

Identifikasi Mikroplastik Pada Sistem Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo

✉ Ahmad Nuril Fuad Al-Fatih
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Uji Mikroplastik di perairan Kali Pelayaran sebelumnya telah menunjukkan bahwa air di Kali Pelayaran telah terkontaminasi mikroplastik, padahal Kali Pelayaran digunakan sebagai tempat budidaya ikan nila. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kontaminasi mikroplastik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Sampel ikan nila diambil dari Kali Pelayaran wilayah hulu, tengah dan hilir, masing-masing diambil 3 spesimen. Spesimen dibedah dan dihancurkan organnya lalu diberi larutan H_2O_2 30% sampai terendam dan diberi 5 tetes $FeSO_4$ 0,05 M lalu di inkubasi 24 jam dan dipanaskan lalu diflotasi dengan NaCl 0,9% kemudian diamati menggunakan mikroskop stereo perbesaran 40x. Hasil menunjukkan semua sampel positif mengandung mikroplastik. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fiber, fragmen, filamen. Kontaminasi mikroplastik tertinggi di hilir dengan nilai kelimpahan mikroplastiknya mencapai 970 partikel/ind. Jenis mikroplastik fragmen ditemukan sebanyak 95 %, fiber 1 % dan filamen 4 %.

Kata kunci: ikan nila, mikroplastik, sistem pencernaan, Kali Pelayaran

Identification of Microplastics in Digestive System
Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Fish Cages Pelayaran River, Sidoarjo Regency

ABSTRACT

Microplastic tests in Pelayaran River of previous shipping times have shown that the water in the shipping times has been contaminated with microplastics, besides that the shipping times are used as Tilapia fish ponds area. This study was conducted to determine the microplastic contamination of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Tilapia samples were taken from upstream, middle and downstream shipping times, each taken 3 specimens. The specimens were dissected and organs were crushed and then given a 30% H_2O_2 solution until submerged and given 5 drops of 0.05 M $FeSO_4$ then incubated for 24 hours and heated and then floated with 0.9% NaCl then observed using a stereo microscope with a magnification of 40x. The results showed that all samples of tilapia were positive for microplastics. The types of microplastics found were fiber, fragments, filaments. The highest microplastic contamination downstream with an abundance value of microplastics reached 970 particles/ind. Types of microplastic fragments were found as much as 95%, fiber 1% and filament 4%.

Keywords: tilapia, microplastic, digestive system, Pelayaran River

PENDAHULUAN

Plastik adalah salah satu polimer sintesis yang hampir seluruhnya tersusun atas atom hidrogen dan karbon. Plastik sendiri bersifat kuat, tahan karat, tidak mudah pecah, mudah diberi warna, ringan, fleksibel dan mudah dibentuk (Dan dkk., 2021). Namun, jika plastik telah menjadi sampah akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai

dengan cepat. Sampah plastik yang ada di perairan menjadi permasalahan besar baik di Indonesia maupun di Dunia (Yumni dkk., 2020). Berdasarkan Kajian Cepat yakni *Hotspot* Sampah Perairan di Indonesia yang dilakukan oleh World Bank bekerja sama dengan instansi oemerintah seperti Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman (2018), tercatat sebanyak 3,22 juta ton sampah yang tidak bisa dikelola

✉ Corresponding author :
Address : Lamongan, Jawa Timur
Email : ahmadfatih285@gmail.com

dengan baik. Terbuangnya plastik ke dalam perairan membuat plastik sulit untuk diurai oleh mikroorganisme sehingga plastik akan tetap berada di air atau tenggelam di dasar perairan dalam jangka waktu yang lama (Kapo dkk., 2020).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Nurdiana dkk., 2021) mendapatkan hasil bahwa semua sampel air Kali Pelayaran positif terkontaminasi mikroplastik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berkurangnya kualitas air yang ada di Kali Pelayaran. Air Kali Pelayaran sendiri digunakan sebagai bahan baku air minum untuk Instalasi Pengolahan Air (IPA) dari PDAM Taman Tirta. Untuk itu diperlukan upaya untuk menjaga dan memantau kualitas sungai agar tetap baik. Menurut Irsanda dkk., (2014) menyatakan bahwa Sumber pencemaran yang masuk ke badan air Kali Pelayaran berasal dari polutan dari Kanal Mangetan, limbah domestik, pertanian, dan limbah industri disekitar Kali Pelayaran. Limbah domestik umumnya berasal dari pemukiman penduduk yang melakukan berbagai kegiatan seperti buang air besar (tinja), mandi, mencuci pakaian pada badan sungai hingga sampah yang menimbulkan banyak timbulan sampah di Kali Pelayaran.

Mikroplastik merupakan plastik yang berukuran <5mm, proses terbentuknya mikroplastik ada 3 yakni secara biologis, kimiawi dan fisik. Proses biologis melibatkan jamur dan bakteri, proses secara kimia melibatkan tahapan hidrolisis serta oksidasi lalu proses secara fisik melibatkan adanya paparan sinar matahari, pencucian, perubahan iklim dan tekanan mekanis (Lenz dkk., 2016). Berdasarkan sumbernya mikroplastik dibagi menjadi 2 yakni mikroplastik primer yang merupakan bentuk asli dari mikroplastik itu sendiri dan mikroplastik sekunder yang merupakan hasil dari fragmentasi plastik berukuran besar (Azizah dkk., 2020). Contoh mikroplastik primer adalah pada produk-produk kecantikan atau scrub dan mikroplastik sekunder berasal dari fragmentasi benang pakaian, jaring ikan, botol plastik dan berbagai inovasi lain dari plastik.

Mikroplastik memiliki dampak yang sangat beragam baik pada lingkungan, biota bahkan manusia. Kehadiran mikroplastik membawa bahaya bagi lingkungan bukan

karena fisiknya saja akan tetapi terdapat zat aditif yang ada didalam mikroplastik seperti pewarna, pewangi, elastisitas dan ketahanan plastik tersebut (Mardiyana & Kristiningsih, 2020). Ketika mikroplastik telah terakumulasi di lingkungan maka potensi kontaminasinya pada biota semakin tinggi hal itu dikarenakan proses rantai makanan yang terjadi. Menurut McNeish et al., (2018) menyatakan bahwa masuknya mikroplastik didalam tubuh biota dapat berpotensi menyebabkan kerusakan-kerusakan fungsi organ, malnutrisi, berkurangnya tingkat pertumbuhan biota, menurunnya sistem imunitas sehingga berpotensi menyebabkan kematian pada biota yang telah terkontaminasi mikroplastik. Ketika mikroplastik telah masuk ke dalam biota maka munculah potensi dan ancaman masuknya mikroplastik ke dalam tubuh manusia melalui rantainya yang nantinya Ketika mikroplastik terbawa masuk Bersama makanan tersebut akan berpotensi membawa zat-zat patogen yang dibawa oleh mikroplastik dari lingkungannya sehingga mengancam Kesehatan manusia (Prata, 2018).

Berdasarkan dampak dan potensi dari bahaya mikroplastik pada lingkungan, biota dan manusia, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah ikan nila yang dibudidayakan di keramba Kali Pelayaran telah terkontaminasi oleh mikroplastik. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan bukti mengenai telah terkontaminasinya makanan manusia khususnya ikan oleh mikroplastik sehingga diharapkan nantinya akan muncul sistem yang mampu menangani perihal masalah mikroplastik ini.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2021 di Kali Pelayaran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan metode *purposive random sampling* yakni menentukan lokasi pengambilan sampel pada tiap-tiap stasiun, pada penelitian ini keramba yang dijadikan objek tempat pengambilan sampel ikan berada di bagian hulu, tengah dan hilir (yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1). Tiap-tiap stasiun diambil 3 spesimen lalu dibawa ke laboratorium untuk dipreparasi dan diamati.



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 1
Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1
Lokasi Penelitian

No	Stasiun Penelitian	Lokasi Penelitian
1	Stasiun 1	Desa Jeruk legi, kecamatan balongbendo
2	Stasiun 2	Desa tempel, kecamatan krian
3	Stasiun 3	Desa tawangsari, kecamatan taman

Sumber: Data Primer, 2021

Preparasi Sampel

Sampel ikan nila yang sudah didapat kemudian dibedah menggunakan alat bedah mulai dari menggunting area kloaka secara ventral sampai bagian linea literalis, lalu diambil sistem pencernaannya dan ditaruh pada gelas jar yang sudah diberi label. Kemudian sampel dihancurkan menggunakan pengaduk agar mempercepat proses peluruhan zat organik dalam sampel. Sampel kemudian di beri larutan H_2O_2 sampai seluruh bagian sampel terendam dan diberi $FeSO_4$ sebanyak 5 tetes kemudian di inkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah diinkubasi, sampel dipanaskan selama 15 menit selanjutnya sampel disaring menggunakan kain saring 300 mesh. Sampel yang telah tersaring, dibilas dengan NaCl lalu ditaruh pada cawan petri.

Identifikasi dan Analisis Mikroplastik

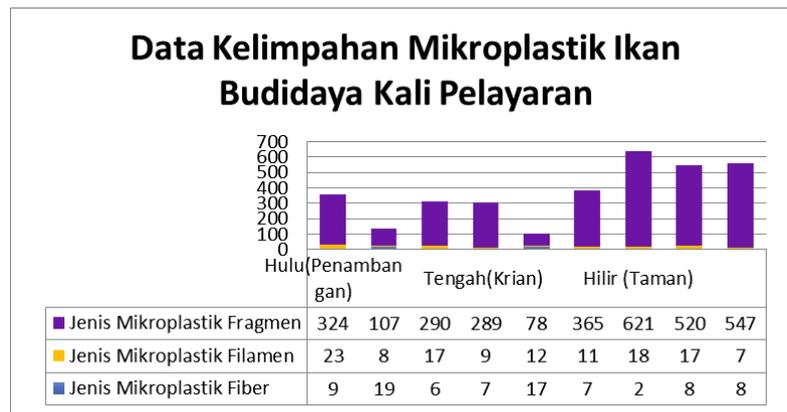
Sampel yang sudah siap dan telah diletakan didalam cawan petri kemudian dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 40x. Hasil yang didapat dicatat berdasarkan jenis-jenis mikroplastik yang ditemukan seperti jenis fragmen, fiber dan filamen.

Partikel mikroplastik yang teridentifikasi pada saluran pencernaan ikan dihitung jumlahnya menggunakan persamaan berikut (Wijaya & Trihadiningrum, 2019):

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik}}{\text{Jumlah Sampel}} \text{ Par/Ind} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh spesimen ikan nila telah terkontaminasi mikroplastik. Dengan total keseluruhan mikroplastik pada bagian hulu sebanyak 803 partikel, bagian tengah sebanyak 795 partikel dan pada bagian hilir sebanyak 1.748 partikel. Kontaminasi tertinggi terdapat pada stasiun 3 yakni di bagian hilir Kali Pelayaran yang ada di Desa Tawangsari Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Bagian hilir sungai ini kerap kali menjadi akumulasi akhir polutan yang ada di badan sungai oleh karena itu hasil mengenai tingkat kontaminasi ikan nila pada bagian hilir menunjukkan nilai yang tertinggi. Hal ini diperjelas oleh pernyataan dari (Arifin, 2016) yang menyatakan bahwa Ketika suatu perairan sudah tercemar maka akan banyak biota yang akan tercemar karena habitatnya sudah tercemar. Oleh



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 2

Kelimpahan Mikroplastik Ikan Nila Kali Pelayaran

karena itu ikan nila yang ada di keramba Kali Pelayaran sudah terkontaminasi mikroplastik sehingga berpotensi menimbulkan dampak buruk ketika terakumulasi pada tubuh ikan secara berlebihan dan dapat dikonsumsi oleh manusia.

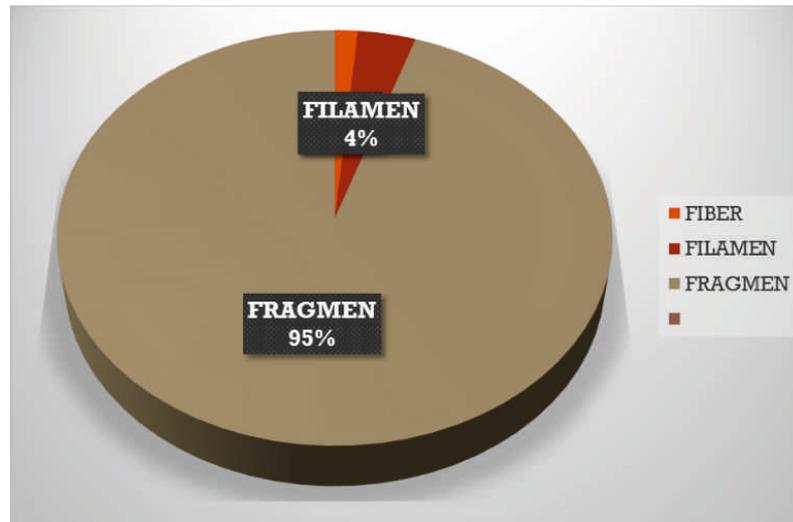
Pada penelitian yang sama pada sampel ikan nila oleh (Bahri dkk., 2020) menyatakan bahwa seluruh sampel ikan nila yang diambil dari Sungai Tallo, Makassar terkonfirmasi mengandung mikroplastik dengan rata-rata nilai kelimpahan sebanyak 2.121 partikel/ind. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian mikroplastik pada ikan nila yang ada di keramba Kali Pelayaran menunjukkan perbedaan yang signifikan pada hasil rata-rata nilai kelimpahan yakni sebanyak 970 partikel/ind. Perbedaan rata-rata kelimpahan ini disebabkan karena perbedaan lokasi pengambilan ikan nila yaitu pada Sungai Tallo dan Kali Pelayaran, dimana sungai mempunyai luasan yang lebih besar dibandingkan keramba sehingga membuat ikan bebas bergerak dan menyebabkan tingkat kontaminasi mikroplastik juga semakin tinggi. Jenis mikroplastik terbanyak yang ditemukan di Sungai Tallo adalah fiber dikarenakan masih banyaknya para nelayan di daerah sana sehingga diasumsikan tingginya jenis mikroplastik fiber dikarenakan jaring yang dipakai oleh para nelayan. Sedangkan temuan fiber yang ada di sampel Kali Pelayaran hanya 1% karena sangat minimnya nelayan di daerah tersebut.

Berdasarkan pengamatan secara visual kondisi fisik Kali Pelayaran terlihat tercemar dengan perubahan warna sungai yang tidak lagi jernih melainkan berwarna kecoklatan dan banyak timbulan sampah di bantaran

sungai karena kurangnya fasilitas pengelolaan sampah dari pemerintahan setempat.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa pada sampel ikan nila ditemukan mikroplastik jenis fragmen, filamen dan fiber. Jenis mikroplastik fragmen ditemukan sebanyak 95%, jenis filamen sebanyak 4% dan jenis fiber sebanyak 1%. Jenis mikroplastik fragmen paling banyak ditemukan pada sampel ini dikarenakan oleh beberapa indikasi yaitu mikroplastik jenis fragmen berasal dari fragmentasi plastik-plastik keras seperti botol plastik, packaging dan lain-lain. Ketika berada di Kali Pelayaran banyak sekali ditemukan timbunan sampah pada badang sungai yang didominasi oleh bungkusan sampah plastik dan didalamnya terdapat kumpulan botol-botol plastik, bungkus makanan dan bungkus-bungkus produk lainnya. Menurut (Barboza dkk., 2020) menyatakan Fragmen diketahui berasal dari hasil potongan produk plastik dan kerusakan plastik kaku dengan polimer sintesis yang sangat kuat. Sumber fragmen yang ditemukan di sedimen dapat berasal dari sampah plastik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia setempat.

Pada Gambar 4 ditunjukkan bahwa mikroplastik memiliki beberapa jenis yakni fiber, fragmen, filamen, granula dan foam. Pada penelitian ini hanya teridentifikasi 3 jenis mikroplastik yakni fiber, fragmen dan filamen. Mikroplastik jenis fiber berasal dari fragmentasi benang-benang dan jaring ikan, jenis fragmen berasal dari fragmentasi plastik-plastik keras atau yang bervolume dan jenis filamen berasal dari kantong kresek yang biasa digunakan sekali pakai. Sesuai dengan pernyataan Permatasari &



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 3
Persentase Jenis Mikroplastik Ikan Nila Kali Pelayaran

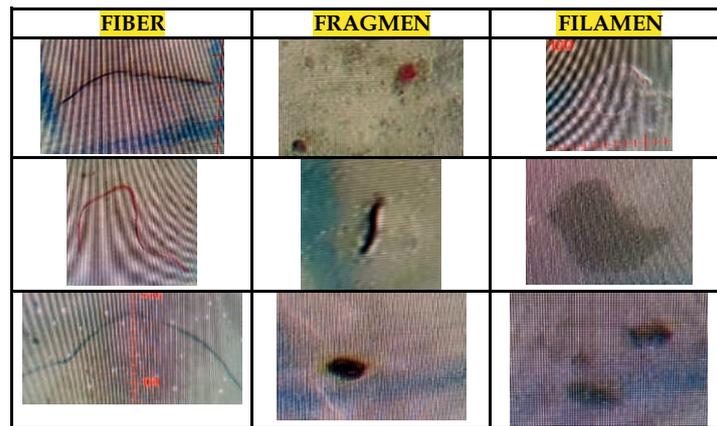
Radityaningrum (2020) bahwa mikroplastik jenis fragmen ini umumnya berasal dari sisa plastik yang digunakan dalam produk konsumen, seperti bekas botol minuman, sisa-sisa toples yang terbuang, map mika, kepingan galon dan potongan-potongan kecil paralon. Perbedaan bentuk, karakteristik, dan asal ketiga jenis mikroplastik menjadi salah satu penyebab perbedaan kelimpahan ketiga jenis mikroplastik tersebut. Pada Kali Pelayaran banyak sekali timbul sampah yang didominasi sampah plastik keras seperti bungkus makanan, bungkus produk dan botol-botol plastik, salah satu penyebab utama berlimpahnya mikroplastik jenis fragmen pada Kali Pelayaran. Hal ini diperjelas oleh pernyataan dari Simamora et al., (2020) bahwa polimer penyusun kemasan plastik ini diperkirakan membutuhkan waktu lama untuk terdegradasi dan mengendap di dasar perairan karena bahannya yang cukup tebal maka sampah plastik yang sudah ada dari lama akan tetap ada di lingkungan tersebut bahkan menumpuk dan akhirnya dapat menyebabkan dampak-dampak negatif.

Kontaminasi mikroplastik pada saluran pencernaan ikan nila di keramba Kali Pelayaran dapat melalui 2 jalur yakni secara langsung dan tidak langsung. Proses secara langsung yakni ketika ikan menganggap

bahwa partikel mikroplastik yang berada di perairan adalah makanannya (zooplankton) dan terjadilah istilah kekenyangan palsu. Lalu proses secara tidak langsung ini adalah melalui proses rantai makanan yakni ketika plankton memakan mikroplastik kemudian plankton tersebut dimakan oleh ikan dan akhirnya ikan terkontaminasi mikroplastik juga.

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik pada berbagai organisme di perairan seperti ikan. Hal ini terjadi karena mikroplastik dapat tertelan oleh biota tersebut ketika mencari makan secara tidak sengaja karena bentuknya yang hampir sama dengan jenis makanannya (Tosetto dkk., 2017). Contohnya plankton, karena bentuk dan warna plankton mirip dengan mikroplastik maka ikan tidak sengaja memakanya. Menurut (Tuhumury & Pellaupessy, 2021) menyatakan bahwa Mikroplastik dianggap sebagai polutan global, mikroplastik mencemari perairan, perubahan ekosistem, mempengaruhi keanekaragaman hayati yakni mengurangi keanekaragaman spesies dan bertindak sebagai vektor untuk menyebarkan bahan tambahan kimia beracun.

Mikroplastik yang masuk kedalam tubuh ikan akan membawa beberapa dampak negatif bagi ikan tersebut dikarenakan sifat



Sumber: Data Primer, 2021

Gambar 4.

Jenis-jenis Mikroplastik pada Ikan Nila Kali Pelayaran

dasar mikroplastik itu sendiri yakni memiliki ikatan terbuka, sehingga ketika mikroplastik berada di lingkungan tercemar maka dapat mengikat senyawa atau zat-zat patogen kemudian dimakan oleh ikan. Efek yang ditimbulkan akan bereaksi pada ikan itu sendiri. Selain hal itu, plastik sendiri mempunyai senyawa pembentuk plastik yakni plasticizer yang sangat membahayakan bagi biota yang mengkonsumsinya. Menurut Lenz dkk., (2016) menyatakan bahwa potongan plastik juga melarutkan bahan kimia berbahaya, seperti bisphenol A (BPA) yang mengganggu hormon hingga pestisida, yang dapat mengganggu fungsi kekebalan tubuh. Hal ini juga menghambat pertumbuhan tubuh dan reproduksi dari ikan.

Mikroplastik yang masuk dalam sistem pencernaan ikan juga dapat menyebabkan dampak negatif yakni mengganggu pencernaan ikan seperti penyaringan makannya tersumbat, dan ususnya berisi mikroplastik. Hal ini diperjelas oleh pernyataan dari Azizah dkk., (2020) yang menyatakan bahwa ikan yang secara tidak sengaja menelan mikroplastik akan terakumulasi di saluran pencernaan yang berpotensi melukai dan menyumbat saluran pencernaannya serta senyawa polimer pada mikroplastik yang beracun akan mengganggu fisiologis tubuh ikan nila. Zat aditif atau senyawa berbahaya pada mikroplastik yang berikatan dengan limbah perairan juga dapat menyebabkan efek biologis yang berbahaya seperti penurunan fungsi kerja insang.

Ikan yang telah terkontaminasi mikroplastik mempunyai peluang sangat besar untuk menyalurkannya ke dalam tubuh manusia jika mengonsumsinya. Penelitian yang membahas mengenai masuknya mikroplastik pada manusia yakni pada (Budiarti dkk., 2021) yang menyatakan bahwa pada 10 gram sampel feses manusia yang dikumpulkan dari 102 partisipan dinyatakan positif mengandung mikroplastik. Hal tersebut berkaitan dengan mulai adanya aktifitas mikroplastik yang sudah memasuki membran sel tubuh, sehingga ditangkap oleh organ sel seperti lisosom. Dampak yang terjadi akan bisa mengganggu berlangsungnya hidup sel tersebut atau dengan kata lain gangguan di dalam sel (Prata, 2018).

Mikroplastik memiliki potensi dampak negatif terhadap tubuh manusia dalam segi patogenitas dan toksisitasnya, karena sifat mikroplastik yang bisa berikatan dengan zat-zat berbahaya yang ada di lingkungannya dan kemudian dibawa ke dalam tubuh manusia. Pada penelitian Norland dkk., (2021) terhadap PVC yakni salah satu jenis plastik yang sangat berbahaya. Partikel PVC, monomer VC, dan produk dekomposisi termal yang ditujukan pada percobaan terhadap tikus secara *in vitro*, hasilnya menunjukkan bahwa terjadi inflamasi atau peradangan pada organ pernafasan tikus. Meskipun sampai sekarang WHO sendiri masih menetapkan status dampak mikroplastik terhadap manusia sebagai *Allowable Intake* atau belum adanya batas maksimum paparan mikroplastik yang mampu menyebabkan dampak-dampak negatif pada

tubuh manusia akan tetapi kita diharapkan untuk tetap waspada dengan dampak negatif plastik dan mulai mengurangi penggunaan plastik sekali pakai untuk mengurangi keberadaannya di lingkungan agar meminimalisir resiko terkontaminasi oleh mikroplastik.

SIMPULAN

Hasil penelitian mikroplastik pada organ pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di keramba Kali Pelayaran, Kabupaten Sidoarjo menunjukkan bahwa semua sampel ikan nila terkontaminasi mikroplastik. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air di perairan Kali Pelayaran sudah tercemar khususnya oleh sampah plastik. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah jenis fiber dengan persentase sebanyak 1%, fragmen 95% dan filamen 4%. Kontaminasi mikroplastik tertinggi berada pada daerah hilir yakni di Desa Tawang Sari, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo. Jumlah mikroplastik yang ditemukan adalah jenis fragmen sebanyak 621 partikel/ind, filamen 18 partikel/ind, fiber 2 partikel/ind dan kelimpahan rata-rata mikroplastik mencapai 970 partikel/ind. Berdasarkan hasil yang telah didapat maka perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk melakukan identifikasi mikroplastik pada bagian tubuh ikan yang lain seperti insang dan melakukan analisis menggunakan FTIR agar dapat mengetahui polimer mikroplastik yang mengkontaminasi ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. Y. (2016). Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Nila (*Oreochromis*. Sp) Strain Merah dan Strain Hitam yang Dipelihara pada Media Bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 16(3), 159-166.
- Azizah, P., Ridlo, A., Suryono, C. A., Kelautan, D. I., Perikanan, F., & Diponegoro, U. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal of Marine Research*, 9(3), 326-332.
- Bahri, A. R. S., Ikhtiar, M., Baharuddin, A., & Abbas, H. H. (2020). Identification of Microplastic in Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) at Tallo River in Macassar. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 5(3), 406-411. www.ijshr.com
- Barboza, L. G. A., Cunha, S. C., Monteiro, C., Fernandes, J. O., & Guilhermino, L. (2020). Bisphenol A and its analogs in muscle and liver of fish from the North East Atlantic Ocean in relation to microplastic contamination. Exposure and risk to human consumers. *Journal of Hazardous Materials*, 393 (December 2019), 122419. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122419>
- Budiarti, Eka chlara, Sofi Azilan Aini, Andreas K., Prigi A., (2021). Identifikasi mikroplastik pada feses manusia. *Environmental pollutant journal*. Ecoton. Gresik, Jawa Timur.
- Dan, K., Agathis, D., Indonesia, U., Biologi, D., Matematika, F., Alam, P., & Indonesia, U. (2021). ANALISIS KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA AIR, INSANG DAN SALURAN PENCERNAAN IKAN MUJAIR *Oreochromis mossambicus*. (Peters, 1852) DIDANAU. 1-10.
- Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., & Bambang, D. (2014). Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan. *Teknik POMITS*, 3(1), 47-52. <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5681/1687>
- Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. a. (2020). Jenis Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10-21.
- Khan, F. R., Shashoua, Y., Crawford, A., Drury, A., Sheppard, K., Stewart, K., & Sculthorp, T. (2020). "The plastic Nile": First evidence of microplastic contamination in fish from the Nile river (Cairo, Egypt). *Toxics*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/TOXICS8020022>
- Lenz, R., Enders, K., Beer, S., Sørensen, T. K., & Stedmon, C. A. (2016). Analysis of microplastic in the stomachs of herring and cod from the North Sea and Baltic Sea. *Naturstyrelsen*. <http://naturstyrelsen.dk/publikationer/2016/apr/analyse-af-mikroplast-i-torske-og-sildemaver>
- Mardiyana, M., & Kristiningsih, A. (2020). Dampak Pencemaran Mikroplastik di

- Ekosistem Laut terhadap Zooplankton: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 29–36. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i1.147>
- McNeish, R. E., Kim, L. H., Barrett, H. A., Mason, S. A., Kelly, J. J., & Hoellein, T. J. (2018). Microplastic in riverine fish is connected to species traits. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29980-9>
- Norland, S., Vorkamp, K., Bøgevik, A. S., Koelmans, A. A., Diepens, N. J., Burgerhout, E., Hansen, Ø. J., Puvanendran, V., & Rønnestad, I. (2021). Assessing microplastic as a vector for chemical entry into fish larvae using a novel tube-feeding approach. *Chemosphere*, 265(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129144>
- Nurdiana, mahda. Nindia Sukma T., (2021). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Air Kali Pelayaran Anak Sungai Brantas Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Environmental Pollutan Journal. Program Studi Biologi. UIN Malang*.
- Permatasari, D. R., & Radityaningrum, A. D. (2020). Kajian Keberadaan Mikroplastik Di Wilayah Perairan: Review. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VIII*, 499–506.
- Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? *Environmental Pollution*, 234, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- Simamora, C. S. L., Warsidah, W., & Nurdiansyah, S. I. (2020). Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v2i3.34828>
- Tosetto, L., Williamson, J. E., & Brown, C. (2017). Trophic transfer of microplastics does not affect fish personality. *Animal Behaviour*, 123(October), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.10.035>
- Tuhumury, N., & Pellaupessy, H. S. (2021). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada *Caranx sexfasciatus* Yang Dibudidayakan Di Perairan Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.vol.5.no.1.117>
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 212–216.
- Yumni, Z., Yunita, D., & Sulaiman, M. I. (2020). Identifikasi Cemar Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis* C.) dan Dencis (*Sardinella lemuru*) di TPI Lampulo, Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 316–320.