



ANALISIS KETERKAITAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DENGAN KEBERADAAN SAMPAH PLASTIK DI SUNGAI MAHAKAM, KECAMATAN MUARA KAMAN

Muhammad Arif Kurniawan*, Searphin Nugroho, Fahrizal Adnan, Febrina Zulya

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

*Korespondensi penulis: kurniawanmarif27@gmail.com

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran ≤ 5 mm dan termasuk ke dalam limbah berbahaya dikarenakan memiliki sifat persisten, mengandung senyawa kimia toksik, dan bersifat karsinogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara keberadaan sampah plastik dengan kandungan mikroplastik yang terdapat pada air Sungai Mahakam, Kecamatan Muara Kaman. Analisis sampel air dimulai dengan tahap penyaringan awal menggunakan *plankton net*, sampel kemudian ditambahkan NaCl dan didiamkan selama 12 jam. Setelah 12 jam sampel pada bagian atas wadah diambil dan ditambahkan Fe(II) (0,05 M) dan H₂O₂ 30% dan dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit, sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dikeringkan menggunakan *oven* selama 1 jam untuk selanjutnya diamati menggunakan mikroskop. Sampel kemudian diuji menggunakan FTIR. Sampel sampah diambil mengacu pada metode CSIRO. Sampel sampah yang diperoleh dikelompokkan sesuai dengan kode plastik yang tertera dan dihitung persentasenya. Hasil analisis ditemukan nilai kelimpahan mikroplastik terbesar yakni 14 partikel/L, kemudian uji FTIR menunjukkan pendugaan terdapatnya plastik jenis Nylon dan PTFE. Sampah plastik yang ditemukan didominasi jenis PET, dan korelasi antara keberadaan sampah plastik dengan kelimpahan mikroplastik menunjukkan nilai fluktuatif dikarenakan beberapa faktor seperti aktivitas warga sekitar, waktu yang dibutuhkan untuk proses degradasi sampah plastik menjadi mikroplastik, serta persebaran mikroplastik yang dipengaruhi aliran sungai.

Kata Kunci: Kelimpahan, Mikroplastik, Muara Kaman, Sampah Plastik, Sungai Mahakam

1. Pendahuluan

Plastik merupakan benda yang umum dan dapat ditemukan pada lingkungan sekitar makhluk hidup. Sampah plastik apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik maka dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Plastik adalah hasil sintesis dari polimerisasi berbagai macam monomer, dan merupakan bahan yang sangat stabil sehingga dapat tetap berada dalam kondisi utuh sebagai polimer untuk jangka waktu yang lama [1].

Mikroplastik merupakan partikel-partikel plastik berukuran ≤ 5 mm. Mikroplastik berasal dari material plastik yang masuk ke dalam badan air dan mengalami degradasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), oksidasi, dan abrasi mekanik sehingga membentuk partikel-partikel plastik [1]. Mikroplastik termasuk ke dalam salah satu limbah yang berbahaya, hal tersebut dikarenakan mikroplastik memiliki sifat persisten, mengandung senyawa kimia toksik, dan bersifat karsinogenik [2]. Polusi yang disebabkan oleh mikroplastik merupakan permasalahan yang kompleks dan memiliki dampak yang perlu dipertimbangkan terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat [3]. Konsumen seperti manusia dan biota perairan tidak akan mengalami dampak langsung pada jangka pendek melainkan akan terakumulasi untuk jangka panjang terhadap kesehatan [4].

Kecamatan Muara Kaman merupakan kecamatan di Kabupaten Kutai Kartanegara yang terdiri dari 20 desa dan desa-desa tersebut umumnya terletak di bantaran sungai. Sungai yang mengalir di wilayah ini salah satunya yakni Sungai Mahakam [5]. Seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk di Kecamatan Muara Kaman mengalami peningkatan. Jumlah penduduk Kecamatan Muara Kaman sendiri pada tahun 2020 mencapai angka



45.885 jiwa [5]. Jumlah penduduk yang terus meningkat akan berbanding lurus dengan jumlah sampah yang dihasilkan, salah satunya sampah plastik. Kebiasaan masyarakat dalam membuang sampah sembarangan khususnya ke sungai dapat menyebabkan terjadinya polusi di kawasan tersebut. Kondisi tersebut perlu menjadi perhatian terutama terkait masalah mikroplastik mengingat keberadaan mikroplastik dalam air tidak hanya memiliki dampak terhadap lingkungan namun juga kesehatan masyarakat.

Analisis kandungan mikroplastik yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi kelimpahan bentuk mikroplastik serta jenis polimer mikroplastik di dalam air sungai, kelimpahan sampah plastik pada permukaan air, dan hubungan antara persentase jenis sampah plastik terhadap kelimpahan bentuk mikroplastik yang terdapat pada Kawasan Sungai Mahakam di Kecamatan Muara Kaman, Kabupaten Kutai Kartanegara.

2. Metode Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini terletak di aliran Sungai Mahakam yang berada pada wilayah Kecamatan Muara Kaman, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, sedangkan lokasi analisis sampel dilakukan di Laboratorium Uji Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman.

Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan terdiri dari botol sampel, *cool box*, kantong sampah, kertas label, *plankton net*, kertas saring *Whatman*, *oven*, labu *Erlenmeyer*, *magnetic stirrer*, neraca, mikroskop, *pinset*, *aluminium cup*, *aluminium foil*, GPS, dan kamera. Untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sampel air, sampel sampah, larutan Fe (II) 0.05 M, larutan H₂O₂ 30 %, dan larutan NaCl.

Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini terdiri dari 2 metode yakni metode untuk pengambilan sampel sampah dan metode untuk pengambilan sampel air. Sampel sampah diambil menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)* yakni pengambilan sampel dilakukan pada 1 lokasi pendataan dengan membagi lokasi tersebut menjadi 4 titik dengan jarak antar titik sebesar 50 m dan lebar area pengambilan sampel sebesar 2 meter [6]. Sampel air diambil menggunakan metode *grab sampling* mengacu pada SNI 03-7016-2004 [7] dan disesuaikan dengan titik lokasi pada pengambilan sampel sampah dengan jumlah sampel sebanyak 1 L pada masing-masing titik. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan disimpan di dalam *cool box*.

Perhitungan Jumlah Sampah Plastik

Sampah plastik yang ditemukan dikategorikan berdasarkan kode jenis plastik antara lain *PET (Polyethylene Terephthalate)*, *HDPE (High Density Polyethylene)*, *PVC (Polyvinyl Chloride)*, *LDPE (Low Density Polyethylene)*, *PP (Polypropylene)*, *PS (Polystyrene)*, dan *Other*. Sampel yang telah dikategorikan per jenis kemudian dihitung jumlahnya.

Identifikasi Mikroplastik Sampel Air

Identifikasi mikroplastik pada sampel air dilakukan mengacu kepada referensi dari penelitian terdahulu oleh Rahmadhani [8] dan Sutanahaji *et al.* [9]. Mula-mula, sampel air disaring menggunakan *plankton net*, kemudian dipindahkan sampel yang telah disaring ke dalam labu *erlenmeyer* lalu ditambahkan 6 gram NaCl per 20 mL sampel dan didiamkan sampel selama 12 jam agar padatan mengendap. Kemudian diambil sampel beserta partikel yang terdapat pada bagian atas wadah dan ditambahkan 20 mL larutan 0,05 M Fe(II) dan 20 mL hidrogen peroksida (H₂O₂) 30 %. Sampel kemudian dipanaskan selama 30 menit di atas *magnetic stirrer* pada suhu 70°C. Sampel selanjutnya menggunakan kertas saring *Whatman* dan dikeringkan di *oven* selama 1



jam. Terakhir, kertas saring yang telah dikeringkan diamati menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi mikroplastik di dalam sampel.

Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini terdiri dari perhitungan persentase sampah plastik, perhitungan kelimpahan mikroplastik, dan analisis *FTIR*.

1. Perhitungan persentase jenis sampah plastik dilakukan untuk mengetahui karakteristik sampah yang ada [10]. Persentase jenis sampah plastik dapat dihitung menggunakan **Persamaan 1** berikut:

$$P_i = \frac{X_i}{\sum X_i} \times 100\% \quad (1)$$

di mana P_i adalah persentase jumlah jenis sampah dan X_i adalah jumlah total kelas jenis atau ukuran sampah ke- i .

2. Perhitungan kelimpahan mikroplastik dilakukan setelah sampel air diamati menggunakan mikroskop untuk mengetahui jenis dan kelimpahan mikroplastik yang terkandung di dalamnya. Menurut Sutanhaji [8] kelimpahan mikroplastik dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2** berikut:

$$K = \frac{n}{v} \quad (2)$$

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

3. Analisis *FTIR* dilakukan dengan melakukan pembacaan spektrum panjang gelombang dari hasil uji. Pembacaan spektrum hasil uji *FTIR* mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Nandiyanto [11].

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kelimpahan Mikroplastik

Identifikasi mikroplastik dilakukan di Laboratorium Uji Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman. Sampel air diperoleh dari Sungai Mahakam, Kecamatan Muara Kaman, dengan titik *sampling* yang terletak pada bantaran sungai di dekat kawasan pemukiman. Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop, ditemukan 2 jenis mikroplastik berdasarkan bentuknya yakni mikroplastik jenis *fiber* dan mikroplastik jenis fragmen. Hasil temuan mikroplastik jenis *fiber* dapat dilihat pada **Gambar 1**, sedangkan untuk hasil temuan mikroplastik jenis fragmen dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Mikroplastik Jenis *Fiber*



Gambar 2. Mikroplastik Jenis Fragmen

Untuk nilai kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuk pada setiap titik pengambilan sampel air di Sungai Mahakam pada Kecamatan Muara Kaman dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Kecamatan Muara Kaman

Titik	Tipe	Jumlah Mikroplastik	Volume Sampel Air	Kelimpahan (Partikel/Liter)	Kelimpahan Total Per Titik (Partikel/Liter)
Titik 1	<i>Fiber</i>	5	1	5	5
Titik 2	<i>Fiber</i>	7	1	7	7
Titik 3	<i>Fiber</i>	6	1	6	7
	Fragmen	1	1	1	
Titik 4	<i>Fiber</i>	12	1	12	14
	Fragmen	2	1	2	

Tabel 1. menunjukkan nilai kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada masing-masing titik pengambilan sampel beserta jenis bentuknya, di mana kelimpahan mikroplastik pada titik 1 sebesar 5 partikel/liter dengan jenis bentuk mikroplastik yang ditemukan adalah mikroplastik *fiber*, kemudian pada titik 2 nilai kelimpahan mikroplastik sebesar 7 partikel/liter dengan jenis bentuk mikroplastik fiber. Untuk titik 3, nilai kelimpahan mikroplastik untuk jenis bentuk *fiber* sebesar 6 partikel/liter dan jenis bentuk fragmen 1 partikel/liter. Pada titik 4, nilai kelimpahan mikroplastik yang ditemukan sebesar 12 partikel/liter untuk jenis bentuk *fiber* dan 2 partikel/liter untuk jenis bentuk fragmen.

Mikroplastik jenis *fiber* merupakan mikroplastik yang mudah ditemui dikarenakan penggunaannya sebagai bahan dasar pembuatan pakaian, serat pakaian, jaring nelayan, maupun dalam pembuatan alat rumah tangga [2]. Sungai Mahakam pada kawasan Muara Kaman yang berada dekat dengan wilayah pemukiman membuat masyarakat sering melakukan aktivitas seperti mencuci dan memancing ikan sehingga mikroplastik jenis ini dapat dengan mudah ditemukan di kawasan tersebut. Mikroplastik jenis fragmen merupakan jenis mikroplastik yang berupa pecahan yang dihasilkan dari sampah seperti botol, toples, dan potongan yang berasal dari pipa paralon [2]. Kebiasaan masyarakat yang masih sering membuang sampah sembarangan khususnya di wilayah Sungai Mahakam Kecamatan Muara Kaman menjadi salah satu penyebab mikroplastik jenis ini dapat ditemukan dengan mudah di kawasan tersebut.

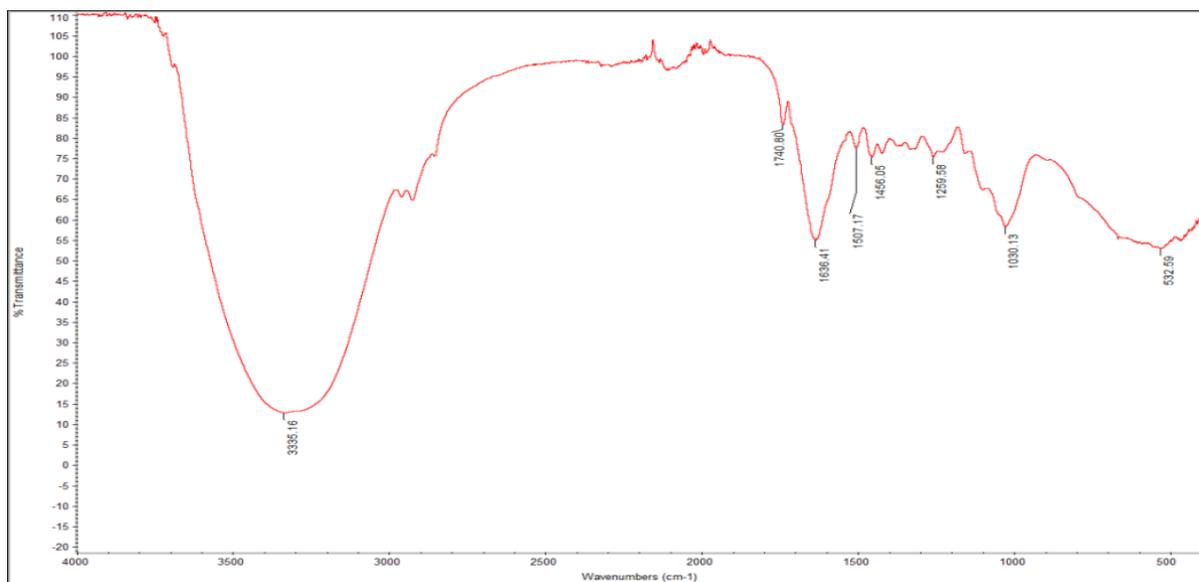


Hubungan Titik Pengambilan Terhadap Kelimpahan Mikroplastik

Pada setiap titik, terdapat perbedaan dalam kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuknya, yang sesuai dengan sumber atau asal masing-masing bentuk tersebut. Sebagai contoh, pada titik 1 dan 2, mikroplastik yang ditemukan terutama adalah jenis fiber, yang biasanya berasal dari bahan pakaian, serat pakaian, jaring nelayan, dan bahan pembuatan alat rumah tangga [2]. Karena titik 1 dan 2 terletak paling dekat dengan daerah pemukiman, maka mikroplastik pada titik-titik tersebut biasanya berasal dari aktivitas penduduk sekitar seperti mencuci dan memancing ikan. Pada titik 3 dan 4, mikroplastik yang ditemukan terdapat selain *fiber* yakni fragmen. Fragmen sendiri merupakan mikroplastik yang berasal dari pecahan sampah seperti botol, toples, serta potongan kecil dari pipa paralon [2]. Hal ini dikarenakan titik 3 dan 4 berada lurus pada aliran sungai, sehingga mikroplastik yang ditemukan pada titik-titik ini tidak hanya berasal dari aktivitas warga sehari-hari namun juga dari sampah plastik lainnya yang terbawa oleh arus sungai, hal tersebut juga yang menyebabkan nilai kelimpahan mikroplastik menjadi semakin besar sesuai dengan arah aliran arus sungai. Nilai kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada titik 1, 2, 3, dan 4 masing-masing bernilai total sebesar 5 partikel/liter, 7 partikel/liter, 7 partikel/liter, dan 14 partikel/liter. Nilai kelimpahan total mikroplastik tersebut semakin ke hilir semakin besar, hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Sutanhaji [9] yang di mana pada hasil penelitiannya juga menemukan nilai kelimpahan mikroplastik yang semakin ke hilir semakin besar.

Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi puncak gelombang dari hasil pembacaan *FTIR* mengacu pada penelitian Nandiyanto [10] untuk mengetahui jenis ikatan kimia yang terdapat pada sampel. Untuk visualisasi hasil uji *FTIR* dapat diamati pada **Gambar 3**, sedangkan untuk hasil pembacaan *FTIR* ditampilkan pada **Tabel 2**.



Gambar 3. Hasil Uji *FTIR* Sampel Air Sungai di Kecamatan Muara Kaman

Tabel 2. Analisa Hasil Uji *FTIR*

No	Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Ir Tabel (cm ⁻¹)	Ikatan
1	3335,16	3360-3310	N-H <i>Stretch</i>
2	1740,80	1750-1725	<i>Ester</i>



3	1636,41	1680-1620	C=C <i>Stretch</i>
4	1507,17	1510-1450	C=C-C
5	1456,05	1510-1450	C=C-C
6	1259,58	1340-1250	CN <i>Stretch</i>
7	1030,13	1150-1000	C-F <i>Stretch</i>
8	532,59	600-500	C-I <i>Stretch</i>

Berdasarkan hasil pembacaan FTIR ditemukan ikatan kimia N-H *Stretch* pada panjang gelombang 3335,16 cm^{-1} , ikatan N-H tersebut menunjukkan pendugaan terdapatnya plastik *nylon*. Plastik jenis *nylon* sendiri merupakan jenis plastik yang umum digunakan sebagai bahan benang pancing dan jaring nelayan [12]. Plastik jenis *nylon (polyamide)* juga merupakan jenis plastik yang umum digunakan sebagai bahan tekstil dan bulu pada sikat gigi [13]. Selain itu, ditemukan juga ikatan C-F *Stretch* pada panjang gelombang 1030,13 cm^{-1} , ikatan ini menunjukkan dugaan terdapatnya plastik jenis *PTFE (Polytetrafluoroethylene)*, plastik jenis ini umumnya digunakan sebagai alat pelapis panci atau peralatan masak lain yang memiliki sifat anti lengket [12]. Plastik jenis ini dapat berasal dari sisa kegiatan pencucian masyarakat di Sungai Mahakam di Kecamatan Muara Kaman.

Analisis Jenis Sampah Plastik

Jumlah dan persentase jenis sampah plastik yang diperoleh pada masing-masing titik *sampling* dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Jumlah Jenis Sampah pada Permukaan Sungai Mahakam di Kecamatan Muara Kaman

Titik <i>Sampling</i>	Jenis	Jumlah	Persentase
Titik 1	<i>PET</i>	19	61,29%
	<i>HDPE</i>	2	6,45%
	<i>PVC</i>	1	3,23%
	<i>PS</i>	2	6,45%
	<i>LDPE</i>	7	22,58%
	Total	31	100%
Titik 2	<i>PET</i>	12	75,00%
	<i>LDPE</i>	4	25,00%
	Total	16	100%
Titik 3	<i>PET</i>	5	41,67%
	<i>PP</i>	3	25,00%
	<i>LDPE</i>	4	33,33%
	Total	12	100%
Titik 4	<i>PET</i>	8	50,00%
	<i>PVC</i>	3	18,75%
	<i>PS</i>	2	12,50%
	<i>LDPE</i>	3	18,75%
	Total	16	100%

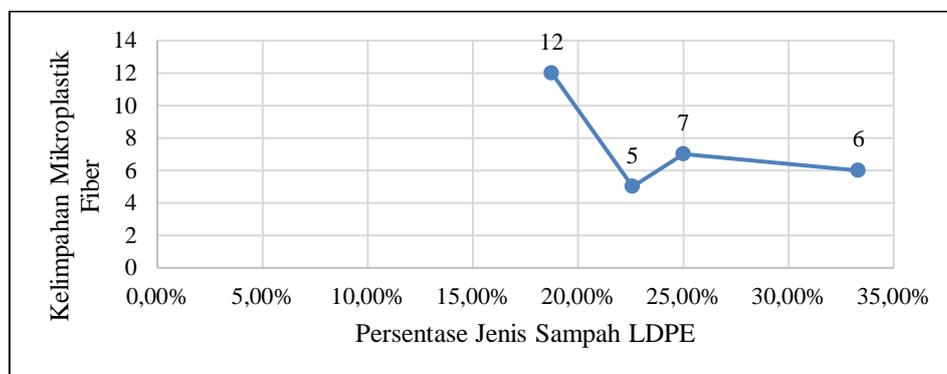
Pada titik 1, ditemukan berbagai jenis sampah plastik seperti PET, HDPE, PVC, PS, dan LDPE, dengan persentase terbesar dari jenis PET sebesar 61,29%. Karena titik ini berdekatan dengan pemukiman, jenis sampah yang ditemukan sangat dipengaruhi oleh aktivitas sekitar. Sementara pada titik 2, ditemukan jenis sampah plastik yang lebih sedikit, hanya PET dan LDPE dengan persentase terbesar dari jenis PET sebesar 75%, karena titik ini berdekatan dengan dermaga dan tidak terlalu banyak aktivitas sehari-hari warga.



Pada titik 3, ditemukan hanya 3 jenis sampah plastik, yaitu PET, PP, dan LDPE dengan persentase terbesar dari jenis PET sebesar 41,67%. Karena titik ini berdekatan dengan dermaga dan lebih jauh dari pemukiman, sehingga sampah plastik yang ditemukan sebagian besar berasal dari aliran sungai. Pada titik 4, ditemukan sampah plastik jenis PET, PVC, PS, dan LDPE dengan persentase terbesar dari jenis PET sebesar 50%. Karena sampah-sampah plastik pada titik ini berasal dari aliran sungai, jenis sampah yang ditemukan mulai bervariasi. Persentase jenis sampah plastik terbesar pada setiap titik adalah jenis PET karena jenis plastik ini banyak digunakan dalam botol dan kemasan makanan [14].

Hubungan Persentase Jenis Sampah Plastik Terhadap Bentuk Mikroplastik

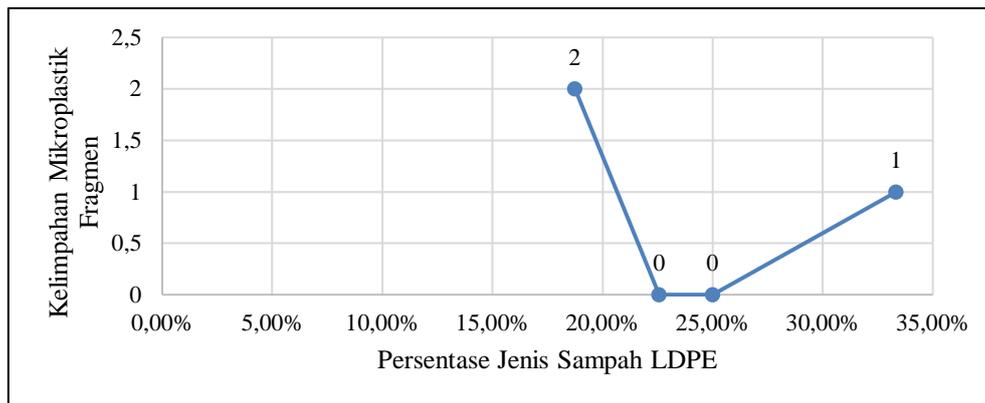
Bagian ini akan membahas hubungan antara persentase jenis sampah plastik yang ditemukan pada permukaan air Sungai Mahakam terhadap nilai kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel air Sungai Mahakam di Kecamatan Muara Kaman, Kabupaten Kutai Kartanegara. Terdapat 3 (tiga) hubungan yang akan ditinjau, yakni hubungan persentase sampah *LDPE* dengan mikroplastik *fiber*, hubungan persentase sampah *LDPE* dengan mikroplastik fragmen, hubungan persentase sampah *PET* dengan mikroplastik fragmen, dan hubungan persentase sampah *PS* terhadap mikroplastik *fiber*, di mana masing-masing hubungan tersebut dapat diamati pada **Gambar 4-7**.



Gambar 4. Kurva Hubungan Sampah *LDPE* dan Mikroplastik *Fiber*

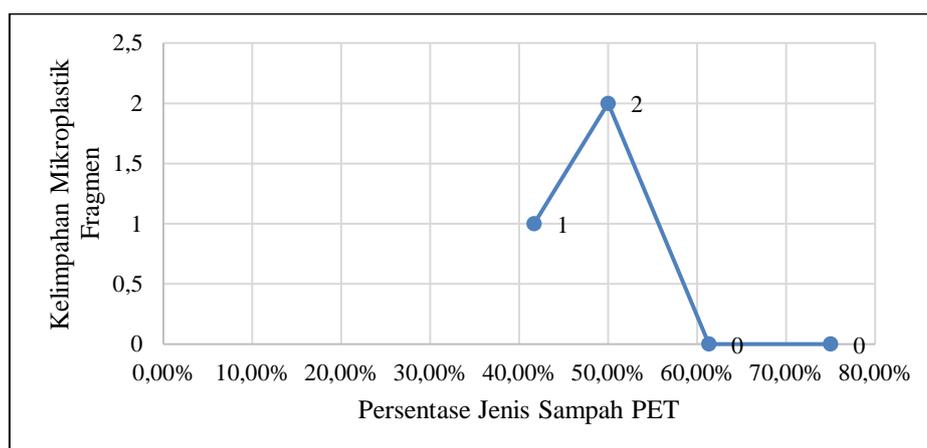
Kurva pada **Gambar 4**. menunjukkan hubungan antara kelimpahan mikroplastik bentuk *fiber* dengan sampah plastik jenis *LDPE*, di mana pada persentase sampah *LDPE* 18,75% memiliki kelimpahan mikroplastik *fiber* sebesar 12 partikel/liter, lalu pada persentase 22,58% memiliki nilai kelimpahan 5 partikel/liter, kemudian pada persentase 25% memiliki kelimpahan sebesar 7 partikel/liter, dan pada persentase 33,33% memiliki kelimpahan sebesar 6 partikel/liter. Nilai persentase dan kelimpahan mengalami kenaikan dan penurunan dipengaruhi oleh titik lokasi, dimana untuk persentase *LDPE* terbesar terletak di titik 3 yakni sebesar 33,33% sedangkan untuk kelimpahan *fiber* terbesar terletak di titik 4 yakni 12 partikel/liter.

Hal tersebut sesuai mengingat titik 3 dan 4 berada di hilir area *sampling* sehingga persentase sampah dan kelimpahan mikroplastik tidak hanya berasal dari kegiatan warga di sekitar titik lokasi namun juga terdapat potensi akumulasi dari tempat lain [15]. Sampah plastik jenis *LDPE* umumnya digunakan sebagai bahan pembuatan kemasan dan wadah multiguna [13], sedangkan mikroplastik jenis *fiber* biasanya digunakan sebagai bahan dalam pembuatan pakaian, jaring nelayan dan peralatan rumah tangga [2]. Hal tersebut sesuai di mana mikroplastik bentuk *fiber* yang ditemukan dapat berasal dari peralatan rumah tangga seperti wadah makanan berbahan dasar *LDPE* yang terbuang ke sungai atau yang mengalami pengikisan ketika sedang dicuci.



Gambar 5. Kurva Hubungan Sampah *LDPE* dan Mikroplastik Fragmen

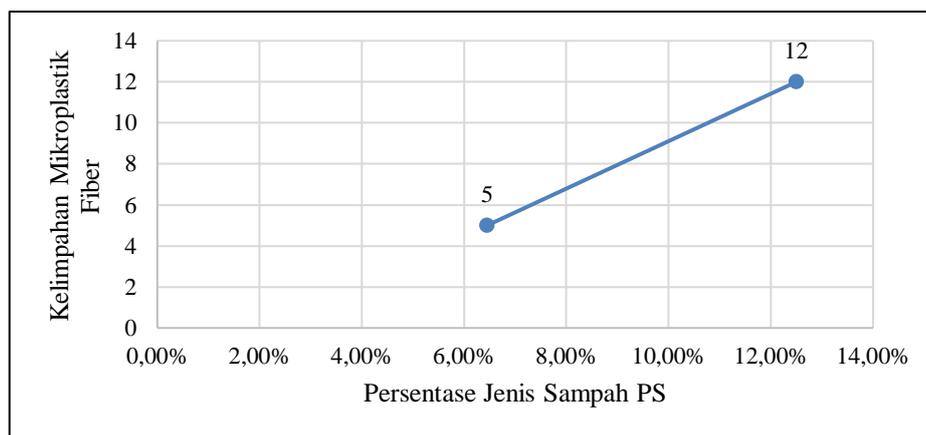
Berdasarkan **Gambar 5** di atas, dapat terlihat bahwa kurva hubungan sampah plastik jenis *LDPE* dengan mikroplastik bentuk fragmen, di mana pada persentase sampah *LDPE* sebesar 18,75% memiliki kelimpahan sebesar 2 partikel/liter, lalu pada persentase 22,58% memiliki nilai kelimpahan sebesar 0 partikel/liter, kemudian pada persentase 25% memiliki nilai kelimpahan sebesar 0 partikel/liter, dan pada persentase sampah *LDPE* sebesar 33,33% memiliki kelimpahan sebesar 1 partikel/liter. Nilai pada kurva mengalami kenaikan dan penurunan, untuk persentase *LDPE* nilai terbesar terletak pada titik 3 dengan besaran 33,33% dan untuk kelimpahan mikroplastik fragmen terbesar terletak di titik 4 dengan besaran 2 partikel/liter. Untuk kelimpahan mikroplastik fragmen pada titik 1 dan 2 sendiri bernilai 0 partikel/liter, hal tersebut dipengaruhi oleh aliran sungai, dimana mikroplastik yang berasal dari kegiatan warga di sekitar titik 1 dan 2 memiliki kemungkinan telah terbawa oleh arus ke hilir (menuju titik 3 dan 4), sehingga tidak ditemukan kelimpahan mikroplastik jenis fragmen pada kedua titik tersebut. Selain itu, proses degradasi sampah plastik untuk menjadi mikroplastik membutuhkan waktu [16], sehingga keberadaan mikroplastik pada titik 1 dan 2 bernilai 0 partikel/liter dikarenakan sampah plastik yang berada pada kedua titik tersebut belum mengalami degradasi menjadi mikroplastik. Sampah jenis *LDPE* umumnya berasal dari kemasan atau wadah multiguna [13]. Hal ini sesuai dengan mikroplastik bentuk fragmen yang umumnya berasal dari botol dan toples [2]. Keberadaan mikroplastik jenis fragmen dapat berasal dari sampah kemasan atau wadah multiguna berbahan dasar *LDPE* yang dibuang ke aliran sungai.



Gambar 6. Kurva Hubungan Sampah *PET* dan Mikroplastik Fragmen



Gambar 6 menunjukkan grafik yang menampilkan hubungan antara sampah PET dan kelimpahan mikroplastik fragmen. Grafik tersebut menunjukkan bahwa sampah PET sebesar 41,67% memiliki kelimpahan mikroplastik fragmen sebesar 1 partikel per liter, sementara sampah PET sebesar 50% memiliki kelimpahan sebesar 2 partikel per liter. Sementara itu, sampah PET sebesar 61,29% tidak memiliki mikroplastik fragmen, dan sampah PET sebesar 75% juga tidak memiliki mikroplastik fragmen. Terdapat kenaikan dan penurunan nilai pada grafik tersebut, dan titik terbesar untuk persentase sampah PET berada pada titik 2 sebesar 75%, sedangkan untuk kelimpahan mikroplastik fragmen terletak pada titik 4 sebesar 2 partikel/liter. Titik 2 memiliki persentase terbesar karena dekat dengan wilayah pemukiman, sehingga sampah PET berasal dari aktivitas warga. Adapun di titik 4 memiliki nilai kelimpahan terbesar karena berada di hilir area pengambilan sampel, sehingga nilai tersebut mungkin merupakan hasil akumulasi dari daerah aliran sebelumnya [15]. Hal ini juga dapat menyebabkan nilai kelimpahan mikroplastik fragmen pada titik 1 dan 2 menjadi 0 partikel/liter dikarenakan mikroplastik pada kedua titik tersebut terbawa arus aliran sungai menuju hilir (titik 3 dan 4), selain itu mikroplastik pada titik 1 dan 2 bernilai 0 partikel/liter dapat juga disebabkan oleh proses degradasi sampah plastik menjadi mikroplastik yang membutuhkan waktu [16]. Kemungkinan sampah plastik yang berada pada titik tersebut belum mengalami degradasi menjadi mikroplastik. Sampah plastik jenis PET sering digunakan sebagai kemasan makanan dan botol *soft drink* [13], sedangkan mikroplastik fragmen umumnya berasal dari botol, toples, serta potongan kecil dari pipa [2]. Dalam konteks ini, mikroplastik fragmen yang ditemukan dapat berasal dari botol minuman berbahan dasar PET yang dibuang ke aliran sungai.



Gambar 7. Kurva Hubungan Sampah PS dan Mikroplastik *Fiber*

Pada **Gambar 7**, dapat terlihat bahwa kurva hubungan sampah plastik jenis PS dengan mikroplastik bentuk *Fiber* di mana pada persentase sampah jenis PS sebesar 6,45% memiliki kelimpahan mikroplastik bentuk *fiber* sebesar 5 partikel/liter, dan pada persentase sebesar 12,5% memiliki kelimpahan 12 partikel/liter. Nilai persentase dan kelimpahan mengalami kenaikan dan penurunan yang disebabkan oleh faktor titik lokasi, di mana nilai persentase terbesar yakni 12,45% terletak pada titik 4 (hilir area *sampling*) begitu juga dengan nilai kelimpahan terbesar yakni 12 partikel/liter yang terletak di titik yang sama, sehingga hal tersebut dipengaruhi oleh aliran sungai yang dapat menyebabkan terjadinya akumulasi dari daerah aliran sebelumnya pada daerah hilir sungai [15]. Sampah plastik jenis PS merupakan jenis plastik yang umumnya digunakan pada busa kemasan, gelas sekali pakai, dan wadah makanan [13], hal tersebut sesuai dengan mikroplastik jenis *fiber* yang salah satunya dapat berasal dari peralatan rumah tangga [2]. Mikroplastik jenis *fiber* yang ditemukan dapat berasal dari wadah makanan berbahan dasar PS yang terbuang ke aliran sungai atau mengalami pengikisan ketika sedang dicuci.



4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel dari 4 titik masing-masing sebesar 5 partikel/liter mikroplastik *fiber* pada titik 1, lalu pada titik 2 nilai kelimpahan mikroplastik yang ditemukan sebesar 7 partikel/liter mikroplastik *fiber*, kemudian pada titik 3 nilai kelimpahan untuk mikroplastik *fiber* sebesar 6 partikel/liter dan mikroplastik fragmen 1 partikel/liter, sehingga total kelimpahan mikroplastik pada titik 3 sebesar 7 partikel/liter, dan pada titik 4 nilai kelimpahan mikroplastik sebesar 12 partikel/liter untuk bentuk *fiber* dan 2 partikel/liter untuk bentuk fragmen, sehingga total kelimpahan mikroplastik pada titik ini sebesar 14 partikel/liter. Adapun polimer plastik yang terdapat di Sungai Mahakam Kecamatan Muara Kaman berdasarkan hasil uji *FTIR*, didapatkan hasil dugaan terdapatnya plastik jenis *Polyamide* (*nylon*) dan plastik jenis *PTFE*.

Untuk sampah plastik yang terdapat pada Sungai Mahakam di Kecamatan Muara Kaman terdiri dari jenis polimer *PET*, *HDPE*, *PVC*, *PS*, *LDPE*, dan *PP*. Masing-masing titik pengambilan sampel memiliki persentase jenis polimer sampah plastik yang berbeda-beda di antaranya, pada titik 1 persentase jenis polimer sampah plastik terdiri dari *PET* sebesar 61,29%, *HDPE* sebesar 6,45%, *PVC* sebesar 3,23%, *PS* sebesar 6,45%, dan *LDPE* sebesar 22,58%, lalu pada titik 2 persentase jenis polimer sampah plastik terdiri atas *PET* sebesar 75%, dan *LDPE* sebesar 25%. Pada titik 3 persentase jenis polimer sampah plastik terdiri atas *PET* sebesar 41,67%, *PP* sebesar 25%, dan *LDPE* sebesar 33,33%. Pada titik 4 persentase jenis polimer sampah plastik terdiri dari *PET* sebesar 50%, *PVC* sebesar 18,75%, *PS* sebesar 12,5%,

Adapun korelasi antara keberadaan sampah plastik dengan mikroplastik di Sungai Mahakam Kecamatan Muara Kaman menunjukkan nilai yang fluktuatif, hal tersebut dikarenakan beberapa faktor di antaranya aktivitas warga di sekitar area pengambilan sampel yang mempengaruhi keberadaan sampah plastik di sungai, kemudian proses degradasi sampah plastik menjadi mikroplastik yang membutuhkan waktu, serta persebaran mikroplastik yang dipengaruhi oleh aliran sungai yang berpotensi menyebabkan terjadinya akumulasi dari daerah aliran sebelumnya.

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 bimbingannya dalam melaksanakan penelitian ini serta diucapkan terima kasih kepada rekan-rekan sejawat yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan.

Referensi

- [1] Y. D. Cahyo, N. Ummah, dan M. Iqbal, "Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Bebek (*Anas platyrhynchos domesticus*) Studi Kajian Tingkat Pencemaran Plastik Di Ternak Unggas Air," *REKASATWA Jurnal Ilmiah Peternakan*, vol. 2, no.2, pp. 90-96, 2020. Tersedia: <http://jim.unisma.ac.id/index.php/REKAPET/article/download/9026/7437>
- [2] D. A. Ambarsari dan M. Anggiani, "Kajian Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Wilayah Perairan Laut Indonesia," *Jurnal Oseana*, vol. 47, no. 1, pp 20-28, 2022. Tersedia: https://www.researchgate.net/publication/360310821_KAJIAN_KELIMPAHAN_MIKROPLASTIK_PADA_SEDIMEN_DI_WILAYAH_PERAIRAN_LAUT_INDONESIA
- [3] M. S. Bank, *Microplastics in Environment: Pattern and Process*, Cham, Switzerland: Springer, 2021. [Online]. Tersedia: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/50951>
- [4] N. C. Tuhumury dan J. M. F. Sahetapy, "Analisis Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Budidaya dan Air di Perairan Teluk Ambon," *Jurnal Grouper*, vol. 13, no.1, pp. 18-25, 2022. Tersedia: <http://grouper.unisla.ac.id/index.php/grouper/article/view/106>
- [5] BPS Kabupaten Kutai Kartanegara, *Kecamatan Muara Kaman Dalam Angka 2022*, BPS Kabupaten Kutai Kartanegara, 2022. [Online]. Tersedia: <https://kukarkab.bps.go.id/publication/2021/09/24/e0599de43ecdf1ad63c11cc2/kecamatan-muara-kaman-dalam-angka-2021.html>



- [6] M. I. S. Tasakka, M. Musrianton dan A.K. Admaja, “Perbandingan Timbulan Sampah Laut dan Daratan di Lokasi Wisata Berbasis Konservasi,” *Jurnal Airaha*, vol. 8, no. 2, pp. 172-182, 2019. [Online]. Tersedia: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2912847>
- [7] Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air Pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai, SNI 03-7016-2004, 2004.
- [8] F. Rahmadhani, “Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Pelagis dan Demersal Serta Sedimen dan Air Laut Di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang,” Undergraduate Thesis, Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia, 2019.
- [9] A. T. Sutanhaji, B. Rahadi, 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. Tersedia: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/415>
- [10] N. M. D. P. Ratnawati, I.G. Hendrawan, dan I. B. M. Brasika, “Potensi Sampah Masuk Ke Laut Dari Aktivitas Darat di Kabupaten Badung, Provinsi Bali,” *Journal of Marine Research and Technology*, vol. 5, no.1, pp. 5-9, 2022. Tersedia: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JMRT/article/download/74727/43590>
- [11] A. B. D. Nandiyanto, R. Oktiani, dan R. Ragadhita, “How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material,” *Indonesian Journal of Science and Technology*, vol.4, no. 1, pp. 97-118, 2019. Tersedia: <https://ejournal.upi.edu/index.php/ijost/article/view/15806>
- [12] N. A. G. Pamungkas, R. Hartati, dan S. Redjeki, “Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air Laut di Muara Sungai Wulan Demak,” *Jurnal Kelautan Tropis*, vol. 25, no. 3, pp. 421-431, 2022. Tersedia: <https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923>
- [13] T. A. P. Rocha-Santos dan A. C. Duarte, *Comprehensive Analytical Chemistry: Characterization and Analysis of Microplastics*, Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2017.
- [14] S. Basri, *Identifikasi Mikroplastik dan Pengukurannya*, Gowa, Indonesia: CV. Ruki Sejahtera Raja, 2021. [Online]. Tersedia: <https://www.researchgate.net/publication/361362146>
- [15] I. Utami, K. Resdianningsih, dan S. Rahmawati, “Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul,” *Jurnal Riset Daerah*, vol. 22, no. 1, pp. 4175-4184, 2022. [Online]. Tersedia: <https://ojs.bantulkab.go.id/index.php/jrd/article/view/21>
- [16] R. O. Vianti, Melki, Rozirwan, dan A. I. S. Purwiyanto, “Purifikasi dan Uji Degradasi Bakteri Mikroplastik Dari Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan,” *Maspari Journal*, vol. 12, no. 2, pp. 29-36, 2020. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.56064/maspari.v12i2.12648>