

Abundance of Microplastic in Water of Sungai Terus Desa Sungai Nibung West Kalimantan

(Kelimpahan Mikroplastik pada Air di Sungai Terus Desa Sungai Nibung Kalimantan Barat)

Tuty Qodriati, Ikha Safitri*, Mega Sari Juane Sofiana

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

*Corresponding author: isafitri@marine.untan.ac.id

Manuscript received: 10 July 2023. Revision accepted: 23 August 2023.

Abstract

The problem of plastic waste does not only occur in Indonesia, but has become a global issue. The world's production of plastic waste is expected to increase every year. Plastic is persistent and takes a long time to degrade into smaller sizes. Microplastic contamination can be found in coastal and marine areas. These conditions have an impact on the balance of ecosystems, aquatic biota, and human health. As one of the coastal areas, the waters of Desa Sungai Nibung have the potential to microplastic pollution. Therefore, it is important to conduct study on microplastics in the waters of Desa Sungai Nibung. The aims of this study were to determine the type, abundance, and microplastic polymers in water samples of Sungai Terus, Desa Sungai Nibung, West Kalimantan. The collection of water samples was carried out at four stations with two repetitions. Identification of microplastic types was carried out using a binocular microscope, and identification of microplastic polymer was conducted using FTIR spectrophotometry. The type of microplastic found consisted of fiber, film, pellet and fragment. Fiber and film had a higher percentage than fragment and pellet. The average total abundance of microplastics was 4.83×10^3 particles/L. The types of polymers found, such as polyethylene (PE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), and polytetrafluorethylene (PTFE).

Keywords: abundance; microplastics; polymer; Sungai Nibung

Abstrak

Permasalahan sampah plastik tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi telah menjadi isu global. Produksi sampah plastik dunia diperkirakan akan mengalami peningkatan setiap tahun. Plastik bersifat persisten dan membutuhkan waktu lama untuk terdegradasi menjadi ukuran yang lebih kecil. Cemaran mikroplastik dapat ditemukan di wilayah pesisir dan laut. Kondisi tersebut berdampak pada keseimbangan ekosistem, biota akuatik, dan kesehatan manusia. Sebagai salah satu wilayah pesisir, perairan Desa Sungai Nibung berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan penelitian mengenai mikroplastik di perairan Desa Sungai Nibung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, serta polimer mikroplastik pada sampel air di Sungai Terus, Desa Sungai Nibung, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Pengambilan sampel air dilakukan di empat stasiun dengan dua kali pengulangan. Identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop, dan identifikasi jenis polimer mikroplastik dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri FTIR. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di Sungai Terus, Desa Sungai Nibung terdiri dari fiber, film, pelet, dan fragmen. Jenis fiber dan film memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis fragmen dan pelet. Rata-rata kelimpahan total mikroplastik sebesar $4,83 \times 10^3$ partikel/L. Jenis polimer yang ditemukan antara lain *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE).

Kata kunci: kelimpahan; mikroplastik; polimer; Sungai Nibung

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi telah menjadi isu dunia (STAP, 2011; Kumar dan

Sivakumar, 2016; Beaumont *et al.*, 2019). Permasalahan sampah plastik sangat kompleks karena penggunaannya yang banyak dan sebagian besar sampah tersebut tidak didaur ulang (Kapo *et al.*,

2020). Berdasarkan hasil penelitian terbaru, Indonesia menjadi negara kedua sebagai penyumbang sampah plastik (Cordova and Wahyudi, 2016) setelah China. Keberadaan sampah plastik dapat ditemukan di wilayah pesisir (Cordova et al., 2019; Takarina et al., 2022), intertidal (Mathalon dan Hill, 2014; Stolte et al., 2015), permukaan perairan (Lusher et al., 2014; Lusher, 2015), laut (Cordova et al., 2021), sedimen laut dalam (Woodall et al., 2014; Alomar et al., 2016), *mid-ocean islands* (Ivar do Sul et al., 2013), perairan terbuka (Cordova and Wahyudi, 2016), hingga daerah kutub (Obbard et al., 2014). Pada tahun 2017, produksi sampah plastik dunia sebesar 348 juta ton (Plastics, 2019) dan meningkat menjadi 367 juta ton pada tahun 2020 (Tong et al., 2022). Nilai tersebut diperkirakan akan terus meningkat sebesar 1,15 – 12,7 juta ton per tahun (Lebreton et al., 2017). Sekitar 10% dari total produksi tersebut masuk ke lingkungan laut (Cózar et al., 2014; Eriksen et al., 2014; Jambeck et al., 2015) dan akan terdegradasi (Liu et al., 2022) dengan ukuran yang beragam (Hidalgo-Ruz et al., 2012), dan densitas, komposisi kimia, warna, serta bentuk yang berbeda (Duis and Coors, 2016). Kelimpahan mikroplastik yang tinggi di daerah pesisir berkaitan erat dengan aktivitas antropogenik seperti penduduk, pariwisata, dan industri, serta aktivitas perikanan (Wang et al., 2019; Takarina et al., 2022).

Di perairan Indonesia, penelitian mengenai mikroplastik telah banyak dilakukan di Sumatera (Cordova and Wahyudi, 2016; Octarianita et al., 2022), Jawa (Germanov et al., 2019; Cordova et al., 2019), Jakarta (Cordova et al., 2021; Takarina et al., 2022), Bali (Mauludy et al., 2019; Suteja et al., 2021), Lombok (Cordova et al., 2018), Sumba (Cordova dan Hernawan, 2018), termasuk Kalimantan Barat (Lestari et al., 2019; Sugandi et al., 2021; Saputri, 2021). Di lingkungan perairan, sampah mikroplastik bersifat persisten (Stark, 2019; Turner et al., 2020) dalam jangka waktu yang sangat lama (Andrady, 2015). Keberadaan mikroplastik dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Guzzetti et al.,

2018), mengganggu keseimbangan ekosistem (Mauludy et al., 2019; Michida et al., 2020, kesehatan manusia (Purba et al., 2019; Amelia et al., 2021), dan biota akuatik (Cordova, 2017; Porcino et al., 2022). Penelitian sebelumnya telah melaporkan akumulasi mikropastik pada ikan (Wang et al., 2016; Ferreira et al., 2016), kepiting (Watts et al., 2014), bivalvia (Setala et al., 2016), zooplankton (Desforges et al., 2015; Rehse et al., 2016), penyu (Caron et al., 2016), lumba-lumba (Beneditto et al., 2014). Akumulasi mikroplastik dapat mengganggu proses fotosintesis pada tumbuhan (Della Torre et al., 2014), reproduksi (Sussarellu et al., 2016), dan dapat terakumulasi dalam tubuh melalui proses pencernaan (Oehlmann et al., 2019).

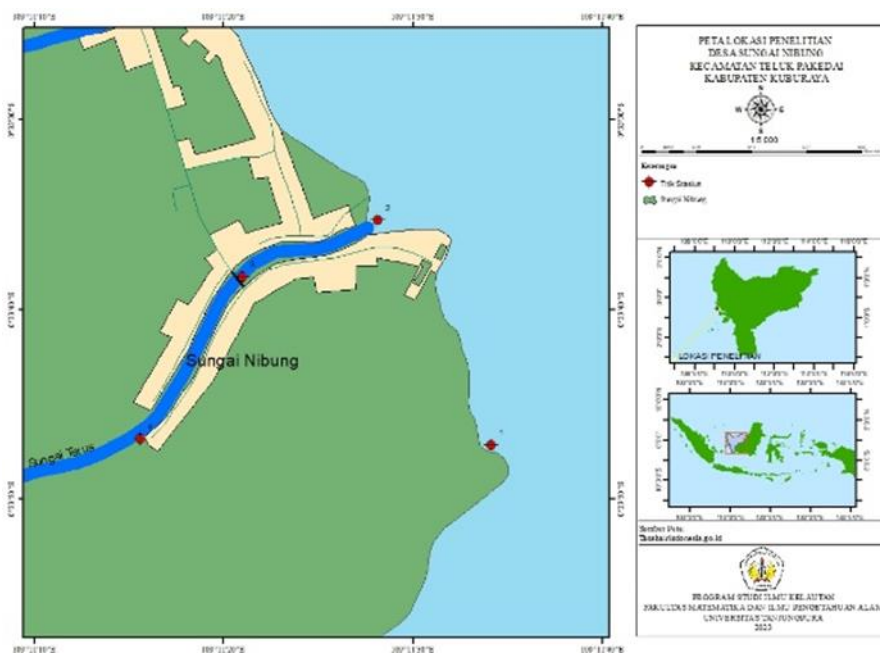
Desa Sungai Nibung merupakan salah satu desa pesisir yang secara administrasi terletak di Kecamatan Teluk Pakedai, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Pada tahun 2018, jumlah penduduk Desa Sungai Nibung sebanyak 1442 orang (BPS Kecamatan Teluk Pakedai, 2019) dimana sebagian besar memiliki mata pencaharian sebagai nelayan. Desa Sungai Nibung memiliki banyak aliran sungai-sungai kecil, salah satunya adalah Sungai Terus yang mendukung aktivitas perikanan di desa tersebut. Dalam kehidupan manusia, penggunaan plastik untuk kegiatan domestik maupun perikanan tidak dapat dihindarkan. Sebagian besar, plastik tersebut tidak didaur ulang dan pada akhirnya akan menjadi sampah. Sampah plastik dapat mencemari perairan yang ada di sekitar. Sebagai salah satu wilayah pesisir, perairan Desa Sungai Nibung berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik yang dapat membahayakan ekosistem dan organisme akuatik yang ada di perairan tersebut. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan penelitian mengenai mikroplastik di perairan Desa Sungai Nibung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kelimpahan, serta polimer mikroplastik pada sampel air di Sungai Terus, Desa Sungai Nibung, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2023 di muara Sungai Terus, Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat (Gambar 1). Pengambilan sampel air dilakukan di empat stasiun dengan dua kali pengulangan. Titik lokasi pada stasiun I yaitu S 00° 33'47.16" dan E 109°11'34.17", stasiun II (S 00° 33' 35,33" dan E 109° 11'

28,17"), stasiun III (S 00° 33' 38,29" dan E 109° 11' 21,02"), dan stasiun IV (S 00° 33' 46.85" dan E 109° 11' 15,62"). Identifikasi dan analisis data mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Sedangkan, analisis gugus fungsi dengan FTIR pada sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 1. Peta pengambilan sampel 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) dengan diameter 30 cm dan panjang 80 cm. Setelah disaring, sampel terkonsentrat kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dengan volume final 20 mL. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam cool box untuk dianalisis di laboratorium.

Identifikasi Jenis Mikroplastik

Pengamatan visual mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler XSZ 107BN dengan perbesaran 40x10. Identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan merujuk

pada buku identifikasi (Mauludy et al., 2019; Yona et al., 2021).

Analisis Data

Kelimpahan mikroplastik pada air dapat dihitung dengan menggunakan rumus (APHA, 2005):

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

Di mana:

- K : Kelimpahan mikroplastik (partikel/L)
- Q₁ : Luas cover glass (mm²)
- Q₂ : Luas lapang pandang (mm²)
- Vr : Volume sampel terkonsentrat (20mL)
- Vo : Volume sampel yang diamati (1mL)
- P : Jumlah lapang pandang yang diamati
- V : Volume air yang disaring (100L)
- Ni : Jumlah partikel mikroplastik (partikel)

Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik

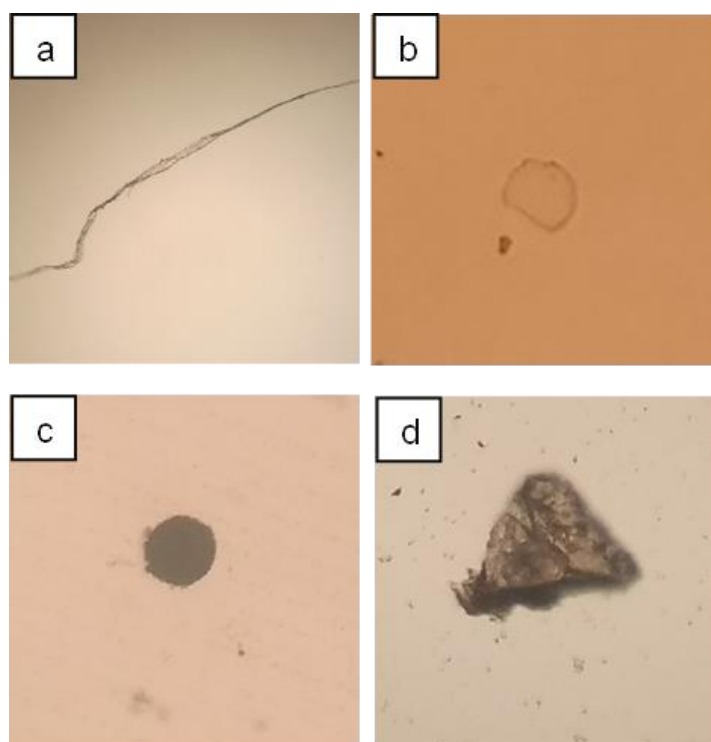
Identifikasi jenis polimer mikroplastik dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (Shimadzu). Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu Universitas Hasanudin. Spektra FTIR dari sampel air dapat diidentifikasi gugus fungsinya berdasarkan puncak serapan dengan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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Mikroplastik yang ditemukan di Muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Terus, 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, film, pelet, dan fragmen (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).



Gambar 2. Jenis mikroplastik yang ditemukan di sampel air muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung (a) fiber, (b) film, (c) pelet, dan (d) fragmen

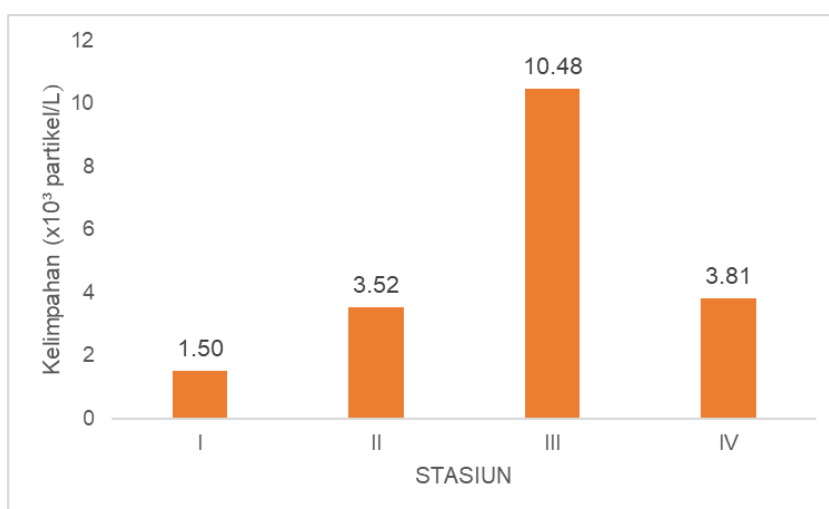
Berdasarkan hasil pengamatan morfologi, mikroplastik jenis fiber berbentuk seperti tali dan serat sintesis, berwarna biru kehitaman. Film terlihat transparan menyerupai lembaran atau pecahan plastik berwarna bening. Jenis ini berasal dari fragmentasi kantong plastik, kemasan makanan dan minuman ringan. Pelet berbentuk bulat dan berwarna hitam, dapat bersumber dari produk kecantikan dan

kebersihan. Sedangkan, jenis fragmen berasal dari pecahan plastik, berwarna hijau kehitaman. Di Kalimantan Barat, hasil penelitian sebelumnya melaporkan jenis mikroplastik fiber, film, pelet, dan fragmen ditemukan di perairan estuari Peniti (Saputri, 2021), Sungai Kapuas (Sugandi *et al.*, 2021), dan pada sedimen mangrove MMP Mempawah (Lestari *et al.*, 2019).

Kelimpahan Mikroplastik di Muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung

Di muara Sungai Terus, mikroplastik memiliki kelimpahan yang bervariasi di setiap stasiun pengambilan sampel dengan rata-rata $4,83 \times 10^3$ partikel/L. Kelimpahan total tertinggi terdapat pada stasiun III ($10,48 \times 10^3$ partikel/L) dan terendah pada stasiun I ($1,50 \times 10^3$ partikel/L) (Gambar 3). Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Saputri (2021) di muara Peniti dan Sugandi et al. (2021) di Sungai Kapuas. Kelimpahan dan distribusi mikroplastik di wilayah pesisir

dapat disebabkan oleh kondisi geografis (Isobe et al., 2015; Zhu et al., 2018). Selain itu, sifat fisika-kimia mikroplastik, karakteristik lingkungan (Rocha-Santos dan Duarte, 2015; Siegfried et al., 2017), dan faktor hidrodinamika (angin, arus, dan pasang surut) dapat mempengaruhi pergerakan mikroplastik dan akumulasinya di muara sungai (Diez-Minguitoa et al., 2020). Mikroplastik di perairan akan lebih mudah tertransportasi ke berbagai tempat karena adanya arus yang kuat (Ayuingtony et al., 2019).



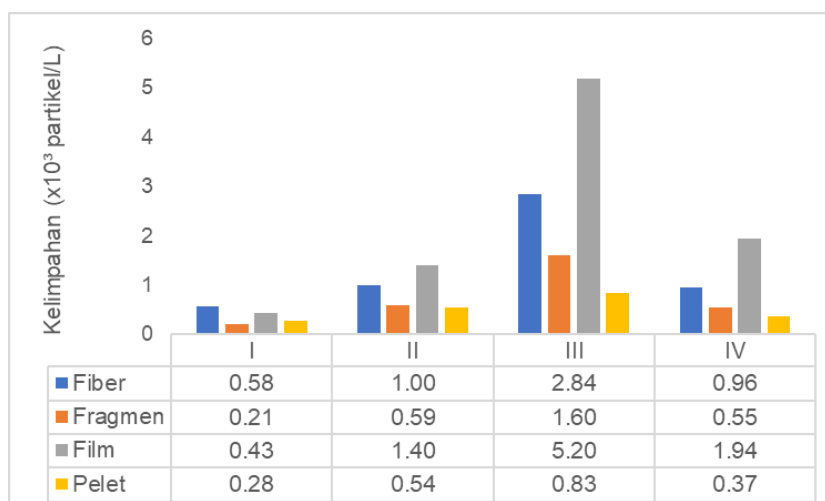
Gambar 3. Kelimpahan total mikroplastik pada sampel air di Sungai Terus Desa Sungai Nibung

Mikroplastik masuk ke suatu perairan melalui aktivitas manusia, seperti limbah domestik, aktivitas perikanan, pariwisata (Duis dan Coors, 2016), maupun penggunaan secara ekstensif di berbagai industri (Cole et al., 2011). Rochman et al. (2013) menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara penambahan populasi manusia dan kelimpahan mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik yang tinggi di daerah pesisir berkaitan erat dengan aktivitas antropogenik (Wang et al., 2019; Takarina et al., 2022). Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa mikroplastik ditemukan dengan kelimpahan tinggi di wilayah pesisir dengan padat penduduk daripada di wilayah lepas pantai maupun laut dalam (Nor dan Obbard, 2014; Peng et al., 2017).

Pada penelitian ini, jenis mikroplastik yang ditemukan memiliki persentase yang berbeda (Tabel 1). Fiber dan film memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis fragmen dan pelet. Hasil penelitian ini senada dengan Takarina et al. (2022) dan Fadhillah (2023) yang menemukan jenis film dan fiber pada sampel air lebih tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya. Tingginya kelimpahan mikroplastik jenis film disebabkan oleh banyaknya penggunaan kantong plastik dan jenis kemasan plastik lainnya. Sedangkan, mikroplastik jenis fiber berkaitan dengan aktivitas perikanan menggunakan jaring yang dilakukan oleh nelayan setempat.

Tabel 1. Persentase Jenis Mikroplastik pada Air di Muara Sungai Terus

Stasiun	Persentase Jenis Mikroplastik (%)			
	Fiber	Fragmen	Film	Pelet
I	38.44	14.33	28.65	18.58
II	28.26	16.67	39.73	15.34
III	27.10	15.32	49.62	7.96
IV	25.13	14.46	50.81	9.60



Gambar 3. Kelimpahan Jenis mikroplastik pada Air di Muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung

Mikroplastik jenis fiber yang ditemukan pada sampel air di muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung memiliki rata-rata kelimpahan antara $1,34 \times 10^3$ partikel/L. Jenis ini berkaitan erat dengan aktivitas manusia (Zhao *et al.*, 2018), berasal dari benang pakaian (Takarina *et al.*, 2020; Nainggolan *et al.*, 2022), tali plastik yang mengalami degradasi (Crawford dan Quinn, 2017) secara fisikawi oleh sinar matahari dan ultraviolet (Andrady, 2017; Tata *et al.*, 2020; Coyle *et al.*, 2020), serta kegiatan perikanan tangkap dengan jaring (Zhu *et al.*, 2018; Ayuingtyas *et al.*, 2019; Jeyasanta *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020). Jenis fragmen memiliki kelimpahan dalam rentang rata-rata $0,74 \times 10^3$ partikel/L. Mikroplastik jenis ini juga dilaporkan dapat berasal dari aktivitas manusia (Esiukova, 2017; Yona *et al.*, 2019), seperti limbah plastik yang ukurannya lebih besar, keras, dan kaku (Andrady, 2011; Dewi *et al.*, 2015), seperti paralon, galon, dan botol minuman (Tanaka dan Takada, 2016) yang terdegradasi (Eriksen *et al.*, 2013). Kelimpahan jenis film

sebesar rata-rata $2,24 \times 10^3$ partikel/L. Mikroplastik jenis film banyak berasal dari botol plastik, kantong plastik, dan pembungkus plastik yang tidak terdaur ulang. Film memiliki ciri berbentuk lembaran tipis yang memiliki densitas rendah sehingga banyak ditemukan mengapung di perairan (Nainggolan *et al.*, 2022). Jenis pelet memiliki rata-rata kelimpahan paling rendah dibandingkan dengan jenis lainnya $0,50 \times 10^3$ partikel/L. Pelet merupakan bahan primer yang bersumber langsung dari industri dan pabrik (Sulistyo *et al.*, 2020) untuk pembuatan plastik (Espiritu *et al.*, 2019; Laila *et al.*, 2020). Kelimpahan mikroplastik jenis pelet yang rendah disebabkan tidak adanya pabrik maupun industri di lokasi penelitian, dan hanya terbawa oleh arus.

Analisis FTIR Mikroplastik di Muara Sungai Terus Desa Sungai Nibung

Jenis polimer yang ditemukan antara lain *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE) (Tabel 2). Jenis polimer yang sama juga ditemukan di

air Sungai Kapuas, Pontianak, Kalimantan Barat (Sugandi *et al.*, 2021). Mikroplastik yang ditemukan di perairan Pulau Temajo, Mempawah, Kalimantan Barat adalah PE, PP, polyvinyl chloride (PVC), dan poly(methyl methacrylate) (PMMA)

(Fadhilah, 2023). Jenis polimer PE dan PP ditemukan pada semua stasiun, sedangkan PS ditemukan pada stasiun II, III dan IV. Polimer PTFE hanya ditemukan di stasiun I, II dan III.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Polimer Mikroplastik di Muara Sungai Terus

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)				Gugus Fungsi
SI	SII	SIII	SIV	
505	509	-	-	CF ₂ bending
-	545	-	538	Aromatic ring out of plane bending
-	554	551	-	CF ₂ bending
-	-	696	-	Aromatic ring out of plane bending
702	715	-	705	CH ₂ rocking
987	-	-	-	C-C stretching
-	-	-	974	CH ₃ rocking, CH ₃ bending
-	1.463	1.473	1.483	CH ₂ bending
1.635	1.635	1.637	1.637	C=C stretching
2.900	2.827	2.922	2.926	C-H stretching
3.448	3.448	3.446	3.444	OH stretching

Jenis polimer PE ditunjukkan dengan adanya vibrasi dari gugus fungsi CH₂ rocking, CH₂ bending dan C-H stretching. Polimer PP ditunjukkan dengan adanya puncak serapan dari gugus fungsi CH₃ rocking, CH₃ bending dan C-H stretching dan C-C stretching. Polimer PE dan PP adalah jenis mikroplastik yang ditemukan pada semua bagian dari benua Asia (Hamid *et al.*, 2018). Kedua jenis polimer ini memiliki densitas 0,83-0,85 g/mL (Ramadhan dan Sembiring, 2020). Nilai densitas ini lebih rendah dari densitas air, sehingga jenis polimer ini akan ditemukan pada kolom air. Sumber PE dapat berasal dari kantong plastik dan wadah penyimpanan, sedangkan sumber PP berasal dari tali, tutup botol, gear dan strapping (Andrady, 2011).

Jenis polimer lain yang ditemukan pada sampel air adalah PS. Jenis polimer ini ditunjukkan dengan adanya gugus fungsi cincin aromatik dengan ikatan *out of plane bending*, CH aromatik dengan ikatan *out of plane bending*, CH₂ bending, dan C-H stretching. PS bersumber dari perkakas dan wadah (Anggraini *et al.*, 2020). Jenis polimer PTFE juga ditemukan pada semua sampel air, kecuali sampel pada stasiun IV.

Jenis polimer ini ditunjukkan dengan adanya puncak serapan dari CF₂ bending.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di Sungai Terus, Desa Sungai Nibung terdiri dari fiber, film, pelet, dan fragmen. Jenis fiber dan film memiliki persentase lebih tinggi dibandingkan dengan jenis fragmen dan pelet. Rata-rata kelimpahan total mikroplastik sebesar 4,83 x 10³ partikel/L. Jenis polimer yang ditemukan antara lain *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), dan *polytetrafluorethylene* (PTFE). Saran yang dapat diberikan yaitu perlunya penelitian lanjutan mengenai kontaminasi mikroplastik pada biota perairan yang ada di Sungai Terus, Desa Sungai Nibung, Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *Marine Environmental Research*, 115, 1–10.
- Amelia, T. S. M., Khalik, W. M. A. W. M.,

- Ong, M. C., Shao, Y. T., Pan, H.-J., & Bhubalan, K. (2021). Marine microplastics as vectors of major ocean pollutants and its hazards to the marine ecosystem and humans. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8(1), 1–26.
- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Andrady, A. L. (2015). Persistence of plastic litter in the oceans. *Marine Anthropogenic Litter*, 57–72.
- Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 12–22.
- Anggraini, R.R., Risjani, Y., & Yanuhar, U. (2020). Plastic Litter as Pollutant in the Aquatic Environment: a Mini-Review. *Journal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 167-180.
- Ayuingtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 41–45.
- Beaumont, N. J., Aanesen, M., Austen, M. C., Börger, T., Clark, J. R., Cole, M., Hooper, T., Lindeque, P. K., Pascoe, C., & Wyles, K. J. (2019). Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 189–195.
- BPS. (2019). Kecamatan Teluk Pakedai Dalam Angka 2019. Kubu Raya: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kubu Raya
- Caron, A. G. M., Thomas, C. R., Ariel, E., Berry, K. L. E., Boyle, S., Motti, C. A., & Brodie, J. E. (2016). Extraction and identification of microplastics from sea turtles: method development and preliminary results. Centre for Tropical Water & Aquatic Ecosystem Research (Trop-WATER). Publication, 15, 52.
- Cheang, C. C., Ma, Y., & Fok, L. (2018). Occurrence and composition of microplastics in the seabed sediments of the coral communities in proximity of a metropolitan area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph15102270>.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597.
- Cordova, M. R., & Wahyudi, A. J. (2016). Microplastic In The Deep-Sea Sediment Of Southwestern Sumatran Waters. *Marine Research in Indonesia*, 41(1), 27–35. <https://doi.org/10.14203/mri.v41i1.99>
- Cordova, M. R. (2017). Pencemaran plastik di laut. *Oseana*, 42(3), 21–30.
- Cordova, M. R., & Hernawan, U. E. (2018). Microplastics in Sumba waters, East Nusa Tenggara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012023>
- Cordova, M. R., Hadi, T. A., & Prayudha, B. (2018). Occurrence and abundance of microplastics in coral reef sediment: a case study in Sekotong, Lombok-Indonesia. *AES Bioflux*, 10(1), 23–29.
- Cordova, M. R., Purwiyanto, A. I. S., & Suteja, Y. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 183–188.
- Cordova, M. R., Ulumuddin, Y. I., Purbonegoro, T., & Shiomoto, A. (2021). Characterization of microplastics in mangrove sediment of Muara Angke Wildlife Reserve, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 112012.
- Coyle, R., Hardiman, G., & O'Driscoll, K. (2020). Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100010.

- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., Palma, Á. T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., & Ruiz, A. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239–10244.
- Crawford, C. B., & Quinn, B. (2016). *Microplastic pollutants*. Elsevier Limited.
- Della Torre, C., Bergami, E., Salvati, A., Faleri, C., Cirino, P., Dawson, K. A., & Corsi, I. (2014). Accumulation and embryotoxicity of polystyrene nanoparticles at early stage of development of sea urchin embryos *Paracentrotus lividus*. *Environmental Science & Technology*, 48(20), 12302–12311.
- Desforges, J.-P. W., Galbraith, M., & Ross, P. S. (2015). Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69, 320–330.
- Di Benedetto, A. P. M., & Ramos, R. M. A. (2014). Marine debris ingestion by coastal dolphins: what drives differences between sympatric species? *Marine Pollution Bulletin*, 83(1), 298–301.
- Díez-Minguito, M., Bermudez, M., Gago, J., Carretero, O., & 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.
- do Sul, J. A. I., Costa, M. F., Barletta, M., & Cysneiros, F. J. A. (2013). Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 75(1–2), 305–309.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3).
- Duis, K., Coors, A., (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ. Sci. Eur.* 28 (2). <http://dx.doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y>.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., & Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1–2), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.007>.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS One*, 9(12), e111913.
- Esiukova, E. (2017). Plastic pollution on the Baltic beaches of Kaliningrad region, Russia. *Marine Pollution Bulletin*, 114(2), 1072–1080.
- Espiritu, E. Q., Dayrit, S. A. S. N., Coronel, A. S. O., Paz, N. S. C., Ronquillo, P. I. L., Castillo, V. C. G., & Enriquez, E. P. (2019). Assessment of quantity and quality of microplastics in the sediments, waters, oysters, and selected fish species in key sites along the bombong estuary and the coastal waters of ticalan in San Juan, Batangas.
- Fadhilah, W. (2023). *Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Pulau Temajo Mempawah Kalimantan Barat*. Universitas Tanjungpura, Fakultas MIPA, Pontianak (Skripsi).
- Federation, W. E., & Association, A. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA*, 21.
- Ferreira, P., Fonte, E., Soares, M. E., Carvalho, F., & Guilhermino, L. (2016). Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish *Pomatoschistus microps*: gold nanoparticles, microplastics and temperature. *Aquatic Toxicology*, 170, 89–103.
- Germanov, E. S., Marshall, A. D.,

- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>.
- Michida, Y., Chavanich, S., Chiba, S., Cordova, M. R., Cozsar Cabanas, A., Glagani, F., Hagmann, P., Hinata, H., Isobe, A., & Kershaw, P. (2019). Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods. Version 1.1.
- Nainggolan, D. H., Indarjo, A., & Suryono, C. A. (2022). Mikroplastik yang Ditemukan di Perairan Karangjahe, Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11, 374–382. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.35021>.
- Nor, N. H. M., & Obbard, J. P. (2014). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1–2), 278–283.
- Obbard, R. W., Sadri, S., Wong, Y. Q., Khitun, A. A., Baker, I., & Thompson, R. C. (2014). Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice, *Earth's Future*, 2, 315–320, doi: 10.1002/2014EF000240. Received.
- Octarianita, E., Widiastuti, E. L., & Tugiyono, T. (2022). Analisis Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Pantai Teluk Lampung Dengan Metode Ft-Ir (Fourier Transform Infrared). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2), 165–172. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2022.vol.6.no.2.177>.
- Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Kloas, W., Jagnytsch, O., Lutz, I., Kusk, K. O., Wollenberger, L., Santos, E. M., Paull, G. C., Van Look, K. J. W., & Tyler, C. R. 2009 A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 2047-2062.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H., & Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution*, 225, 283–290.
- 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-plastics-facts-2019>
- Porcino, N., Bottari, T., & Mancuso, M. (2022). Is Wild Marine Biota Affected by Microplastics? *Animals*, 13(1), 147.
- Purba, N.P., D.I.W. Handyman, T.D. Pribadi, A.D. Syakti, W.S. Pranowo, A. Harvey, Y.N. Ihsan. (2019). Marine debris in Indonesia: A review of research and status. *Marine Pollution Bulletin* 146(2019): 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057>.
- Ramadhan, A. H., & Sembiring, E. 2020. Occurrence of Microplastic in Surface Water of Jatiluhur Reservoir. *E3S Web of Conferences*. 148: 1–4.
- Rehse, S., Kloas, W., & Zarfl, C. (2016). Short-term exposure with high concentrations of pristine microplastic particles leads to immobilisation of *Daphnia magna*. *Chemosphere*, 153, 91–99.
- Rocha-Santos, T., & 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., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: implications for plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(3), 1646–1654.
- Saputri, N.D., (2021). *Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Muara Peniti Kabupaten Mempawah*. Universitas Tanjungpura. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Pontianak. (Skripsi).

- Setälä, O., Norkko, J., & Lehtiniemi, M. (2016). Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. *Marine Pollution Bulletin*, 102(1), 95–101.
- Siegfried, M., Koelmans, A. A., Besseling, E., & Kroeze, C. (2017). Export of microplastics from land to sea. A modelling approach. *Water Research*, 127, 249–257.
- Smith, M. (2018). Do microplastic residuals in municipal compost bioaccumulate in plant tissue? (Doctoral dissertation, Royal Roads University (Canada)).
- STAP. 2011. Marine Debris as a Global Environmental Problem: Introducing a solutions based framework focused on plastic. A STAP Information Document. Global Environment Facility, Washington, DC.
- Stark, M. (2019). Letter to the editor regarding “Are We Speaking the Same Language? recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris.” *Environmental Science & Technology*, 53(9), 4677.
- Stolte, A., Forster, S., Gerds, G., & Schubert, H. (2015). Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. *Marine Pollution Bulletin*, 99(1–2), 216–229.
- Sugandi, D., Agustawan, D., Febriyanti, S. V., Yudi, Y., & Wahyuni, N. (2021). Identifikasi Jenis Mikroplastik dan Logam Berat di Air Sungai Kapuas Kota Pontianak. *POSITRON*, 11(2), 112.
<https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.49355>.
- 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. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 85–91.
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M. E. J., Le Goïc, N., Quillien, V., Mingant, C., & Epelboin, Y. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(9), 2430–2435.
- Suteja, Y., Atmadipoera, A. S., Riani, E., Nurjaya, I. W., Nugroho, D., & Cordova, M. R. (2021). Spatial and temporal distribution of microplastic in surface water of tropical estuary: Case study in Benoa Bay, Bali, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111979.
- Syakti, A. D., Bouhroum, R., Hidayati, N. V., Koenawan, C. J., Boulkamh, A., Sulistyo, I., ... & Wong-Wah-Chung, P. (2017). Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 217-225.
- Takarina, N. D., Purwiyanto, A. I. S., Rasud, A. A., Arifin, A. A., & 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., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Fukuwaka, M., & Watanuki, Y. (2013). Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. *Marine Pollution Bulletin*, 69(1–2), 219–222.
- Tata, T., Belabed, B. E., Bououdina, M., & Bellucci, S. (2020). Occurrence and characterization of surface sediment microplastics and litter from North African coasts of Mediterranean Sea: Preliminary research and first evidence. *Science of the Total Environment*, 713, 136664.
- Tong, Y., Lin, L., Tao, Y., Huang, Y., & Zhu, X. (2023). The occurrence, speciation, and ecological effect of plastic pollution in the bay ecosystems. *Science of The Total Environment*, 857, 159601.
- Turner, A., Arnold, R., & Williams, T. (2020). Weathering and persistence of plastic in the marine environment:

- Lessons from LEGO. *Environmental Pollution*, 262, 114299.
- Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7–17.
- Wang, W., Gao, H., Jin, S., Li, R., & Na, G. (2019). The ecotoxicological effects of microplastics on aquatic food web, from primary producer to human: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 173, 110–117. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2019.01.113>
- Watts, A. J. R., Lewis, C., Goodhead, R. M., Beckett, S. J., Moger, J., Tyler, C. R., & Galloway, T. S. (2014). Uptake and retention of microplastics by the shore crab *Carcinus maenas*. *Environmental Science & Technology*, 48(15), 8823–8830.
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L. J., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A. D., Narayanaswamy, B. E., & Thompson, R. C. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1(4), 140317.
- Yona, D., Zahran, M. F., Fuad, M. A. Z., Prananto, Y. P., & Harlyan, L. I. (2021). *Mikroplastik di Perairan: Jenis, Metode Sampling, dan Analisis Laboratorium*. Universitas Brawijaya Press.
- Zhao, S., Ward, J. E., Danley, M., & 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., & Xia, B. (2018). Microplastic pollution in North Yellow Sea, China: Observations on occurrence, distribution and identification. *Science of the Total Environment*, 636, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.182>