

Identifikasi Dan Kepadatan Mikroplastik Di Sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat Dan Banjir Kanal Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah

Rana Hadi Shafani*, Ria Azizah Tri Nuraini, Hadi Endrawati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail: ranahadishafani@gmail.com

ABSTRAK: Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran mikro (<5 mm). Mikroplastik membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi sehingga sulit dihilangkan di perairan. Sungai di Kota Semarang yang diduga banyak menyumbang sampah plastik di perairan Utara Jawa adalah Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur yang dimana kedua sungai ini adalah, dua sungai besar yang mengalir Kota Semarang. Potensi banyaknya sampah plastik yang disumbangkan dari kedua sungai besar inilah yang menyebabkan adanya dugaan aliran sungai dan muara sungainya dapat terkontaminasi mikroplastik, oleh karena itu perlu diadakannya penelitian menganalisis kepadatan dan jenis mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur, Semarang. Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan metode *purposive sampling* dilaksanakan pada bulan April dan Mei 2021 di 3 titik yang berbeda di setiap stasiun. Sampling air menggunakan plankton net, selanjutnya dilakukan pemisahan mikroplastik dengan larutan H_2O_2 30% dan $ZnCl_2$ untuk pemisahan densitas, penyaringan dengan *vaccum pump*, selanjutnya sample di analisis dengan mikroskop stereo dan uji FT-IR. Berdasarkan hasil *independent t – test* menunjukkan $p(0,169) > 0,05$ bahwa kepadatan mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur berbeda yang dimana ditunjukkan bahwa Kepadatan mikroplastik paling tinggi terdapat di perairan muara Banjir Kanal Timur sebesar 179,09 Partikel/ m^3 dengan kepadatan total bentuk *fiber* (37,80 partikel/ m^3), bentuk *fragment* (34,14 Partikel/ m^3), bentuk *film* (18,29 Partikel/ m^3), dan bentuk *pellets* (85,85 Partikel/ m^3). Kepadatan mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat yaitu sebesar 79,51 Partikel/ m^3 dengan kepadatan total bentuk *fiber* (20,73 partikel/ m^3), bentuk *fragment* (28,09 Partikel/ m^3), bentuk *film* (5,36 Partikel/ m^3), dan bentuk *pellets* (25,12 Partikel/ m^3). Warna mikroplastik yang ditemukan adalah hitam, biru, merah, cokelat, kuning, transparan, dan hijau. Hasil Uji FT-IR jenis polimer mikroplastik yang ditemukan adalah *Nylon*, *Nitrile*, PVC, PET, dan PC.

Kata kunci: Mikroplastik; Kepadatan; Muara; Semarang.

Abundance and Identification of Microplastic Types around The Banjir Kanal Barat Estuary and Banjir Kanal Timur, Semarang City, Central Java

ABSTRACT: *Microplastics are micro-sized (<5 mm) plastic particles. Microplastics take a long time to degrade, making them difficult to remove in water. The rivers in the city of Semarang that are suspected of contributing a lot of plastic waste in the waters of northern Java are the West Flood Canal and the East Flood Canal, where these two rivers are, two large rivers that flow through the city of Semarang. The potential for the large amount of plastic waste that is donated from the two major rivers is what causes the suspicion that the river flow and river estuary can be contaminated with microplastics, therefore it is necessary to conduct research to analyze the density and type of microplastic in the estuaries of the West Flood Canal and East Flood Canal, Semarang. Sampling of seawater was carried out by purposive sampling method carried out in April and May 2021 at 3 different points at each station. Sampling water using a plankton net, then separating the microplastic with a solution of 30% H_2O_2 and $ZnCl_2$ for density separation, filtering with a vacuum pump, then the sample is analyzed with a stereo microscope and FT-IR test. Based on the results of the independent t - test showing $p(0.169) > 0.05$ that the density of microplastics in the estuaries of the West Flood Canal and the East Flood Canal is different, which shows that the highest*

density of microplastics is found in the waters of the East Flood Canal estuary of 179.09 Particles/m³ with a total density of fiber form (37.80 particles/m³), fragment form (34.14 Particles/m³), film form (18.29 Particles/m³), and pellets form (85.85 Particles/m³). The density of microplastics in the estuary waters of the West Flood Canal is 79.51 Particles/m³ with a total density of fiber (20.73 particles/m³), fragments (28.09 Particles/m³), and films (5.36 Particles/m³), and the form of pellets (25.12 Particles/m³). The colors of the microplastics found were black, blue, red, brown, yellow, transparent, and green. The results of the FT-IR test for the types of microplastic polymers found are Nylon, Nitrile, PVC, PET, and PC.

Keywords: Microplastics; Abundance; Estuary; Semarang

PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu limbah dari aktivitas manusia yang memberikan peran besar dalam pencemaran lingkungan. Menurut Jambeck *et al.* (2015), Indonesia berada pada urutan kedua yang menyumbang lebih dari setengah sampah plastik yang ada di lautan setelah Tiongkok. Menurut data Kementerian keuangan (2019), pada tahun 2016 jumlah sampah plastik di Indonesia mencapai 65,2 juta ton per tahun. Peningkatan produksi sampah juga terjadi di Kota Semarang, yang dimana menurut laporan Kementerian Lingkungan Hidup, peningkatan produksi sampah di Kota Semarang dari tahun 2019 sampai 2020 adalah sebesar 25.03 ton/hari atau 9.137 ton/tahun. (Hariyanto, 2014) dan (Rahmayani dan Aminah, 2021), menyatakan bahwa produksi sampah di Kota Semarang adalah sebesar 2,835% dengan 16,28% nya adalah sampah plastik. Penumpukan sampah plastik yang berlebihan di darat dapat terbawa oleh aliran sungai dan bermuara di laut. Menurut Septian *et al.* (2018), Sebanyak 80% sampah plastik yang mencemari laut berasal dari daratan terbawa oleh angin dan hujan selanjutnya masuk ke sungai menuju laut sehingga sampah plastik tersebut menumpuk di lautan.

Plastik yang telah memasuki lautan seiring berjalannya waktu akan mengalami proses degradasi, tetapi sampah plastik tersebut memerlukan waktu puluhan hingga ratusan tahun untuk dapat terurai dengan sempurna hal inilah yang menyebabkan menyebabkan sampah plastik dapat mencemari lingkungan laut (Waryat *et al.*, 2013). Proses degradasi berawal dari plastik besar yang akan terdegradasi menjadi plastik berukuran makro (>20mm) lalu terdegradasi menjadi plastik berukuran meso (2-20mm) setelah itu, diiringi dengan dinamika laut dan melalui waktu yang panjang plastik meso akan terdegradasi menjadi partikel terkecil berukuran mikro atau yang disebut dengan mikroplastik (<5 mm). Mikroplastik di perairan saat ini telah menjadi persoalan serius di dunia, hal ini karena ukurannya yang mikro dan bersifat presisten sehingga sulit untuk dihilangkan dan memberikan dampak negatif bagi biota laut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Mikroplastik juga memiliki sifat karsinogenik karena mampu menyerap senyawa kimia yang berada disekitarnya, sehingga akan mengkhawatirkan apabila termakan oleh organisme laut

Menurut Kapo *et al.* (2020), mikroplastik sering dianggap sebagai makanan oleh organisme laut karena mikroplastik memiliki berbagai jenis warna selain itu, ukurannya yang kecil dan mampu mengapung di kolom air semakin memudahkan mikroplastik untuk masuk dan terakumulasi dalam tubuh organisme laut. Meskipun dampaknya pada manusia belum banyak dikaji, tetapi dampaknya terhadap biota laut sudah pernah dikaji yaitu dapat mengganggu dan merusak fungsi organ pada saluran pencernaan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, hingga mengganggu aktivitas reproduksi pada biota laut (Layn *et al.*, 2020)

Keberadaan mikroplastik hampir dapat ditemukan di seluruh wilayah perairan, tidak terkecuali di perairan kota semarang, yg dimana perairan kota semarang yg letaknya berbatasan dengan laut utara jawa dan dengan luasnya sungai yg mengalir ke pesisir di kota semarang, diduga akan menyumbang berbagai sampah plastik. Sungai di Kota Semarang yang diduga banyak menyumbang sampah plastik di perairan Utara Jawa adalah Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur yang dimana kedua sungai ini adalah, dua sungai besar yang mengalir Kota Semarang. Dua Sungai besar ini berpotensi menyumbang banyak sampah plastik karena Daerah

Aliran Sungai di sepanjang Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur merupakan wilayah pemukiman, industri, dan aktivitas penduduk lainnya, ditambah lagi di muara sungainya banyak ditemukan aktivitas pelayaran, aktivitas perikanan, dan pariwisata pantai. Potensi banyaknya sampah plastik yang disumbangkan dari kedua sungai besar inilah yang menyebabkan adanya dugaan aliran sungai dan muara sungainya dapat terkontaminasi mikroplastik.

Menurut Baktiar *et al.* (2016) dan Maslukah 2007, untuk perairan Banjir Kanal Timur berpotensi terdapat mikroplastik karena pada DAS terdapat pemukiman yg padat, terdapat aktivitas industri dan aktivitas perikanan seperti nelayan, tambak dan tempat pelelangan ikan. Sedangkan untuk perairan Banjir Kanal Barat menurut (Wardani *et al.* 2014) dan (Sari *et al.* 2016), berpotensi terkontaminasi limbah plastik karena merupakan saluran utama drainase di wilayah kota semarang bagian barat sehingga segala bentuk pembuangan limbah plastik akan mengalir ke drainase dan masuk ke sungai Banjir Kanal Barat dan berakhir di muara Banjir Kanal Barat. Limbah plastik di kedua muara sungai ini membuat potensi hadirnya mikroplastik di perairan sekitar muara ini semakin meningkat sehingga diperlukannya penelitian lebih lanjut selain itu penelitian terhadap identifikasi kepadatan mikroplastik di kedua muara ini juga belum dilakukan sehingga, perlunya adanya penelitian untuk mengetahui apakah terdapat kontaminasi mikroplastik di wilayah tersebut dan kepadatan mikroplastiknya di sekitar perairan Muara sungai Banjir Kanal Barat dan Muara Sungai Banjir Kanal Timur di Kota Semarang, Jawa Tengah.

MATERI DAN METODE

Materi yang diteliti merupakan sampel air laut aut yang diambil dari muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah di 3 titik (Tabel 1) . Penelitian ini dilakukan pada bulan April dan Mei 2021. Penentuan titik lokasi pengambilan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu mempertimbangkan keadaan daerah penelitian dengan memperhatikan keterwakilan dari lokasi penelitian. Pengambilan sampel air menggunakan *plankton net* dengan ukuran diameter 25 cm dan panjang 50cm. *Plankton net* diturunkan dari kapal dengan seluruh plankton net terendam di kolom air (Frias *et al.*, 2014). *Plankton net* diseret secara horizontal menggunakan kapal motor dengan kecepatan 3 knots secara konstan selama 1 menit. Sampel air yang telah diambil dimasukkan kedalam botol sampel volume 600 mL. Setelah semua sampel air tersaring, plankton net dibersihkan dan dibilas dengan air agar tidak ada mikroplastik yang tertinggal ataupun menempel pada jaring (Ayuningtyas *et al.*, 2019).

Pengolahan sampel yang terdiri dari persiapan sampel, pemisahan sampel, dan identifikasi sampel air. Persiapan sampel dilakukan dengan menambahkan 20 mL etanol 70% pada sampel (Viršek, 2016). Selanjutnya, sampel dituang pada wadah kaca sebanyak 125 mL lalu ditambahkan larutan H₂O₂ 30% sebanyak 125 mL untuk menghilangkan bahan organik pada sampe (Hanif *et al.*, 2021). Sampel didiamkan selama 24 jam. Sampel selanjutnya ditambahkan larutan ZnCl₂ 20 mL untuk memisahkan densitas mikroplastik dengan air, lalu didiamkan selama 24 jam (Coppock *et al.*, 2017). Pemisahan mikroplastik dilakukan dengan menyaring sampel air pada kertas saring whatman no. 42 ukuran pori 2,5 µm menggunakan *vacum pump* (Febriani *et al.*, 2020). Setelah itu kertas *whatman* dibiarkan mengering pada suhu ruangan.

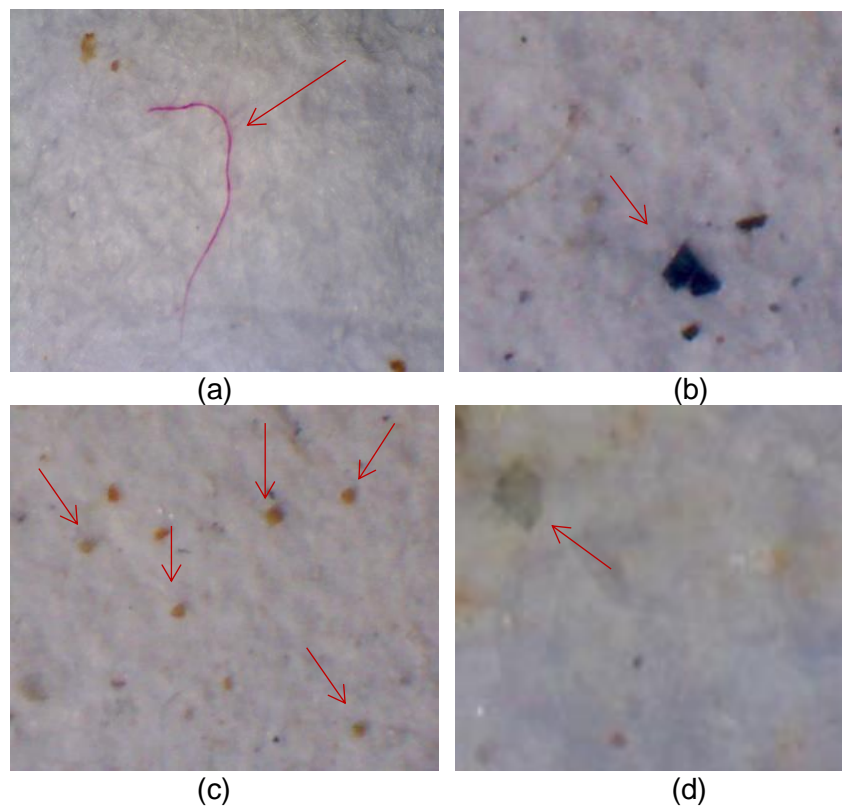
Tabel 1. Lokasi Sampling beserta titik

No.	Stasiun Sampling	Titik Sampling	
		Titik	Titik Koordinat
1.	Sungai Banjir Kanal Barat	Titik Barat 1	6°56'25.44"S 110°23'49.56"E
		Titik Barat 2	6°56'32.64"S 110°23'40.20"E
		Titik Barat 3	6°56'43.26"S 110°23'36.65"E
2.	Sungai Banjir Kanal Timur	Titik Timur 1	6°56'32.88"S 110°26'25.86"E
		Titik Timur 2	6°56'19.14"S 110°26'29.09"E
		Titik Timur 3	6°56'9.66"S 110°26'41.63"E

Mikroplastik yang telah tersaring diidentifikasi warna, dan bentuknya dibawah mikroskop stereo (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Identifikasi jenis polimer mikroplastik dilakukan dengan menggunakan uji FT-IR *spectroscopy*. Kepadatan mikroplastik dapat dihitung dengan memasukkan angka kedalam rumus menurut NOAA (2013). Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis statistik menggunakan *independent sample t – test* untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kepadatan mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat dan perairan muara Banjir Kanal Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi mikroplastik secara visual dengan menggunakan mikroskop stereo Olympus SZ-ILST dengan perbesaran 45x pada sampel air di perairan muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur didapatkan 4 bentuk mikroplastik yaitu, *fragment*, *film*, *fiber*, dan *pellets* (Gambar 1). Mikroplastik jenis *fiber* yang ditemukan berbentuk tipis dan memanjang seperti serat sintetis (Sari *et al.*, 2015). Mikroplastik bentuk *fiber* yang ditemukan di laut dapat berasal dari limbah domestik (Browne, 2015) dan aktivitas perikanan yang sebagian besar berasal dari jaring ikan dan tali pancing (Azizah *et al.*, 2020). Mikroplastik bentuk *fragment* berbentuk seperti pecahan – pecahan plastik yang ukurannya lebih besar dari mikroplastik bentuk lainnya, hal ini di duga bentuk *fragment* berasal dari pecahan kantong plastik dan botol – botol plastik akibat proses degradasi (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Mikroplastik Bentuk *pellets* memiliki ukuran yang sangat kecil dan berbentuk bulat seperti *granule* (Antunes *et al.*, 2013). Mikroplastik bentuk *film* berbentuk lembaran tipis dan umumnya berwarna transparan. seperti pernyataan Febriani *et al.* (2020), mikroplastik bentuk *film* berbentuk lembaran tipis sehingga memiliki densitas yang yang keberadaannya di laut diduga berasal dari pecahan kantong plastik atau plastik kemasan.

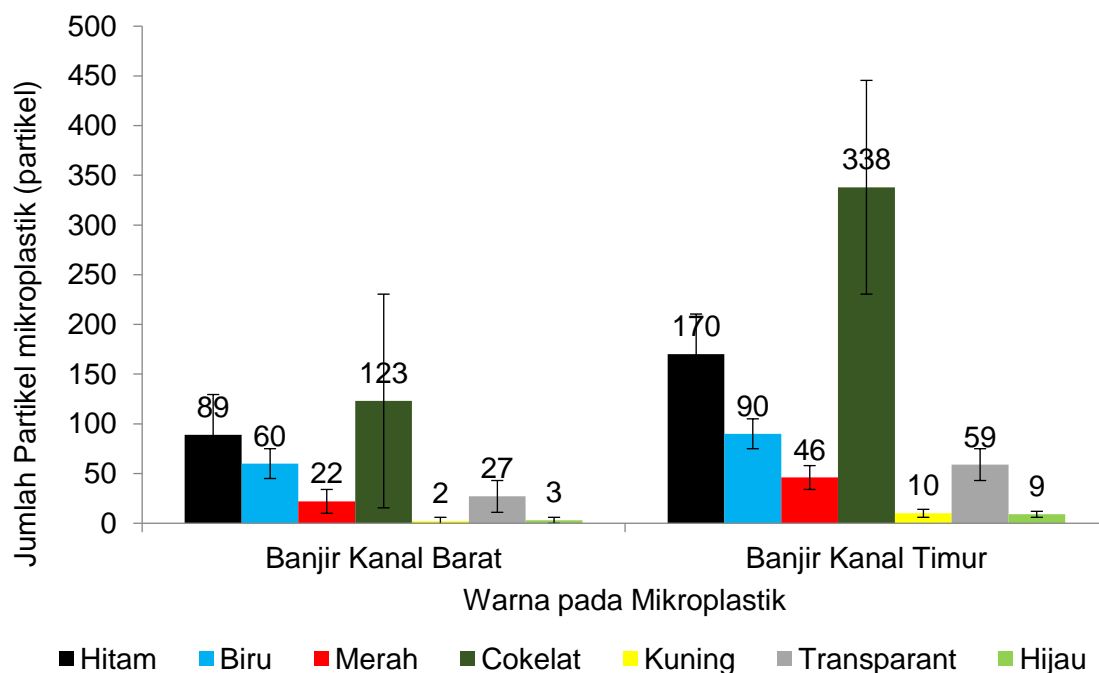


Gambar 1. Hasil Identifikasi Mikroplastik di Muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur: (a) *fiber*; (b) *fragment*; (c) *pellets*; (d) *film*

Hasil analisis warna mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur ditemukan warna hitam, biru, merah, coklat, kuning, transparan, dan hijau (Gambar 2). Warna coklat adalah warna yang mendominasi partikel mikroplastik dengan total jumlah partikel di kedua lokasi adalah 461 partikel. Warna coklat yang mendominasi di kedua lokasi ini dikarenakan banyak ditemukan mikroplastik bentuk *pellets*. Mikroplastik bentuk *pellets* umumnya berwarna putih namun dapat berubah warna menjadi kuning kecokelatan jika mengapung lama di lautan (Antunes *et al.*, 2013). Warna yang mendominasi kedua pada partikel mikroplastik adalah warna hitam dengan jumlah 259 partikel. Warna hitam pada partikel mikroplastik dapat berasal dari warna asal plastik tersebut ataupun dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam partikel mikroplastik tersebut dan lamanya proses degradasi di lautan (Kapo *et al.*, 2020).

Warna biru sebanyak 150 partikel pada hasil penelitian ini, didominasi oleh mikroplastik bentuk *fiber*, hal ini didukung dari hasil penelitian oleh Huntington *et al.*, (2019), bahwa 98 % mikroplastik yang ditemukan adalah bentuk *fiber* yang didominasi warna biru. Warna *transparent* didominasi oleh mikroplastik bentuk *film* yang diduga berasal kantong plastik yang tipis dan *transparent* (Kapo *et al.*, 2020). Warna yang paling sedikit di kedua lokasi adalah warna hijau dengan jumlah 12 partikel dan kuning dengan jumlah 12 partikel. Warna kuning, Hijau, dan Merah pada partikel mikroplastik diduga merupakan warna asal dari hasil antropogenik seperti pecahan plastic dan benang pakaian (Kapo *et al.*, 2020). Warna yang masih pekat ini mengindikasikan bahwa partikel mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna (*discolouring*) yang signifikan karena sulitnya proses degradasi plastik tersebut oleh sinar ultraviolet (Sulistyo *et al.*, 2020).

Kepadatan total mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 2, untuk stasiun perairan Muara Banjir Kanal barat sebesar 79,51 Partikel/m³ sedangkan pada stasiun Kepadatan pada stasiun perairan Muara Banjir Kanal Timur 179,09 Partikel/m³. Kepadatan tertinggi terdapat di perairan muara Banjir Kanal Timur dimana kepadatan total bentuk *fiber* sebesar 37,80 partikel/ m³, bentuk *fragment* sebesar 34,15 Partikel/m³, bentuk *film* sebesar 18,29 Partikel/m³, dan bentuk *pellets* sebesar 85,85 Partikel/m³. Kepadatan terendah terdapat di perairan muara Banjir Kanal Barat dimana kepadatan total bentuk *fiber* sebesar 20,73 partikel/ m³, bentuk *fragment* sebesar 28,29 Partikel/m³, bentuk *film* sebesar 5,37 Partikel/m³, dan bentuk *pellets* sebesar 25,12 Partikel/m³.



Gambar 2. Grafik Jumlah Warna Mikroplastik di Perairan Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur

Hasil *independent t test* (Tabel 3) diketahui bahwa jumlah mikroplastik di perairan muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur menunjukkan $p(0,169) > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan di kedua lokasi tersebut tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan dan kegiatan yang ditemukan di kedua perairan tersebut hampir sama (Suriyanto *et al.*, 2020). Perbedaan yang tidak nyata ini menurut Yolla *et al.* (2019), mengartikan bahwa perbedaan bentuk mikroplastik tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap kepadatan mikroplastik di kedua lokasi penelitian, selain itu perbedaan yang tidak signifikan ini menyatakan bahwa sebaran mikroplastik hampir merata di perairan Semarang.

Kepadatan total bentuk *fiber* di perairan muara Banjir Kanal Timur lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan muara Banjir Kanal Barat (Gambar 3) hal ini diduga mikroplastik jenis *fiber* di perairan muara Banjir Kanal Timur berasal dari limbah kapal nelayan, alat tangkap nelayan seperti tali pancing dan jaring ikan yang terbuang secara sengaja maupun tidak sengaja. Sesuai pernyataan Ayuningtyas *et al.*, (2019), mikroplastik bentuk *fiber* berasal dari kain sintesis hasil limbah kapal nelayan seperti alat pancing dan jaring ikan. Perairan muara Banjir Kanal Timur didominasi oleh kegiatan perikanan seperti memancing dan aktivitas nelayan dibandingkan dengan di perairan muara Banjir Kanal Barat.

Kepadatan total bentuk *fragment* di perairan muara Banjir Kanal Timur lebih tinggi (Gambar 3) hal ini diduga karena perairan disekitar muara Banjir Kanal Timur dekat dengan pemukiman penduduk sehingga pecahan plastik ini diduga berasal dari limbah plastik aktivitas domestik disekitar perairan maupun yang terbawa oleh sungai menuju laut. Bentuk *fragment* diduga berasal dari limbah plastik aktivitas domestik seperti botol minuman plastik, bungkus makanan plastik, sisa-sisa toples plastik yang terbuang, kepingan galon dan potongan-potongan kecil pipa paralon (Hiwari *et al.*, 2019). Sedangkan untuk di perairan muara Banjir Kanal Barat bentuk *fragment* diduga karena di sekitar muaranya terdapat area wisata pantai sehingga limbah aktivitas pengunjung berupa benda – benda plastik seperti botol – botol minuman plastik dan kemasan plastik turut menjadi penyumbang banyaknya ditemukan mikroplastik bentuk *fragment*. Sesuai dengan hasil penelitian Hiwari *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa mikroplastik bentuk *fragment* di sekitar area pantai lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan bentuk mikroplastik lainnya.

Tabel 2. Hasil perhitungan Kepadatan Mikroplastik di Perairan Muara Banjir Kanal Barat dan Muara Banjir Kanal Timur

Bentuk	Kepadatan Mikroplastik (Partikel/m ³)	
	Banjir Kanal Barat	Banjir Kanal Timur
Fiber	20,73	37,80
Fragment	28,29	34,15
Film	5,37	18,29
Pellets	25,12	85,85
Total	79,51	179,09

Tabel 3. Hasil analisis statistik *independent t – test* Kepadatan Mikroplastik di Perairan Muara Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur

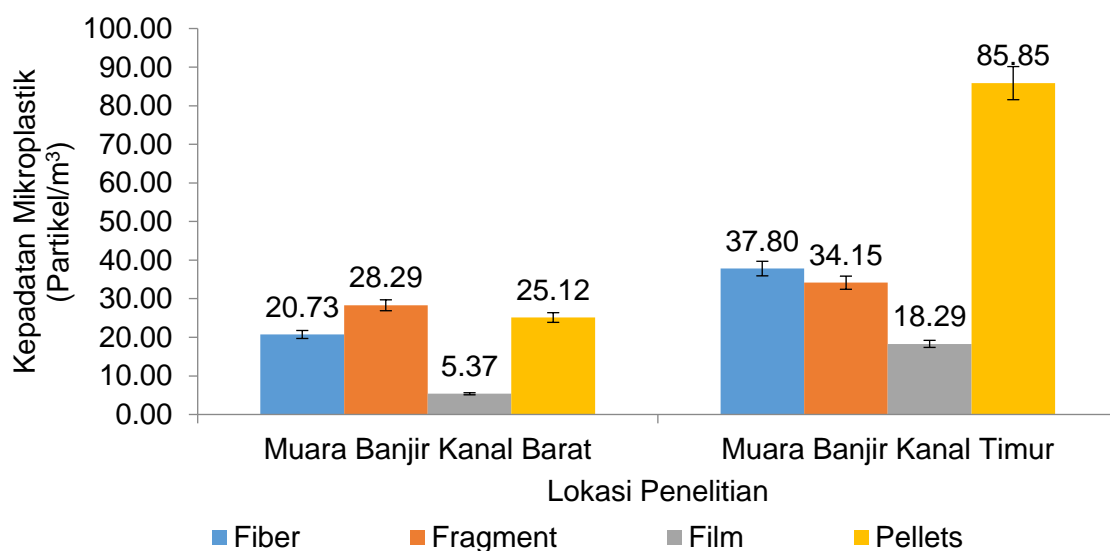
Lokasi	Rata - rata ± StD Partikel Mikroplastik	Normalitas		Hasil Uji Normalitas	<i>p value</i>
		Lhitung	Ltabel		
Banjir Kanal Barat	81,5±41,65	0,203	0,381	Normal	$p(0,169) > 0,05$
Banjir Kanal Timur	180,5±119,48	0,187	0,381	Normal	

*Keterangan : Jika L hitung < L Tabel maka Data Berdistribusi Normal

Bentuk *pellets* merupakan bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan di perairan muara Banjir Kanal Timur, sehingga kepadatan totalnya lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk mikroplastik lainnya. Kepadatan mikroplastik bentuk *pellets* yang tinggi di perairan muara Banjir Kanal Timur dapat disebabkan adanya *run off* menuju muara Banjir Kanal Timur. Menurut Harahap *et al.*, (2020), Sungai Banjir Kanal Timur yang melintasi kota Semarang merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang padat pemukiman dan industri, salah satu industri di sekitar DAS adalah industri plastik. Keberadaan industri plastik di sekitar DAS inilah yang diduga menjadi penyebab kepadatan *pellets* lebih tinggi di sekitar perairan muara Banjir Kanal Timur dibandingkan di perairan muara Banjir Kanal Barat.

Bentuk *film* ditemukan paling sedikit di perairan muara Banjir Kanal Barat dan di perairan muara Banjir Kanal Timur. Bentuk *film* yang ditemukan di kedua lokasi ini diduga berasal dari aktivitas manusia di sekitar perairan maupun di sepanjang aliran sungai kedua muara tersebut. Kepadatan mikroplastik bentuk *film* lebih banyak ditemukan di perairan muara Banjir Kanal Timur karena diduga adanya pemukiman di sekitar perairan muara tersebut sehingga potensi limbah plastik yang dibuang lebih banyak. Menurut Azizah *et al.*, (2020) dan Hanif *et al.*, (2021), Kebiasaan masyarakat yang masih sering menggunakan kantong plastik seperti pembungkus plastik, dan botol plastik yang tidak di daur ulang merupakan faktor terbentuknya mikroplastik bentuk *film*. Kepadatan bentuk *film* yang rendah dikarenakan densitasnya yang lebih rendah dari mikroplastik bentuk lainnya sehingga, tidak banyak tersampling karena sifatnya yang mudah terbawa oleh arus (Ayuningtyas *et al.*, 2019).

Berdasarkan pembacaan *peak* terdapat 5 jenis polimer mikroplastik yaitu *Nylon*, *Nitrile*, (*Polyvinyl Chloride*) PVC, (*Polyethylene terephthalate*) PETE, dan (*Polycarbonate*) PC. Pendugaan jenis polimer Banjir Kanal Timur dapat dilihat pada (Tabel 4) dan Banjir Kanal Barat pada (Tabel 5). Pendugaan jenis polimer *Nylon* dan *Nitrile* ditunjukkan dengan ikatan N-H *stretch* di perairan muara Banjir Kanal Barat pada *range* bilangan 3309.43-3302.94/cm sedangkan di perairan muara Banjir Kanal Timur ditunjukkan pada *range* bilangan 3308.87-3305.59/cm yang menunjukkan ikatan N-H *stretch*; ikatan N-H *secondary amida* pada *range* bilangan gelombang 3295.92-3284.81/cm. Ikatan N-H merupakan penyusun utama dari *polyamides* atau yang disebut dengan *nylon* (Maulina, 2016). Pendugaan jenis polimer (*Polyvinyl Chloride*) PVC ditunjukkan dengan ikatan C-Cl *stretch* di perairan muara Banjir Kanal Barat pada *range* bilangan gelombang 663.84-607.54 /cm dan ikatan CH₂ *bend* pada bilangan gelombang 1427.95/cm di perairan muara Banjir Kanal Timur. Polimer PVC ditunjukkan dengan adanya ikatan atom *chlorine* yang disubstitusi dalam salah satu kelompok CH₂ (Siddiqui *et al.*, 2008).



Gambar 3. Grafik Kepadatan mikroplastik di perairan berdasarkan lokasi penelitian

Tabel 4. Analisa Uji FT – IR Mikroplastik di Perairan Muara Banjir Kanal Barat

Banjir Kanal Timur				
No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Ir Tabel	Ikatan	Bentuk
1.	3308.87	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
2.	3306.65	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
3.	3305.59	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
4.	3295.92	3300 – 3250	N-H <i>sec amida</i>	Terdapat ikatan Nylon
5.	3290.60	3300 – 3250	N-H <i>sec amida</i>	Terdapat ikatan Nylon
6.	3284.81	3300 - 3250	N-H <i>sec amida</i>	Terdapat ikatan Nylon
7.	2898.36	2850 – 3000	C-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PETE
8.	1639.78	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
9.	1639.20	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
10.	1639.19	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
11.	1619.96	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
12.	1618.45	1610 – 1620	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
13.	1615.03	1600 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
14.	1427.95	1405 – 1465	CH ₂ <i>bend</i>	Terdapat ikatan PVC
19.	1159.32	1125 – 1205	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PC
21.	1158.84	1125 – 1205	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PC
23.	1053.78	1050 – 1150	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PETE
29.	662.80	600 – 800	C-Cl <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PVC

Tabel 5. Analisa Uji FT – IR Mikroplastik di Perairan Muara Banjir Kanal Barat

Banjir Kanal Barat				
No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Ir Tabel	Ikatan	Bentuk
2.	3309.43	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
3.	3306.92	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
4.	3304.48	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
5.	3304.47	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
6.	3302.94	3300 – 3500	N-H <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nylon
7.	1639.72	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
8.	1639.72	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
9.	1639.00	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
10.	1632.85	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
11.	1627.07	1620 – 1680	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
12.	1610.47	1610 – 1620	C=C <i>stretch</i>	Terdapat ikatan Nitrile
18.	1159.47	1125 – 1205	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PC
19.	1053.47	1050 – 1150	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PETE
20.	1051.77	1050 – 1150	C-O <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PETE
26.	663.84	600 – 800	C-Cl <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PVC
27.	607.54	600 – 800	C-Cl <i>stretch</i>	Terdapat ikatan PVC

Pendugaan jenis polimer (*Polyethylene terephthalate*) PETE ditunjukkan dengan ikatan C-O *stretch* di perairan muara Banjir Kanal Barat pada bilangan gelombang 1159.47-1051.77/cm, dan ikatan C-O di perairan muara Banjir Kanal Timur pada bilangan gelombang 1053.78/cm. polimer *Polyethylene terephthalate* (PETE) ditunjukkan dengan adanya kelompok ester dan dapat dilihat

pada ikatan C-O *stretch* (Ioakeimidis *et al.*, 2016). Pendugaan jenis polimer (*Polycarbonate*) PC ditunjukkan dengan ikatan C-O *stretch* di perairan muara Banjir Kanal Barat pada bilangan gelombang 1159.47/cm dan ikatan C-O *stretch* di perairan muara Banjir Kanal Timur pada bilangan gelombang 1159.32–1158.84/cm .

KESIMPULAN

Kepadatan mikroplastik paling tinggi terdapat di perairan muara sungai Banjir Kanal Timur yaitu sebesar 179,09 Partikel/m³ dengan kepadatan tertinggi pada bentuk *pellets* sebesar. Hal ini dikarenakan adanya *run off* menuju muara Banjir Kanal Timur dari aliran sungai Banjir Kanal Timur yang di sekitarnya terdapat aktivitas industri, salah satunya industri plastik. Kepadatan di perairan muara sungai Banjir Kanal Barat yaitu sebesar 79,51 Partikel/m³ dengan kepadatan tertinggi pada bentuk *fragment* yaitu sebesar. Hal ini dikarenakan di sekitar muaranya terdapat area wisata pantai sehingga limbah aktivitas pengunjung berupa benda – benda plastik seperti botol – botol minuman plastik dan kemasan plastic. Bentuk mikroplastik yang ditemukan di perairan muara Banjir Kanal Barat dan perairan muara Banjir Kanal Timur adalah *fragment*, *fiber*, *film*, dan *pellets*, dan warna mikroplastik yang ditemukan adalah Hitam, Biru, Merah, Cokelat, kuning, Transparan, Hijau dengan dominasi warna cokelat. Berdasarkan identifikasi jenis polimer mikroplastik dengan uji FT-IR diduga jenis mikroplastik yang ditemukan adalah *Nylon*, *Nitrile*, (*Polyvinyl Chloride*) PVC, (*Polyethylene terephthalate*) PET, dan (*Polycarbonate*) PC.

DAFTAR PUSTAKA

- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. 2013. Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP). Maryland (US): NOAA. 168.
- [KEMENKEU] Kementerian Keuangan. 2019. Media Keuangan : Bumi Dalam Kantong Plastik. Indonesia, 14 (144).
- Antunes, J.C., Frias, J.G.L., Micaelo, A.C. & Sobral, P. 2013. Resin pellets from beaches of the Portuguese coast and adsorbed persistent organic pollutants. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 130:62–69. DOI: 10.1016/j.ecss.2013.06.016
- Ayuningtyas, W.C., Yona, D., Julinda, S.H. & Iranawati, F. 2019. Kepadatan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuwangi, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1):41-45. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5
- Azizah, P., Ridlo, A. & Suryono, C.A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3):326–332. DOI: 10.14710/jmr.v9i3.28197
- Baktiar, A.H., Wijaya, A.P. & Sukmono, A. 2016. Analisis Kesuburan dan Pencemaran Air Berdasarkan Kandungan Klorofil – a dan Konsentrasi *Total Suspended Solid* Secara Multitemporal di Muara Banjir Kanal Timur. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4):263–276
- Browne, M.A., Niven, S.J., Galloway, T.S., Rowland, S.J. & Thompson, R.C. 2013. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. *Current Biology*, 23(23):2388–2392. DOI: 10.1016/j.cub.2013.10.012
- Coppock, R.L., Cole, M., Lindeque, P.K., Queirós, A.M. & Galloway, T.S. 2017. A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments. *Environmental Pollution*, 230:829 – 837. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.07.017
- Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M., 2020. Distribusi Mikroplastik Di Perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Depik*, 9(3):386-392. DOI: 10.13170/depik.9.3.17387
- Frias, J.P., Otero, V. & Sobral, P. 2014. Evidence of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Marine Environmental Research*, 95:89–95. DOI: 10.1016/j.marenvres.2014.01.001
- Hanif, K.H., Suprijanto, J. & Pratikto, I., 2021. Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(1):1-6. DOI: 10.14710/jmr.v9i2.26832

- Harahap, M. K. A., Rudiyaniti, S., Widyorini, N., 2020. Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Konsentrasi Logam Berat dan Indeks Pencemaran Di Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2):108-115.
- Hariyanto. 2014. Pengelolaan Sampah di Kota Semarang Untuk Menuju Kota Bersih. *Jurnal Geografi*, 11(2):237–246.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C. & Thiel, M. 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6):3060–3075. DOI: 10.1021/es2031505
- Hiwari, H., Purba, N.P., Ihsan, Y.N., Yuliadi, L.P. & Mulyani, P.G. 2019. Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat dan Biodiversitas Indonesia*, 5 (2):165-171.
- Ioakeimidis, C., Fotopoulou, K.N., Karapanagioti, H.K., Geraga, M., Zeri, C., Papatthanassiou, E., Galgani, F. & Papatheodorou, G. 2016. The degradation potential of PET bottles in the marine environment: An ATR-FTIR based approach. *Scientific Reports*, 6(1):1–8. DOI: 10.1038/srep23501
- Kapo, F.A., Toruan, L.N. & Paulus, C.A. 2020. Jenis dan Kepadatan Mikroplastik Pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1):10-21.
- Layn, A.A., Emiyarti., & Ira. 2020. Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen Di Sedimen Perairan Teluk Kendari. *Sapa Laut*, 5(2):115-122. DOI: 10.33772/jsl.v5i2.12165
- Maulina, W. 2016. Kajian Membran Komposit Nilon-Arang Melalui Karakterisasi FTIR dan SEM. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, 2(1):56-6. DOI: 10.25273/jpdk.v2i1.25
- Maslukah, L. 2007. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Terlarut, Dalam Seston, Dan Dalam Sedimen Di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Akuatik - Jurnal Sumberdaya Perairan*, 2(1):1–4.
- Rahmayani, C.A. & Aminah. 2021. Efektivitas Pengendalian Sampah Plastik Untuk Mendukung Kelestarian Lingkungan Hidup Di Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 3(1): 18 – 33.
- Sari, D.A., Haeruddin, H. & Rudiyaniti, S. 2016. Analisis Beban Pencemaran Deterjen dan Indeks Kualitas Air di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dan Hubungannya dengan Kepadatan Fitoplankton. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4):353–362. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14635
- Septian, F.M., Purba, N.P., Agung, M.U.K., Yuliadi, L.P.S., Akuan, L.F. & Mulyani, P.G., 2018. Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1):1-8
- Siddiqui, M. N., Gondal. M.A. & Redhwi, H.H. 2008. Identification of Different Type of Polymers in Plastics Waste. *Journal of Environment Science and Health*, 43:1303–1310. DOI: 10.1080/10934520802177946
- Sulistyo, E.N., Rahmawati, S., Putri, R.A., Arya. N. & Eryan, Y.A. 2020. Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *Journal of Sciences and Data Analysis*, 1(1):85-91. DOI: 10.20885/EKSAKTA.vol1.iss1.art13
- Suriyanto., Amin, B. & Nedi, B. 2020. Distribusi Mikroplastik pada Air Laut di Pesisir Barat Pulau Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(3):1–8.
- Yolla., Fauzi, M., & Sumiarsih, E. 2019. Jenis dan Kepadatan Mikroplastik di Sedimen Pantai Desa Naras Hilir Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Journal of Marine unri*.
- Wardani, D. A. K., Dewi., & Utami, N. R. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1):1–8.
- Waryat., Romli, M., Suryani, A., Yuliasih, I. & Johan, S. 2013. Karakteristik Morfologi, Termal, Fisik–Mekanik, dan Barrier Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Komposit Pati Termoplastik LLDPE/HDPE. *Agritech*, 33(2) :197–207.