengan bentuk mikroplastik film, yang didasari pada penelitian oleh Permatasari & Arlini [18]; (b) keberadaan sampah PET dengan bentuk mikroplastik fragmen, yang didasari pada penelitian oleh Putri [8]; dan (c) keberadaan sampah PET dengan bentuk mikroplastik fiber, yang didasari pada penelitian oleh Al-Sabagh dkk. [19].

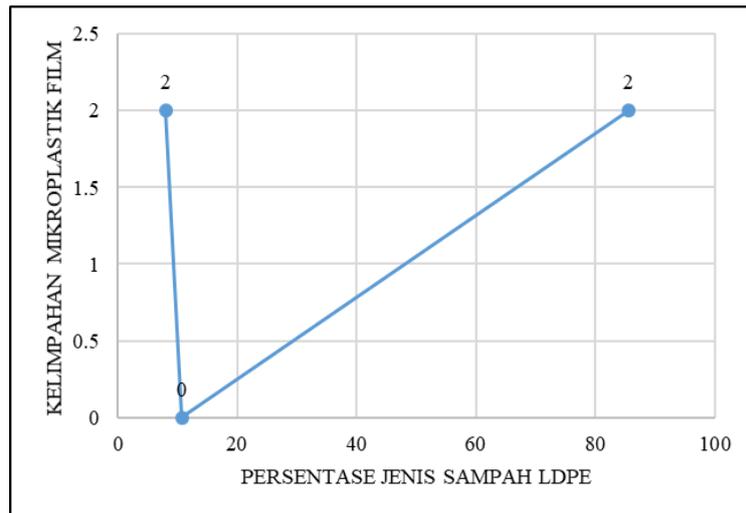
a. Sampah LDPE dan Bentuk Mikroplastik Film

Secara visual, untuk hubungan antara sampah plastik LDPE terhadap bentuk mikroplastik film dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat persentase jenis sampah LDPE sebesar 8% memiliki kelimpahan mikroplastik film sebanyak 2 partikel/L sedangkan persentase LDPE sebesar 10,71% tidak memiliki kelimpahan mikroplastik film. Pada persentase LDPE sebesar 85,48%, terdapat kelimpahan mikroplastik film sebanyak 2 partikel/L, sehingga diketahui hubungan sampah plastik LDPE terhadap bentuk mikroplastik film mengalami penurunan kurva dikarenakan tidak ditemukannya mikroplastik film pada titik 3 dengan persentase sampah LDPE 10,71%, kemudian kurva mengalami kenaikan mikroplastik sebanyak 2 partikel/L pada



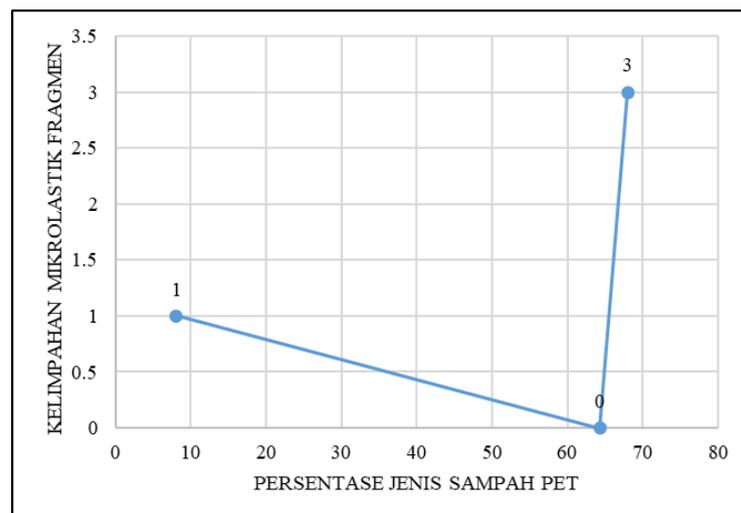
persentase 85,48%. Hal ini dapat disebabkan oleh aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Mahakam pada Desa Sebulu Modern. Selain itu, ini juga dapat dipengaruhi oleh jumlah penduduk sebagai pengguna dari plastik jenis LDPE karena berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dihasilkan. LDPE mempunyai massa jenis rendah yaitu sekitar 0,742 gr/ml, viskositas sebesar 0,78 gr/ml, titik leleh LDPE pada suhu 115°C, dan memiliki ketahanan kimia yang tinggi sehingga jika sampah plastik jenis LDPE ini tidak diolah dan langsung dibuang ke sungai membutuhkan waktu degradasi yang lama [20]. Karena ketahanan plastik jenis ini pula mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik film pada sampel air yang sedikit meskipun sampah plastik LDPE yang ditemukan mencapai 85,48%.



Gambar 5. Kurva Hubungan Sampah LDPE dan Bentuk Film

b. Sampah PET dan Bentuk Mikroplastik Fragmen

Secara visual, untuk hubungan antara sampah plastik PET terhadap bentuk mikroplastik fragmen dapat dilihat pada Gambar 6.



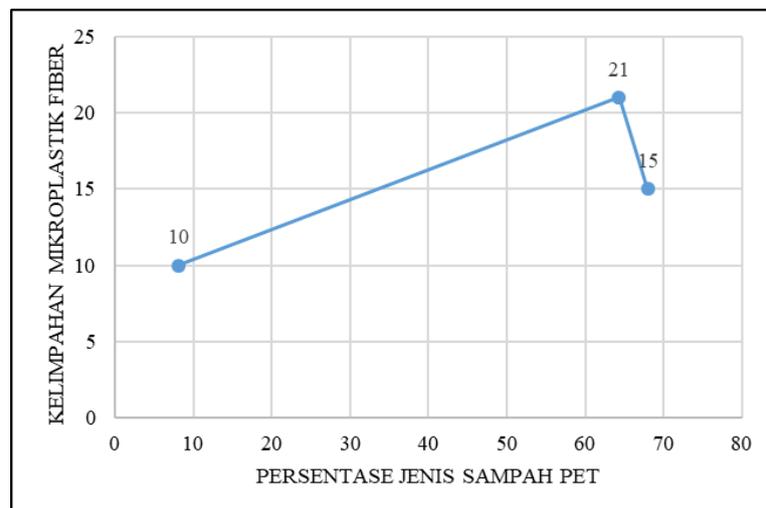
Gambar 6. Kurva Hubungan Sampah PET dan Bentuk Fragmen



Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat persentase jenis sampah PET sebesar 8,06% terdapat kelimpahan mikroplastik fragmen 1 partikel/L, sedangkan persentase PET sebesar 64,29% tidak memiliki kelimpahan mikroplastik fragmen. Pada persentase PET sebesar 68%, terdapat kelimpahan mikroplastik sebanyak 3 partikel/L, sehingga diketahui hubungan sampah plastik PET terhadap bentuk mikroplastik fragmen mengalami penurunan kurva dikarenakan tidak ditemukannya mikroplastik fragmen pada titik 3 dengan persentase PET sebesar 64,29%, kemudian kurva mengalami kenaikan mikroplastik sebanyak 3 partikel/L pada persentase PET 68%. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kegiatan masyarakat di sekitar sungai seperti penggunaan plastik dalam keseharian. Selain itu, seperti yang diketahui bahwa jenis plastik fragmen merupakan pecahan dari plastik yang lebih besar dengan proses degradasi berlangsung dengan jangka waktu yang lama untuk plastik tersebut mengalami pemecahan menjadi mikroplastik [21]. Waktu retensi yang rendah pada sungai juga menyebabkan degradasi cenderung tidak merubah plastik menjadi mikroplastik pada area aliran sungai, hal ini juga yang dapat mempengaruhi jumlah partikel fragmen sedikit meskipun sampah jenis PET yang dapat menjadi sumber dari mikroplastik fragmen ditemukan mencapai 68% [22].

c. Sampah PET dan Bentuk Mikroplastik Fiber

Secara visual, untuk hubungan antara sampah plastik PET terhadap bentuk mikroplastik fiber dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Hubungan Sampah PET dan Bentuk Fiber

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa untuk pada titik dengan persentase jenis sampah PET sebesar 8,06% memiliki kelimpahan mikroplastik sebanyak 10 partikel/L, sedangkan untuk titik dengan persentase PET 64,29% memiliki kelimpahan mikroplastik sebanyak 21 partikel/L. Pada titik dengan persentase PET sebesar 68%, terdapat kelimpahan mikroplastik sebanyak 15 partikel/L. Maka dari itu, diketahui hubungan antara jenis sampah plastik PET terhadap bentuk mikroplastik fiber mengalami kenaikan kurva sebanyak 21 partikel/L pada persentase PET sebesar 64,29% kemudian terjadi penurunan mikroplastik menjadi 15 partikel/L pada persentase PET 68%. Hal ini dapat dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Mahakam pada Desa Sebulu Modern seperti kegiatan mencuci pakaian. Jenis plastik PET selain digunakan sebagai material botol plastik dan wadah makanan seperti toples, juga digunakan sebagai serat pakaian yang membedakan hanya berat molekulnya, sehingga sampah jenis PET diduga dapat menghasilkan mikroplastik fiber [19]. Sungai Mahakam menjadi tempat berkumpulnya limbah domestik termasuk limbah cuci pakaian



yang tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang ke saluran *drainase* kemudian mengarah ke Sungai Mahakam bahkan beberapa masyarakat langsung mencuci pakaian di pinggiran Sungai Mahakam [23].

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini ialah bahwa untuk kelimpahan bentuk mikroplastik pada perairan Sungai Mahakam di Desa Sebulu Modern ditemukan pada titik 1 sebanyak 13 partikel/L, titik 2 sebanyak 20 partikel/L, dan titik 3 sebanyak 21 partikel/L. Terdapat tiga bentuk mikroplastik yaitu fragmen sebanyak 4 partikel/L, fiber sebanyak 46 partikel/L, dan film sebanyak 4 partikel/L. Kelimpahan bentuk mikroplastik terbanyak berada di titik 3 dengan bentuk fiber sebanyak 21 partikel/L. Untuk jenis jenis polimer yang terdapat pada air sampel yaitu *nylon* dan politetrafluoroetilena (PTFE).

Kelimpahan jenis sampah plastik yang ditemukan pada perairan Sungai Mahakam yaitu PET, PVC, PP, LDPE, *Other*, HDPE. Pada titik 1, terdapat lima jenis sampah plastik yang ditemukan yaitu PET sebesar 8,06%, PVC sebesar 1,61%, PP sebesar 4,03%, LDPE sebesar 85,48%, dan *other* 0,81%. Pada titik 2, terdapat empat jenis sampah plastik yaitu PET sebesar 68%, PVC sebesar 4%, PP sebesar 20%, dan LDPE sebesar 8%. Pada titik 3, didapatkan empat jenis plastik yaitu PET sebesar 64,29%, HDPE sebesar 3,57%, PP sebesar 21,43%, dan LDPE sebesar 10,71%. Jenis sampah plastik yang mendominasi adalah LDPE sebesar 85,48% yang berada pada titik 1.

Korelasi antara jenis sampah plastik dan kelimpahan bentuk mikroplastik yaitu adanya fluktuasi naik dan turun. Terjadinya fluktuasi dapat dipengaruhi oleh kegiatan masyarakat sekitar Sungai Mahakam selain itu juga dipengaruhi oleh proses degradasi yang lama dan waktu retensi yang rendah pada sungai sehingga kelimpahan yang di temukan sedikit dibanding jenis sampah plastik yang ditemukan pada area bantaran Sungai Mahakam di Desa Sebulu Modern.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Searphin Nugroho, S.T., M.T dan Bapak Ir. Fahrizal Adnan, S.T., M.Sc atas segala bimbingan dan nasehat serta terima kasih kepada teman-teman S1 Teknik Lingkungan 2016 yang senantiasa membantu dan memberi dukungan.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, *Hasil Sensus Penduduk Tahun 2020*, Jakarta, Indonesia: Badan Pusat Statistik, 2021. [Online]. Tersedia: <https://www.bps.go.id/news/2021/01/21/405/bps--270-20-juta-penduduk-indonesia-hasil-sp2020.html>
- [2] D. A. Bahri, "Uji Kadar Mikroplastik pada Air dan Ikan Perairan Sungai Desa Pabean Kabupaten Sumenep", Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia, 2022.
- [3] W. C. Ayuningtyas, D. Yona., S. H. Julinda, dan F. Iranawati, "Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuwangi Gresik Jawa Timur", *Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 3, no. 1, pp. 41-45, 2019. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- [4] S. L. J. Rachmat, N. P. Purba., M. U. K. Agung, dan L. P. S. Yuliadi, "Karakteristik Sampah Mikroplastik di Muara Sungai DKI Jakarta", *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*, vol. 8, no. 1, pp. 9-17, 2019. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.13170/depik.8.1.12156>
- [5] N. Harpah, I. Suryati., R. Leonardo, A. Risky, P. Ageng, dan R. Addauwiyah, "Analisa Jenis, Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei Sikambang Medan", *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 20, no. 2, pp. 108-115, 2020. [Online]. Tersedia: <http://dx.doi.org/10.36275/stsp.v20i2.270>
- [6] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Kertanegara, *Kutai Kertanegara dalam Angka Tahun 2022*, Tenggarong, Indonesia: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Kertanegara, 2022. [Online]. Tersedia: <https://kukarkab.bps.go.id/publication/2022/02/25/38ff082220c8eb2b3cbea507/kabupaten-kutai-kertanegara-dalam-angka-2022.html>



- [7] M.K. Dewi, “Perilaku Masyarakat Sekitar Sungai Mahakam Kabupaten Kutai Kertanegara Terhadap Pengelolaan Sampah”, *Jurnal Gerbang Etam*, vol. 10, no. 1, pp. 75-83, 2016. [Online]. Tersedia: <https://ejurnal.balitbangda.kukarkab.go.id/index.php/gerbangetam/article/view/59>
- [8] R. F. P. T. Putri, “Identifikasi Mikroplastik pada Air Sungai Mahakam Kota Samarinda sebagai Air Baku Air Bersih”, Skripsi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia, 2021.
- [9] Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur, *Tabel Nama dan Panjang Sungai Menurut Kabupaten dan Kota Tahun 2014*. [Online]. Tersedia: <https://kaltim.bps.go.id/statistable/2015/03/06/8/nama-dan-panjang-sungai-menurut-kabupaten-kota-2014.html>
- [10] Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai, SNI 03-7016-2004, Badan Standardisasi Nasional, 2004.
- [11] Q. Schuyler, K. Willis, T. J. Lawson, V. Mann, dan C. Wilcox, *Handbook of Survey Methodology Plastics Leakage*, Australia: CSIRO, 2018.
- [12] E. C. Ebere, V. A. Wirnkor, dan V. E. Ngozi, “Microplastics, an Emerging Concern: A Review of Analytical Techniques for Detecting and Quantifying Microplastics”, *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, vol. 2, pp. 13-30, 2019. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.24200/amecj.v2.i2.57>
- [13] P. Azizah, A. Ridlo, dan C. A. Suyono, “Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah”, *Journal of Marine Research*, vol. 9, no. 3, pp. 326-332, 2020. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>
- [14] A. T. Sutanhaji, J. B. R. Widiatmono, dan N. T. Firdausi, “Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang”, *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 74-84, 2021. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.21776/ub.jсал.2021.008.02.3>
- [15] D. Sugandi, D. Agustawan, S. V. Febriyanti, Y. Yudi, dan N. Wahyuni, “Identifikasi Jenia Mikroplastik dan Logam Berat di Air Sungai Kapuas Kota Pontianak”, *Positron*, vol. 11, no. 2, pp.112-120, 2021. [Online]. Tersedia: <http://dx.doi.org/10.26418/positron.v11i2.49355>
- [16] W. Maulina, “Kajian Membran Komposit Nilon-Arang Melalui Karakterisasi FTIR dan SEM”, *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, vol. 2, no. 1, pp. 56-60, 2016. [Online]. Tersedia: <http://doi.org/10.25273/jpфk.v2i1.25>
- [17] C. B. Crawford dan B. Quinn, *Microplastic Pollutants*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Inc, 2017.
- [18] D. R. Permatasari dan D. R. Arlini, “Kajian Keberadaan Mikroplastik di Wilayah Perairan,” dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, 2020, pp. 499-506.
- [19] A. M. Al-Sabagh, F. Z. Yehia, Gh. Eshaq, A. M. Rabie, dan A. E. ElMetwally, “Greener Routes for Recycling of Polyethylene Terephthalate”, *Egyptian Journal of Petroleum*, vol. 25, no. 1, pp. 53-64, 2016. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.03.001>
- [20] A. S. Nugroho, “Pengolahan Limbah Plastik LDPE dan PP untuk Bahan Bakar dengan Cara Pirolisis”, *Jurnal Litbang Sukowati*, vol. 4, no. 1, pp. 91-100, 2020. [Online]. Tersedia: <http://journal.sragenkab.go.id/>
- [21] L. P. Jasmin, “Identifikasi Mikroplastik pada Air Olahan Depot Air Minum Isi Ulang Berdasarkan Sumber Air Baku dan Jenis Pengolahan”, Skripsi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia, 2022.
- [22] E. Besseling, J. T. K. Quik, M. Sun, dan A. A. Koelmans, “Fate of Nano- and Microplastic in Freshwater System: A Modeling Study”, *Environmental Pollution*, vol. 220, Part A, pp. 540-548, 2017. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.001>
- [23] P. I. P. Sari, “Pengaruh Tipe Antropogenik dan Kedalaman Terhadap Mikroplastik pada Air Sungai Mahakam Kota Samarinda”, Skripsi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia, 2022.