

**KONTAMINASI MIKROPLASTIK DI PERAIRAN SUNGAI JEBUNG
DESA SUNGAI NIBUNG**

Microplastic Contamination in the Waters of the Jebung River, Sungai Nibung Village

Agnes Putri Maser, Ikha Safitri^{*)}, Warsidah, Mega Sari Juane Sofiana

Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat 78124

^{*)}Korespondensi: isafitri@marine.untan.ac.id

Diterima: 16 September 2023; Disetujui: 29 November 2023

ABSTRAK

Sampah plastik telah menjadi isu nasional maupun internasional. Sampah plastik akan mengalami degradasi menjadi ukuran yang lebih kecil, seperti mikroplastik. Kontaminasi mikroplastik dapat terjadi di wilayah pesisir dan laut yang dapat memberikan dampak negative terhadap lingkungan, mengganggu keseimbangan ekosistem, dan biota akuatik yang ada. Sungai Jebung yang terletak di kawasan pesisir Desa Sungai Nibung, berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis, kepadatan, dan jenis polimer berdasarkan gugus fungsi mikroplastik di Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat. Pengambilan sampel air dilakukan di tiga stasiun dengan dua kali pengulangan. Identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop binocular dan analisis gugus fungsi dengan FTIR. Jenis mikroplastik yang ditemukan di sampel air terdiri dari film, fiber, fragmen, dan pelet. Jenis film dan fiber memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Rata-rata kepadatan total mikroplastik sebesar 3.188,94 partikel/L. Jenis polimer yang ditemukan antara lain *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE).

Kata Kunci: mikroplastik, *polyethylene*, *polystyrene*, *polytetrafluorethylene*

ABSTRACT

*Plastic waste has become a national and international issue. Plastic waste will degrade into smaller sizes, such as microplastics. Microplastic contamination can occur in coastal and marine areas which can have a negative impact on the environment, disrupting the balance of the ecosystem and aquatic biota. Sungai Jebung located in the coastal area of Desa Sungai Nibung, has the potential to microplastic pollution. This research aims to identify the type, density and type of polymer of microplastics in Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung, West Kalimantan. Water sampling was carried out at three stations with two repetitions. Identification of microplastic types was carried out using a binocular microscope and polymer analysis was done using FTIR. The types of microplastics found in the water samples consisted of films, fibers, fragments and pellets. Film and fiber have a higher percentage compared to other types. The average total density of microplastics was 3,188.94 particles/L. The types of polymers found include *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), and *polytetrafluorethylene* (PTFE).*

Keywords: *microplastic*, *polyethylene*, *polystyrene*, *polytetrafluorethylene*

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik telah menjadi isu nasional maupun internasional (Beaumont *et al.*, 2019), dimana penggunaannya yang banyak di berbagai bidang sehingga menyebabkan permasalahan sampah plastik menjadi sangat kompleks (Kapo *et al.*, 2020). Produk plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik skala industri maupun rumah tangga. Indonesia dilaporkan menempati urutan kedua setelah China sebagai penyumbang sampah plastik (Cordova and Wahyudi, 2016). Berdasarkan informasi terbaru, pada tahun 2018 produksi sampah plastik dunia mencapai 360 juta ton (Plastics, 2019) dan meningkat menjadi 367 juta ton pada tahun 2020 (Tong *et al.*, 2022). Sekitar 7.000 hingga 250.000 ton masuk ke perairan laut (Galafassi *et al.*, 2019).

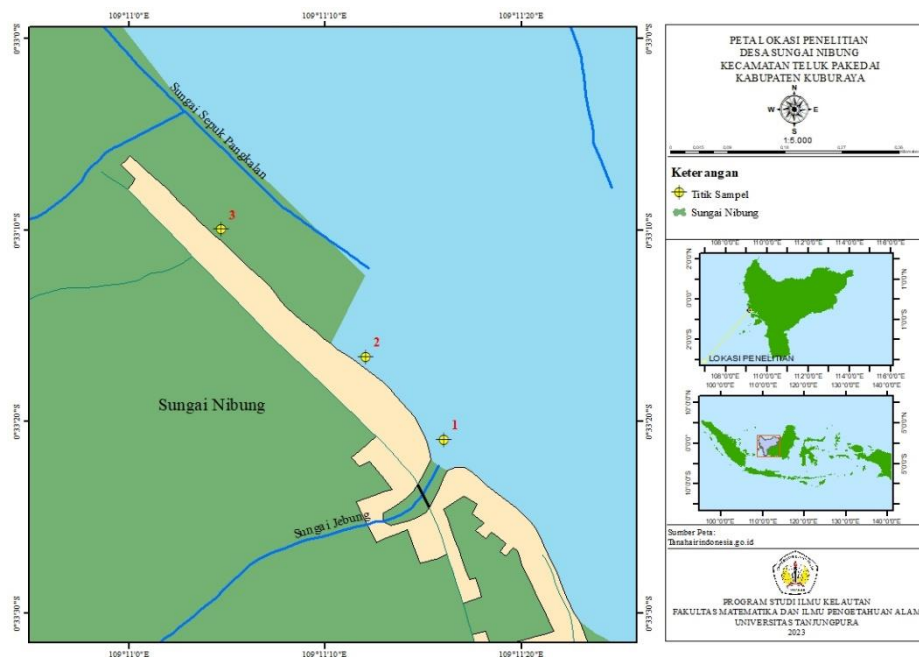
Sampah plastik akan mengalami degradasi (Liu *et al.*, 2022) menjadi ukuran yang lebih kecil (Thakur *et al.*, 2022), seperti mikroplastik (Lebreton *et al.*, 2018) dan nanoplastik (Gigault *et al.*, 2018). Kontaminasi mikroplastik dapat terjadi di lingkungan laut, daerah pesisir (Takarina *et al.*, 2022), permukaan hingga dasar perairan (Cordova and Wahyudi, 2016), serta daerah kutub (Obbard *et al.*, 2014). Penelitian mengenai mikroplastik telah banyak dilakukan di Indonesia (Takarina *et al.*, 2022), termasuk Kalimantan Barat. Kontaminasi mikroplastik tersebut dapat terjadi di air dan sedimen. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kelimpahan mikroplastik di Sungai Kapuas sebesar 943,3 partikel/L (Sugandi *et al.*, 2021) dan estuari Peniti (37,75 partikel/L) (Saputri, 2021). Selain itu, penelitian Lestari (2019) menemukan kelimpahan mikroplastik tertinggi di sedimen terdapat pada kedalaman 20-30 cm. Mikroplastik bersifat persisten di perairan (Turner *et al.*, 2020) dalam jangka waktu yang sangat lama (Andrady, 2015). Kontaminasi mikroplastik menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, keseimbangan

ekosistem, dan biota akuatik (Mauludy *et al.*, 2019).

Di wilayah pesisir, keberadaan mikroplastik berkorelasi dengan aktivitas rumah tangga, pariwisata, industri, maupun kegiatan perikanan (Wang *et al.*, 2019; Takarina *et al.*, 2022). Sedangkan kelimpahannya juga bervariasi, tergantung dengan populasi masyarakat, jumlah sampah yang dihasilkan (Jambeck *et al.*, 2015), serta sungai yang membawa mikroplastik tersebut ke lingkungan laut (Lebreton *et al.*, 2018). Desa Sungai Nibung merupakan salah satu desa pesisir di Kecamatan Teluk Pakedai, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat (BPS Kecamatan Teluk Pakedai, 2019) memiliki banyak aliran sungai-sungai kecil, salah satunya adalah Sungai Jebung yang mendukung aktivitas masyarakat di desa tersebut. Sungai Jebung berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik yang dapat membahayakan lingkungan dan organisme akuatik yang ada di perairan tersebut. Tujuan penelitian yaitu untuk mengidentifikasi jenis, kelimpahan, dan jenis polimer berdasarkan gugus fungsi mikroplastik di Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat.

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan Maret 2023 di Sungai Jebung, Kalimantan Barat. Sampel air diambil di empat titik stasiun (Gambar 1) dengan dua kali pengulangan. Penentuan titik stasiun menggunakan metode *purposive sampling*, stasiun I di muara Sungai Jebung (LS 00°33'20.07" BT 109°11'16.10"), stasiun II dekat bagan ikan (LS 00°33'16.65" BT 109°11'12.10"), stasiun III di dermaga (LS 00°33'09.99" BT 109°11'04.72"). Identifikasi jenis dan analisis data mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, Universitas Tanjungpura. Analisis gugus fungsi dengan FTIR dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel air untuk pengujian mikroplastik di Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat

Pengambilan Sampel air

Pengambilan sampel dilakukan dengan menyaring 100 mL air menggunakan plankton net (Octarianita *et al.*, 2022). Setelah disaring, sampel terkonsentrat kemudian dimasukkan ke dalam botol dengan volume final 30 mL. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam cool box untuk dianalisis di laboratorium.

Identifikasi Jenis Mikroplastik

Pencacahan mikroplastik dilakukan dengan pengamatan secara visual menggunakan mikroskop binokuler XSZ 107BN dengan perbesaran 40x10. Sedangkan, identifikasi jenis dilakukan dengan merujuk pada buku identifikasi mikroplastik oleh Yona *et al.* (2021).

Analisis Data

Kelimpahan mikroplastik pada air dapat dihitung dengan menggunakan rumus (APHA, 1989):

$$K = \frac{Q1}{Q2} \times \frac{Vr}{Vo} \times \frac{1}{p} \times \frac{1}{V} \times ni$$

Keterangan:

- K : Kelimpahan mikroplastik (partikel/L)
- Q_1 : Luas cover glass (24x24 mm²)
- Q_2 : Luas lapang pandang (mm²)
- V_r : Volume sampel terkonsentrat (30mL)
- V_o : Volume sampel yang diamati (1mL)
- p : Jumlah lapang pandang yang diamati
- V : Volume air yang disaring (100L)
- n_i : Jumlah partikel mikroplastik yang tercacah (partikel)

Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik

Jenis polimer mikroplastik diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometri FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (Shimadzu) di Laboratorium Kimia Terpadu Universitas Hasanudin. Spektra FTIR dari sampel air dapat diidentifikasi gugus fungsinya berdasarkan puncak serapan dengan bilangan gelombang tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

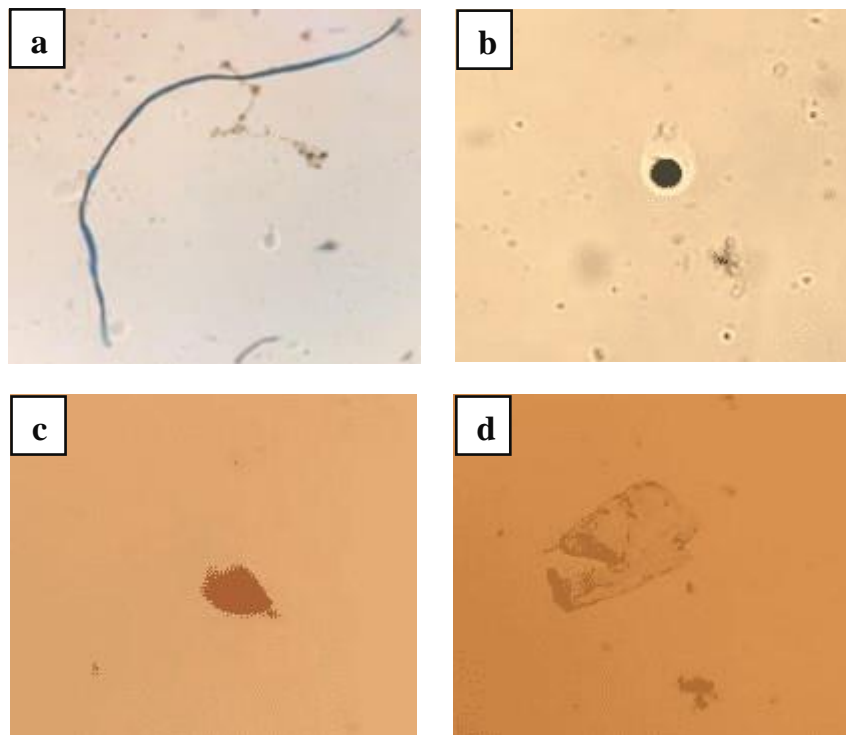
Jenis Mikroplastik yang ditemukan di Muara Sungai Jebung Desa Sungai Nibung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik pada air yang ditemukan di semua stasiun pengamatan. Mikroplastik yang ditemukan memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang bervariasi. Jenis yang ditemukan pada sampel air dan sedimen terdiri dari fiber, pelet, fragmen, dan film (Gambar 2). Jenis tersebut menandakan adanya kontaminasi mikroplastik primer dan sekunder. Pelet merupakan mikroplastik primer yang diproduksi dengan ukuran < 5 mm, berfungsi sebagai bahan baku dalam pembuatan produk plastik (Martin *et al.*, 2017; Syakti *et al.*, 2017; Smith *et al.*, 2018).

Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian sebelumnya oleh Sugandi *et al.* (2021) di Sungai Kapuas dan Lestari *et al.* (2019) pada sedimen mangrove yang menemukan mikroplastik

jenis fragmen, filamen, fiber, dan pelet. Selain itu, Sari *et al.* (2022) juga mengemukakan bahwa jenis mikroplastik yang secara umum ditemukan di Indonesia yaitu fragmen, fiber, dan film. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, mikroplastik jenis *fiber* yang ditemukan memiliki

bentuk seperti tali, serat sintesis, dan berwarna biru. Jenis ini dilaporkan banyak berasal dari kegiatan mencuci pakaian (Napper dan Thompson 2016) dan fragmentasi jaring monofilamen (Febriani *et al.*, 2020). Pelet memiliki bentuk bulat dan berwarna hitam, dapat berasal dari produk kecantikan dan produk kebersihan seperti sabun cuci muka. Mikroplastik jenis fragmen berasal dari pecahan plastik yang lebih besar, memiliki bentuk dan warna yang sangat bervariasi, seperti kuning, hijau, merah, hitam. Sedangkan, film berbentuk tipis seperti lembaran atau pecahan plastik yang transparan. Jenis film banyak berasal dari fragmentasi kantong plastik, kemasan makanan dan minuman ringan, sertabahan pengemas lainnya.

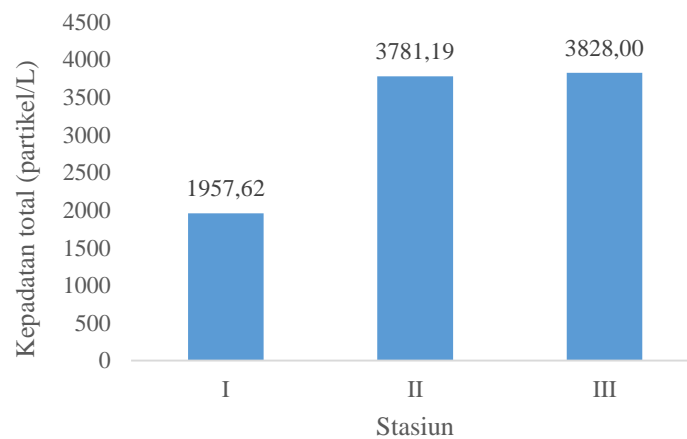


Gambar 2. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di Sungai Jebung (a) *fiber*, (b) pelet, (c) fragmen, dan (d) film

Kelimpahan Mikroplastik di Muara Sungai Jebung Desa Sungai Nibung

Di setiap stasiun pengamatan, mikroplastik pada sampel air Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung memiliki kepadatan yang beragam dengan rata-rata 3188,94 partikel/L. Nilai kepadatan mikroplastik pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Saputri (2021) di muara Peniti Kabupaten Mempawah dan Sugandi *et al.* (2021) di Sungai Kapuas Pontianak. Tingginya kepadatan mikroplastik di stasiun II dan III disebabkan karena pada lokasi tersebut terdapat aktivitas perikanan

seperti dermaga kapal dan bagan tancap. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa area yang dekat dengan pelabuhan atau lalu lintas kapal, serta kegiatan perikanan dan akuakultur berkontribusi terhadap kelimpahan mikroplastik yang tinggi (Claessens *et al.*, 2011; Cole *et al.*, 2011; Boucher dan Friot, 2017; Takarina *et al.*, 2022). Stasiun I dekat dengan muara Sungai Jebung memiliki kepadatan yang lebih rendah dengan stasiun lainnya. Muara sungai yang berhadapan langsung dengan laut memungkinkan mikroplastik tertransport/terbawa arus sehingga kelimpahannya semakin berkurang.



Gambar 3. Kepadatan total mikroplastik pada sampel air di Sungai Jebung Desa Sungai Nibung

Sampah plastik yang lebih besar dapat terurai menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disebut fragmentasi (Tanaka dan Takada 2016). Kepadatan dan distribusi mikroplastik di lokasi penelitian disebabkan oleh kondisi geografis (Isobe *et al.*, 2015; Zhu *et al.*, 2018), dan karakteristik lingkungan (Rocha-Santos dan Duarte, 2015) dapat mempengaruhi pergerakan mikroplastik dan akumulasinya di muara sungai (Diez-Minguito *et al.*, 2020). Desa Sungai Nibung memiliki banyak aliran sungai, salah satunya Sungai Jebung yang dapat menjadi perangkap bahan pencemar termasuk mikroplastik. Selain itu, belum adanya manajemen sampah yang baik di Desa Sungai Nibung juga berkontribusi terhadap tingginya

kepadatan mikroplastik yang ada. Kepadatan mikroplastik yang tinggi didominasi oleh aktivitas penduduk yang berkaitan dengan penggunaan plastik. Banyak masyarakat yang membuang sampah rumah tangga langsung ke perairan karena belum adanya tempat pembuangan sampah sementara.

Aktivitas antropogenik diduga menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik (Wang *et al.*, 2019; Takarina *et al.*, 2022) yang ada di perairan. Terdapat korelasi positif antara penambahan populasi manusia dan kelimpahan mikroplastik (Rochman *et al.*, 2013). Wilayah pesisir dengan padat penduduk dilaporkan memiliki kepadatan mikroplastik lebih tinggi dibandingkan

dengan wilayah lepas pantai maupun di laut dalam (Nor dan Obbard, 2014; Peng *et al.*, 2017). Permukaan perairan merupakan area yang paling produktif sehingga keberadaan mikroplastik di zona tersebut

dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan (Cai *et al.*, 2018), gangguan keseimbangan ekosistem dan biota yang ada di dalamnya (Sari *et al.*, 2022).

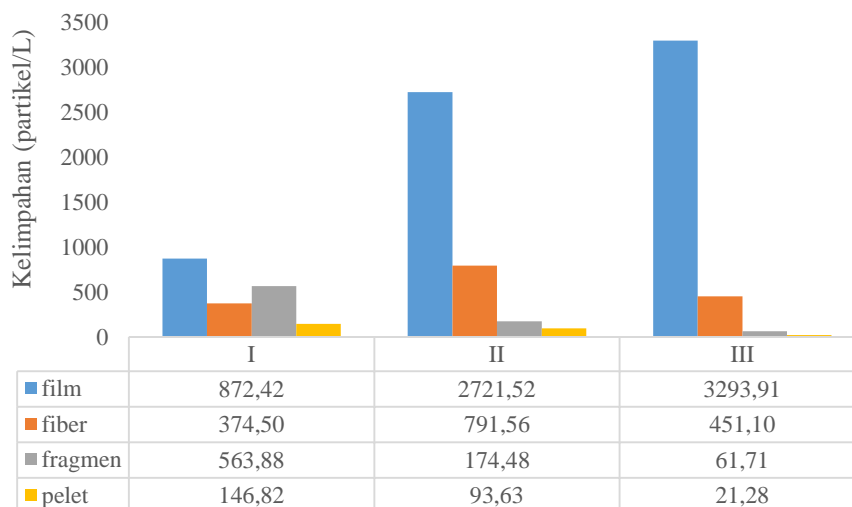
Tabel 1. Persentase jenis mikroplastik pada sampel air di Sungai Jebung

Stasiun	Persentase jenis mikroplastik (%)			
	Film	Fiber	Fragmen	Pelet
I	44,57	19,13	28,80	7,50
II	71,98	20,93	4,61	2,48
III	86,05	11,78	1,61	0,56

Berdasarkan hasil perhitungan, jenis mikroplastik yang ditemukan di Sungai Jebung memiliki persentase yang berbeda (Tabel 1). Secara umum, fiber dan film memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Hasil penelitian oleh Asadi *et al.* (2019) dan Takarina *et al.* (2022) juga menemukan film dan fiber pada sampel air lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Mikroplastik jenis film diduga berasal dari penggunaan kantong plastik dan jenis kemasan plastik lainnya oleh masyarakat. Sedangkan, aktivitas perikanan berkontribusi terhadap tingginya kepadatan mikroplastik jenis fiber.

Di semua stasiun pengamatan, mikroplastik jenis film memiliki kepadatan tertinggi dibandingkan dengan jenis

lainnya dengan rata-rata 2.295,95 partikel/L. Jenis ini banyak dihasilkan dari fragmentasi botol plastik, kantong plastik, dan pembungkus plastik yang tidak terdaur ulang. Nainggolan *et al.* (2022) dan Febriani *et al.* (2020), menyatakan bahwa film memiliki densitas rendah sehingga banyak ditemukan mengapung di perairan. Fiber yang ditemukan pada sampel air di muara Sungai Jebung Desa Sungai Nibung memiliki rata-rata kelimpahan 539,05 partikel/L. Tingginya kelimpahan mikroplastik jenis film dan fiber diduga karena adanya kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan lokal menggunakan jaring plastik, jalur lalu lintas kapal nelayan, serta dermaga labuh kapal yang ada dekat lokasi penelitian.



Gambar 4. Kepadatan jenis mikroplastik pada sampel air di Sungai Jebung Desa Sungai Nibung

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa keberadaan area pendaratan ikan dapat berperan dalam akumulasi mikroplastik yang ada di lingkungan perairan (Li *et al.*, 2020; Fauziah *et al.*, 2021). Selain itu, jenis mikroplastik tersebut berkorelasi erat dengan kegiatan antropogenik (Zhao *et al.*, 2018), limbah mencuci pakaian (Takarina *et al.*, 2022; Nainggolan *et al.*, 2022), degradasi tali plastik (Crawford dan Quinn, 2016), dan aktivitas penangkapan ikan menggunakan jaring (Jeyasanta *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020). Jenis fragmen memiliki rata-rata kepadatan 266,69 partikel/L yang dilaporkan dapat berasal dari aktivitas manusia (Yona *et al.*, 2019), seperti limbah plastik yang ukurannya lebih besar, keras, dan kaku (Dewi *et al.*, 2015), seperti paralon, galon, dan botol minuman (Tanaka dan Takada, 2016) yang terdegradasi. Sedangkan rata-rata

kepadatan jenis pelet yaitu 87,24 partikel/L. Kepadatan yang rendah disebabkan tidak adanya pabrik maupun industri di lokasi penelitian, dan hanya terbawa oleh arus. Pelet dijadikan sebagai bahan utama untuk pembuatan plastik (Laila *et al.*, 2020; Sulistyono *et al.*, 2020).

Analisis FTIR Mikroplastik di Sungai Jebung Desa Sungai Nibung

Identifikasi jenis polimer dari mikroplastik yang ditemukan pada muara Sungai Jebung Desa Sungai Nibung antara lain *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE) (Tabel 2). Jenis polimer yang ditemukan di air Sungai Kapuas, Kalimantan Barat lebih bervariasi, yaitu PE, PP, PS, PTFE dan poliamida (Sugandi *et al.*, 2021). Polimer PE dan PTFE ditemukan pada semua stasiun (I, II, dan III). Polimer PS ditemukan hanya pada stasiun II.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Polimer Mikroplastik di Muara Sungai Jebung

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)			Gugus Fungsi
St I	St II	St III	
-	509	509	CF ₂ bending
559	-	578	CF ₂ bending
-	677	-	Aromatic ring out of plane bending
705	-	721	CH ₂ rocking
1.463	1.460	1.460	CH ₂ bending
1.635	1.637	1.635	C=C stretching
2.881	2.881	-	C-H stretching
3.446	3.446	3.448	OH stretching

Analisis FTIR pada sampel air pada stasiun I, II, dan III menunjukkan adanya vibrasi dari gugus fungsi C-H *stretching*, CH₂ *bending*, dan CH₂ *rocking*. Polimer PE dilaporkan diproduksi hampir mencapai 90% dari total produksi plastik di Indonesia (Hadiyanto *et al.*, 2021). Polimer jenis ini adalah poliolefin dengan rantai hidrokarbon linier yang panjang, sehingga sulit didegradasi secara alami, dan membutuhkan waktu lebih dari 100 tahun untuk terdegradasi (Chamas *et al.*, 2020). Polimer PE terakumulasi di perairan dan pada akhirnya terdegradasi menjadi mikroplastik yang diakibatkan oleh faktor

fisis (Li *et al.*, 2018). Sumber PE adalah kantong plastik dan wadah penyimpanan (Andrady, 2015). Jenis polimer lain yang ditemukan pada muara Sungai Jebung adalah PS pada stasiun II. Polimer ini menunjukkan adanya vibrasi dari gugus fungsi senyawa dengan cincin aromatik (*out of plane bending*) dan CH aromatik (*out of plane bending*), C-H *stretching*, dan CH₂ *bending*. PS adalah salah satu jenis polimer selain PP yang ditemukan pada semua bagian dari benua Asia (Hamid *et al.*, 2018). Densitas kedua polimer ini adalah 0,83-0,85 g/mL (Ramadan dan Sembiring, 2020) yang lebih rendah

dibandingkan densitas air. Oleh karena itu, polimer ini akan sering ditemukan pada kolom air. Sumber PS berasal dari perkakas dan wadah (Anggraini *et al.*, 2020). Jenis polimer PTFE juga ditemukan pada semua stasiun. Adanya jenis polimer ini ditandai dengan munculnya puncak serapan dari CF₂ *bending*. PTFE adalah jenis polimer penyusun plastik dengan densitas 2,0 g/m³ dan 2,3 g/m³ dalam bentuk amorf dan kristalin secara berurutan (Sperati *et al.*, 1961) Polimer ini berbeda dengan plastik lainnya, plastik jenis ini digunakan untuk melapisi peralatan dapur yang diaplikasikan melalui penyemprotan. Lapisan ini sebagian besar dapat terkelupas karena pemanasan atau gesekan dengan peralatan lainnya (Sajid *et al.*, 2017).

4. SIMPULAN

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di Sungai Jebung, Desa Sungai Nibung terdiri dari film, fiber, fragmen, dan pelet. Jenis film dan fiber memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Rata-rata kepadatan total mikroplastik sebesar 3.188,94 partikel/L. Jenis polimer yang ditemukan antara lain *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE).

5. DAFTAR PUSTAKA

Andrady, A.L. 2015. *Plastics and Environmental Sustainability*. Adjunct Professor Chemical and Biomolecular Engineering North Carolina State University.

APHA. 1989. *Standard Methods for Examination of Water and Waste Water*. New York, 17th Ed.

Asadi, M.A., Hertika, A.M.S., Iranawati, F. dan Yuwandita, A.Y. 2019. Mikroplastik pada sedimen daerah intertidal Lamongan, Indonesia. *AACL Bioflux*, 12, 1065-1073.

BPS Kecamatan Teluk Pakedai. 2019. *Kecamatan Teluk Pakedai dalam*

Angka 2019. Kubu Raya: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kubu Raya.

- Beaumont, N.J., Aanesen, M., Austen, M.C., Börger, T., Clark, J.R., Cole, M., Hooper, T., Lindeque, P.K., Pascoe, C. dan Wyles, K.J. 2019. Global Ecological, Social and Economic Impacts of Marine Plastic. *Marine Pollutan Bulling*, 142, 189–195.
- Boucher, J. dan Friot, D. 2017. *Primary Microplastics in the Ocean: A Global Evaluation of Sources*. [IUCN] Internasional Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.
- Cai, M., He, H., Liu, M., Li, S., Tang, G., Wang, W., Huang, P., Wei, G., Chen, B., Hu, J. dan Cen, Z. 2018. Lost But Can't Be Neglected: Huge Quantities of Small Microplastics Hide in the South China Sea. *Science of the Total Environment*, 633, 1206-1216.
- Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J.H., Abu-Omar, M., Scott, S.L., Suh, S. 2020. Degradation rates of plastics in the environment. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 8(9), 3494–3511.
- Claessens, M., Meester, S.D., Landuyt, L.V, Clerck, K.D. dan Janssen, C.R. 2011. Occurrence and Distribution of Microplastics in Marine Sediments Along the Belgian Coast. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2199–2204.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C. dan Galloway, T.S. 2011. Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: a Review. *Mar. Pollut. Bull.*, 62(12), 2588-2597.
- Cordova, M.R. dan Wahyudi, A.J. 2016. Microplastic in the Deep-Sea Sediment of Southwestern Sumatran Waters. *Marine Research in Indonesia*, 41(1), 27– 35.
- Crawford, C.B., dan Quinn, B. 2016. *Microplastic Pollutants*. 1st Edition. Elsevier Limited. ISBN: 9780128094068.

- Dewi, I.S., Budiarsa, A.A. dan Ritonga, I.R. 2015. Distribution of Microplastic at Sediment in the Muara Badak Subdistrict, Kutai Kartanegara Regency. *Depik*, 4(3), 121–131.
- Díez-Minguito, M., Bermudez, M., Gago, J., Carretero, O., dan Vinas, L. 2020. Observations and Idealized Modelling of Microplastic Transport in Estuaries: The Exemplary Case of an Upwelling System (Ría de Vigo, NW Spain). *Marine Chemistry*, 222, 103780.
- Fauziah, S.H. Rizman-Idid, M., Cheah, W., Loh, K.H., Sharma, S., NoorMaiza, M.R., Bordt, M., Praphotjanaporn, T., Samah, A.A., Sabaruddin, J.S.B. dan George, M. 2021. Marine Debris in Malaysia: a Review on the Pollution Intensity and Mitigating Measures. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112258.
- Febriani, I.S., Amin, B. dan Fauzi, M. 2020. Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Depik: Jurnal IlmuIlmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(3), 386-392.
- Galafassi, S., Nizzetto, L. dan Volta, P. 2019. Plastic Sources: A Survey Across Scientific and Grey Literature for Their Inventory and Relative Contribution to Microplastics Pollution in Natural Environments, With an Emphasis on Surface Water. *Sci. Total. Environ.*, 693, 133499.
- Gigault, J., ter Halle, A., Baudrimont, M., Pascal, P.-Y., Gauffre, F., Phi, T.-L., El Hadri, H., Grassl, B., Reynaud, S. 2018. Current opinion: What is a nanoplastic? *Environmental Pollution*, 235, 1030-1034.
- Hadiyanto, H., Khoironi, A., Dianratri, I., Suherman, Muhammad, F., Vaidyanathan, S. 2021. Interactions between Polyethylene and Polypropylene Microplastics and *Spirulina* sp. Microalgae in Aquatic System. *Heliyon*, 7, 1-12.
- Hamid, F.S., Bhatti, M.S., Anuar, N., Anuar, N., Mohan, P., Periathamby, A. 2018. Worldwide distribution and abundance of microplastic: How dire is the situation? *Waste Management & Research*, 36(1), 0734242X1878573. doi:10.1177/0734242X18785730
- Isobe, A., Uchida, K., Tokai, T., dan Iwasaki, S., 2015, East Asian Seas: A Hot Spot of Pelagic Microplastics. *Marine Pollution Bulletin*, 101(2), 618–623.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. dan Law, K.L. 2015. Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean. *Science*, 347, 768–71.
- Jeyasanta, K.I., Sathish, N., Patterson, J. dan Edward, J.K.P. 2020. Macro-, Meso- and Microplastic Debris in The Beaches of Tuticorin District, Southeast Coast of India. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111055.
- Kapo, F.A., Toruan, L.N.L. dan Paulus, C.A. 2020. The Types and Abundance of Microplastics in Surface Water at Kupang Bay. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10–21.
- Laila, Q.N., Purnomo, P.W., dan Jati, O.E. 2020. Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28-35.
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R. and Reisser, J. 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is Rapidly Accumulating Plastic. *Sci. Rep.*, 8, 4666.
- Lestari, C.S., Warasidah, dan Nurdiansyah, S.I. 2019. Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal urnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96-101.
- Li, J., Liu, H., Paul Chen, J. 2018. Microplastics in freshwater systems: a

- review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Res.*, 137, 362–374.
- Li, Y., Lu, Z., Zheng, H., Wang, J. dan Chen, C. 2020. Microplastics in surface water and sediments of Chongming Island in the Yangtze Estuary, China. *Environmental Sciences Europe*, 32(15).
- Liu, S., Huang, J., Zhang, W., Shi, L., Yi, K., Zhang, C., Pang, H., Li, J. dan Li, S. 2022. Investigation of the Adsorption Behavior of Pb (II) into Natural Aged Microplastics as Affected by Salt Ions. *Journal of Hazardous Materials*, 431, 128643.
- Martin, J., Lusher, A., Thompson, R.C., dan Morley, A. 2017. The Deposition and Accumulation of Microplastics in Marine Sediments and Bottom Water from the Irish Continental Shelf. *Scientific Reports*, 7, 10772.
- Mauludy, M.S., Yunanto, A. dan Yona, D. 2019. Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73.
- Nainggolan, D.H., Indarjo, A. dan Suryono, C.A. 2022. Mikroplastik yang Ditemukan di Perairan Karangjahe, Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11, 374–382.
- Napper, I.E. dan Thompson, R.C. 2016. Release of Synthetic Microplastic Plastic Fibres from Domestic Washing Machines: Effects of Fabric Type and Washing Conditions. *Mar. Pollut. Bull.*, 112, 39-45.
- Nor, N.H.M. dan Obbard, J.P. 2014. Microplastics in Singapore's Coastal Mangrove Ecosystems, Fate and Impact of Microplastics in Marine Ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.*, 79(1-2), 278-83
- Obbard, R.W., Sadri, S., Wong, Y.Q., Khitun, A.A., Baker, I., dan Thompson, R.C. 2014. Global Warming Releases Microplastic Legacy Frozen in Arctic Sea ice. *Earth's Future*, 2, 315–320.
- Octarianita, E., Widiastuti, E.L. dan Tugiyono, T. 2022. Analisis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Pantai Teluk Lampung dengan Metode FTIR (*Fourier Transform Infrared*). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2), 165–172.
- Peng, J., Wang, J. and Cai, L. 2017. Current understanding of microplastics in the environment: Occurrence, Fate, Risks, and What We Should Do. *Integr. Environ. Assess. Manag.*, 13, 476-82.
- PlasticsEurope. 2019. Plastics – the facts 2019. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. PlasticsEurope Retrieved from [https:// www.plasticseurope.org /en/resources/publications/1804-plasticsfacts-2019](https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1804-plasticsfacts-2019).
- Ramadan, A.H. and Sembiring, E. 2020. Occurrence of microplastic in surface water of Jatiluhur Reservoir. *E3S Web of Conferences*, 148, 1–4.
- Rocha-Santos, T. dan Duarte, A.C. 2015. A Critical Overview of the Analytical Approaches to the Occurrence, the Fate and the Behavior of Microplastics in the Environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 65, 47–53.
- Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. dan Teh, S.J. 2013. Ingested Plastic Transfers Hazardous Chemicals to Fish and Induces Hepatic Stress. *Sci. Rep.*, 3, 3263.
- Sajid M. dan Ilyas, M. 2017. PTFE-coated non-stick cookware and toxicity concerns: A perspective. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 24, 23436–23440. doi: 10.1007/s11356-017-0095-y.
- Saputri, N.D. 2021. Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Muara Peniti Mempawah. FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak. [Skripsi].
- Sari, N.R., Pangesty, A.I., Chalid, M. dan Zuas, O. 2022. Konsentrasi, Sebaran, dan Karakteristik Mikroplastik pada

- Muara Pantai dan Organisme Laut Indonesia: Tinjauan Awal. *Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*, 6(1), 57-64.
- Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M. and Neff, R.A. 2018. Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health, *Curr. Environ. Health Rep.*, 5, 375-386.
- Sperati C.A., Starkweather H.W. Fortschritte Der Hochpolymeren-Forschung. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 1961. Fluorine-containing polymers. II. Polytetrafluoroethylene.
- Sugandi, D., Agustawan, D., Febriyanti, S.V., Yudi, Y. dan Wahyuni, N. 2021. Identifikasi Jenis Mikroplastik dan Logam Berat di Air Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Positron*, 11(2), 112.
- Sulistyo, E.R, Rahmawati, S., Putri, R.A., Arya, N. dan Eryan, Y.E. 2020. Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *Eksakta*, 20(1), 85–91.
- Syakti, A.D., Bouhroum, R., Hidayati, N.V., Koenawan, C.J., Boulkamh, A., Sulistyo, I., Lebarillier, S., Akhlus, S., Doumenq, P. dan Wong-WahChung, P. 2017. Beach Macro-Litter Monitoring and Floating Microplastic in A Coastal Area of Indonesia. *Mar. Pollut. Bull.*, 122, 217–225.
- Takarina, N.D., Purwiyanto, A.I.S., Rasud, A.A., Arifin, A.A. dan Suteja, Y. 2022. Microplastic Abundance and Distribution in Surface Water and Sediment Collected from the Coastal Area. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 8(2), 183–196.
- Tanaka, K. dan Takada, H. 2016, Microplastic Fragments and Microbeads in Digestive Tracts of Planktivorous Fish from Urban Coastal Waters. *Scientific Reports*, 6, 34351.
- Thakur, S., Mathur, S., Patel, S. dan Paital, B. 2022. Microplastic Accumulation and Degradation in Environment via Biotechnological Approaches. *Water*, 14, 4053
- Tong, Y., Lin, L., Tao, Y., Huang, Y. and Zhu, X. 2022. The Occurrence, Speciation, and Ecological Effect of Plastic Pollution in the Bay Ecosystems. *Science of The Total Environment*, 857, 159601.
- Turner, A., Holmes, L., Thompson, R.C., Fisher, A.S. 2020. Metals and marine microplastics: Adsorption from the environment versus addition during manufacture, exemplified with lead. *Water Research*, 173, 115577. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115577>.
- Wang, Z., Qin, Y., Li, W., Yang, W., Meng, Q. Dan Yang, J. 2019. Microplastic Contamination in Freshwater: First Observation in Lake Ulansuhai, Yellow River Basin, China. *Environmental Chemistry Letters*, 17, 1821–1830.
- Yona, S., Zahran, M.F., Fuad, M.A.Z., Prananto, Y.P., Harlyan, L.I. 2021. *Mikroplastik di Perairan: Jenis, Metode Sampling, dan Analisis Laboratorium*. UB Press. 166 hlm.
- Zhao, S., Ward, J.E., Danley, M. dan Mincer, T.J. 2018. Field-based Evidence for Microplastic in Marine Aggregates and Mussels: Implications for Trophic Transfer. *Environmental Science & Technology*, 52(19), 11038–11048.
- Zhu, L., Bai, H., Chen, B., Sun, X., Qu, K. dan Xia, B. 2018. Microplastic pollution in North Yellow Sea, China: Observations on occurrence, distribution and identification. *Science of The Total Environment*, 636, 20–29.