

## Ancaman Pencemaran Mikroplastik dalam Kegiatan Akuakultur di Indonesia

### Threats of Microplastic Pollution on Aquaculture Activities in Indonesia

Ega Adhi Wicaksono<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada,  
Jln. Flora, Bulaksumur, Sleman 55281

✉Correspondent author: ega.a.w@ugm.ac.id

#### Abstrak

Akuakultur merupakan sektor perikanan yang terus berkembang. Seiring dengan pertumbuhan akuakultur, permasalahan kualitas air menjadi salah satu faktor utama yang perlu diperhatikan, terutama terkait dengan adanya tekanan pencemaran. Mikroplastik (MP) merupakan salah satu bahan pencemar yang bersumber dari kegiatan antropogenik dan saat ini menjadi sorotan dan banyak dikaji di lingkungan perairan seluruh dunia. Akan tetapi, di Indonesia penelitian terkait MP terutama terkait dengan kegiatan akuakultur masih sangat sedikit dilakukan. Keberadaan MP dalam kegiatan akuakultur dapat berasal dari sumber internal seperti penggunaan alat/fasilitas akuakultur yang tidak mendapatkan perawatan memadai dan penggunaan pakan yang telah terkontaminasi MP. Kemudian sumber eksternal MP pada lokasi budidaya dapat berasal dari sumber air yang berasal dari lingkungan yang telah terlebih dahulu tercemar oleh MP. Perawatan alat/fasilitas akuakultur, pencarian bahan baku pakan alternatif bebas MP dan penjagaan lingkungan perairan menjadi beberapa cara untuk mengurangi keberadaan MP dalam lokasi budidaya. Keberadaan MP pada kegiatan akuakultur sangat erat kaitannya terutama terhadap keamanan pangan dari hasil komoditas budidaya.

Kata kunci: *pencemaran, lingkungan, budidaya perairan, perikanan*

#### Abstract

Aquaculture is a growing fisheries sector. Along with the growth of aquaculture, water quality problems become one of the main factors that need to be considered, especially related to pollution pressure. Microplastic (MPs) is a pollutant sourced from anthropogenic activities and is currently in the spotlight and has been widely studied in aquatic environments around the world. However, in Indonesia, research related to MP especially in term of aquaculture activities is still lacking. The presence of MP in aquaculture activities can originate from internal sources such as the use of unmaintained aquaculture equipment/facilities and the use of feed contaminated with MP. Then, the external source of MP at the cultivation location can come from water sources that come from an environment that has been previously polluted by MP. Maintenance of aquaculture equipment/facilities, search for alternative feed raw microplastic free materials and protection of the aquatic environment from MPs are some of the ways to reduce the presence of MP in aquaculture sites. The existence of MP in aquaculture activities is related to food safety of aquaculture commodities.

Keywords: *pollution, environment, aquaculture, fisheries*

#### Pendahuluan

Kegiatan akuakultur merupakan salah satu sektor perikanan yang sedang berkembang secara global. Akuakultur sendiri dapat didefinisikan sebagai kegiatan pemeliharaan atau pembiakan organisme perairan pada lingkungan yang terkontrol (Effendi, 2004; Lucas, 2019). Seiring dengan peningkatan penduduk dunia, permintaan masyarakat global terhadap komoditas perikanan ikut meningkat (FAO, 2020). Berdasarkan data yang dirilis oleh FAO, rata-rata produksi perikanan secara global per tahun dapat tumbuh sebesar 3,1% dengan total produksi mencapai 178 juta ton pada tahun 2018. Dari produksi perikanan yang begitu besar, sekitar 46% merupakan komoditas yang berasal dari kegiatan akuakultur. Nilai produksi

komoditas akuakultur secara global juga bertumbuh dengan rata-rata pertumbuhan dua dekade terakhir sebesar 5,6% per tahunnya (FAO, 2020). Indonesia sendiri memiliki produksi hasil produksi akuakultur mencapai lebih dari 15 juta ton pada tahun 2017, secara volume melebihi produksi perikanan tangkap dengan produksi hanya mencapai 7 juta ton (KKP, 2018). Hal ini menunjukkan besarnya prospek kegiatan akuakultur dalam pemenuhan sumber pangan bagi masyarakat.

Keberlanjutan kegiatan akuakultur sangat bergantung dengan lingkungan perairan sebagai sumber media pemeliharaan organisme akuatik. Produksi dan profitabilitas komoditas akuakultur (ikan, krustasea, kerang, dan rumput laut) sangat berkaitan erat dengan kesesuaian kualitas air dengan komoditas akuakultur yang dipelihara (Boyd, 2020; Boyd and Tucker, 1998). Hal ini menjadikan kualitas air menjadi salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi keberhasilan kegiatan akuakultur. Akan tetapi, seiring dengan bertumbuhnya sektor-sektor lain seperti industri dan pemukiman, seringkali ketersediaan air di lingkungan mengalami tekanan pencemaran dari akibat kegiatan antropogenik sehingga kualitasnya menurun dan kurang sesuai dengan peruntukan kegiatan akuakultur (Wicaksono et al., 2016). Saat ini keberadaan pencemaran yang mempengaruhi lingkungan perairan telah banyak dilaporkan, misalnya kejadian pencemaran bahan organik, logam berat dan pestisida (Adyasari et al., 2021; Werorilangi et al., 2019; Wicaksono et al., 2016).

Selain jenis-jenis pencemaran tersebut, akhir-akhir ini keberadaan sampah sebagai salah satu jenis pencemaran di lingkungan perairan juga mendapat atensi yang cukup besar (Alam & Rachmawati, 2020; Lestari & Trihadiningrum, 2019; Purba et al., 2019). Berdasarkan aturan formal, Hal ini juga diindikasikan dengan tercantumnya parameter keberadaan sampah pada baku mutu air untuk kegiatan pembudidayaan komoditas ikan air tawar dan biota laut pada Peraturan Pemerintah no 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Keberadaan sampah di lingkungan perairan memang telah lama menjadi salah satu masalah lingkungan, misalnya saja pada kejadian terjeratnya biota akuatik oleh sampah laut, terjadinya *ghost fishing*, dan bahkan kerusakan alat tangkap ikan akibat keberadaan sampah padat. Diantara jenis sampah yang ada di lingkungan perairan, sampah plastik merupakan jenis yang paling banyak menjadi sorotan dan dikaji beberapa tahun kebelakang (Lestari & Trihadiningrum, 2019; Purba et al., 2019).

Plastik merupakan salah satu material yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan manusia karena sifatnya yang mudah dibentuk/dicetak, awet dan memiliki biaya produksi yang murah (Rochman, 2015). Akan tetapi seiring dengan semakin murah biaya

produksi dan kepraktisan dari material plastik, penggunaannya menjadi semakin tidak terkendali dan seringkali masuk secara tidak terkontrol ke lingkungan (Jambeck et al., 2015). Keberadaan sampah plastik di lingkungan, akibat dari paparan sinar UV; peningkatan temperatur; dan abrasi secara mekanik, dapat menyebabkan sampah plastik tersebut terpecah menjadi potongan plastik kecil yang disebut sebagai mikroplastik (Cole et al., 2011; Corcoran et al., 2009). Secara umum, mikroplastik (MP) sendiri memiliki definisi sebagai plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm (Dris et al., 2018; Frias & Nash, 2019). Keberadaan MP di perairan saat ini telah menjadi salah satu isu lingkungan penting, akibat dari dampak buruk yang mungkin disebabkan dari MP pada biota perairan (Rochman et al., 2015).

Saat ini penelitian terkait pencemaran MP sudah mulai dilakukan di perairan Indonesia, dan jumlahnya semakin meningkat setiap tahunnya (Alam & Rachmawati, 2020). Akan tetapi kebanyakan dari penelitian pencemaran MP masih lebih banyak berfokus pada lingkungan perairan umum dan masih belum mengarah ke kegiatan sistem akuakultur (Wicaksono, 2021). Padahal jika melihat keterkaitan kegiatan akuakultur dengan kualitas lingkungan perairan, kajian terkait MP juga penting untuk dilakukan dalam proses kegiatan akuakultur. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk memberikan ulasan terhadap bagaimana pencemaran MP dapat terjadi dan memberikan dampak terhadap kegiatan akuakultur. Pembahasan dalam tulisan ini akan berkaitan erat dengan gambaran umum pencemaran MP di perairan, sumber-sumber potensial MP pada sistem akuakultur, potensi dampak MP pada organisme yang dibudidayakan dan juga terkait dampak dari keberadaan MP pada produk akuakultur dan kaitannya dengan keamanan pangan. Diharapkan tulisan ini dapat menjadi data dan informasi pendahuluan yang berguna bagi peneliti dan penggiat akuakultur untuk dapat mengembangkan penelitian terkait pencemaran MP dalam konteks pelaksanaan kegiatan akuakultur berkelanjutan di Indonesia.

### **Metode Pencarian Pustaka**

Untuk menunjang pembahasan terkait potensi pencemaran MP dalam kegiatan akuakultur di Indonesia, maka dilakukan pencarian literatur dari berbagai database jurnal akademik seperti ScienceDirect, Web of Science dan Google Scholar. Pencarian kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi kata kunci yang terdiri dari “*microplastic*”, “*plastic*” “*aquaculture*”, “*fish*”, “*bivalve*”, “*toxicity*”, “*aquatic*”, “*environment*”. Pencarian kata kunci yang sama juga dilakukan pada database Google scholar dengan Bahasa Indonesia untuk mendapatkan literatur yang ditulis pada jurnal berbahasa Indonesia. Sumber literatur yang ditemukan kemudian dikelompokkan dan dianalisis secara deskriptif ke dalam beberapa

kelompok bahasan terkait, yang meliputi: pencemaran MP di lingkungan perairan, Sumber dan nasib/*fate* MP, dan keberadaan-dampak MP pada kegiatan akuakultur.

### **Pencemaran Mikroplastik di Lingkungan Perairan**

Keberadaan MP saat ini sudah cukup banyak dilaporkan di lingkungan perairan, baik pada air, sedimen maupun biota. Mikroplastik yang berada pada lingkungan perairan secara umum berasal dari kegiatan-kegiatan antropogenik yang berada di lingkungan daratan (Boucher & Friot, 2017). Ketika sampah plastik terlepas ke lingkungan, potongan plastik tersebut dapat terdiri dari berbagai macam ukuran. Apabila plastik yang terlepas ke lingkungan sudah berada dalam ukuran kecil, maka plastik tersebut dapat digolongkan sebagai MP primer (da Costa et al., 2017). Umumnya MP primer dapat berasal dari sisa hasil penggunaan kosmetik, produk perawatan pribadi, dan juga dapat berasal dari pelet bahan baku plastik. Apabila plastik yang terlepas ke lingkungan dalam ukuran besar, maka plastik tersebut dapat terpecah menjadi potongan plastik ukuran kecil akibat dari stresor lingkungan dan menghasilkan MP sekunder (Cole et al., 2011; Corcoran et al., 2009). Mikroplastik yang masuk dan terbentuk di lingkungan tersebut kemudian akan terbawa aliran air dan bermuara pada lingkungan sungai, dan pada akhirnya akan bermuara di lingkungan laut (Boucher & Friot, 2017).

Pelaporan terkait adanya pencemaran MP di perairan Indonesia diawali setidaknya sejak tahun 2014, dengan ditemukannya MP pada ikan yang dijual di tempat pelelangan ikan Paotere, Kota Makassar (Tahir & Rochman, 2014). Seiring berkembangnya penelitian MP di Indonesia, kemudian MP juga ditemukan baik pada perairan laut maupun tawar, termasuk pada ekosistem sungai dan danau (Alam et al., 2019; Tahir et al., 2020; Yusuf & Tahir, 2021). Hal ini menjadikan pencemaran MP di lingkungan perairan menjadi salah satu isu lingkungan penting akibat dari dampak yang mungkin ditimbulkan oleh MP tersebut terhadap ekosistem akuatik.

Mikroplastik secara umum dapat memberikan dampak buruk pada organisme perairan melalui beberapa cara (1) adalah kemungkinan kerusakan yang disebabkan akibat dari keberadaan fisik MP, (2) kemungkinan kerusakan diakibatkan dari keberadaan bahan aditif yang ada pada MP, (3) kemungkinan kerusakan diakibatkan dari keberadaan bahan polutan lain yang teradsorpsi pada MP (Dris et al., 2015). Bentuk dan ukuran MP yang menyerupai plankton sebagai salah satu makanan alami dari organisme perairan juga menjadikan MP akan sangat mudah dikonsumsi oleh organisme perairan. Hal tersebut menyebabkan tingginya tingkat ketersediaan biologis (*Bioavailability*) MP terhadap organisme perairan.

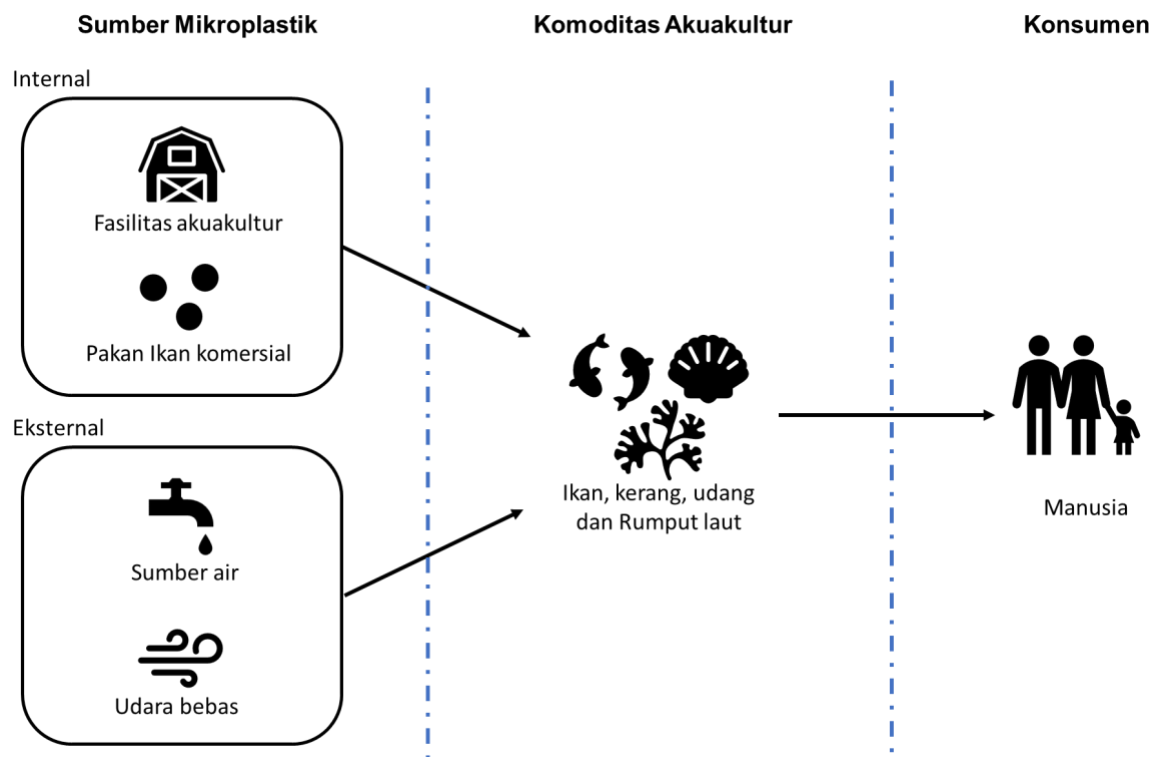
Material plastik sendiri pada dasarnya diproduksi dengan menggunakan penambahan bahan aditif. Beberapa bahan aditif seperti Pthalate, Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) dan Bisphenol-A sering ditambahkan untuk memberikan sifat-sifat tertentu pada plastik yang diproduksi. Misalnya saja penambahan pthalate dan PBDE pada plastik dilakukan untuk meningkatkan fleksibilitas/kelenturan serta ketahanan terhadap temperatur tinggi dari plastik. Akan tetapi zat aditif yang ditambahkan dalam proses produksi plastik, seringkali bersifat racun dan bersifat *endocrine disruptor* terhadap ikan (Hermabessiere et al., 2017). Selain dengan adanya zat aditif pada material plastik, plastik dengan sifat hidrofobik juga cenderung untuk dapat mengakumulasi bahan-bahan toksik yang ada di lingkungan (Galloway et al., 2017). Mikroplastik saat ini diketahui memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup tinggi misalnya saja terhadap polutan logam berat, pestisida dan antibiotik (Mamitiana et al., 2018; Purwiyanto et al., 2020; Wang et al., 2018). Dengan terkonsumsinya MP secara tidak sengaja oleh organisme perairan, dapat menyebabkan zat-zat aditif maupun zat yang teradsorpsi oleh plastik dari lingkungan dapat terlepas dan meracuni organisme perairan.

### **Sumber dan Nasib/Fate Mikroplastik dalam Kegiatan Akuakultur**

Distribusi MP dalam lingkungan kegiatan akuakultur memiliki keunikan tersendiri dibandingkan dengan lingkungan perairan lainnya. Kegiatan akuakultur secara umum seringkali dilaksanakan dengan sistem pemeliharaan tertutup atau semi tertutup. Penggunaan sistem tersebut memberikan kecenderungan MP untuk dapat bertahan lebih lama dan terakumulasi dalam sistem akuakultur (Chen et al., 2021). Keberadaan MP pada lingkungan akuakultur dapat berasal dari berbagai sumber, baik dari sumber internal akibat dari kegiatan akuakultur itu sendiri maupun sumber eksternal dari luar kegiatan akuakultur (Gambar 1). Sumber MP secara internal dalam kegiatan akuakultur tidak terlepas dari penggunaan peralatan plastik dalam semua kegiatan akuakultur mulai dari pembenihan hingga proses panen. Beberapa peralatan plastik tersebut misalnya saja pada penggunaan wadah pemeliharaan, jaring, alat tangkap ikan, pipa air hingga perkabelan (Zhou et al., 2021). Penggunaan alat-alat dengan material plastik memungkinkan adanya pecahan plastik untuk terlepas dan masuk ke dalam media pemeliharaan ikan sebagai MP.

Jaring dan alat tangkap ikan misalnya, saat ini telah menjadi salah satu sumber dari pencemaran MP pada berbagai lokasi seperti perairan zona tangkap ikan dan juga tempat wisata (Dowarah & Devipriya, 2019). Selain dapat menjadi salah satu penyebab fenomena *ghost fishing*, alat tangkap ikan yang tidak dirawat dengan baik juga dapat menjadi salah

satu sumber pencemaran MP. Tali plastik yang biasa digunakan sebagai alat tangkap dapat menghasilkan potongan fragmen MP hingga 22 MP/meter dalam satu kali kegiatan hauling, dan jumlah ini dapat meningkat hingga 32 kali seiring dengan umur dari penggunaan tali tersebut (Napper et al., 2022). Dalam kegiatan akuakultur, peralatan plastik harus dirawat dengan baik untuk menghindari adanya pelepasan MP dari alat/fasilitas akuakultur pada media pemeliharaan. Penggunaan tali plastik dengan umur kurang dari 2 tahun diharapkan melepaskan jumlah MP secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan tali plastik tua. Kemudian penggunaan plastik dalam lingkungan akuakultur seringkali menerima tekanan lingkungan berupa paparan sinar UV dan perubahan temperatur secara mendadak. Hal tersebut dapat menyebabkan plastik dapat lebih mudah untuk terpecah dan menghasilkan MP (Chamas et al., 2020; Corcoran et al., 2009). Sehingga, perawatan alat dan fasilitas akuakultur menjadi salah satu prasyarat penting dalam upaya pengurangan sumber internal MP dalam kegiatan akuakultur.



Gambar 1. Sumber dan *Fate* Mikroplastik Dalam Kegiatan Akuakultur

Pemberian pakan buatan saat ini juga diduga menjadi salah satu sumber MP di lingkungan akuakultur. Pakan buatan yang digunakan dalam kegiatan akuakultur pada umumnya merupakan pakan dengan kandungan protein yang tinggi, dengan tepung ikan sebagai salah satu bahan baku utamanya (Mudjiman, 2011). Tepung ikan merupakan bahan

baku pakan yang umumnya diproduksi dari ikan hasil tangkapan di laut. Selain masalah keberlanjutan pasokan bahan baku tepung ikan, ternyata penggunaan ikan hasil tangkapan sebagai salah satu komponen penyusun tepung ikan juga memberikan ancaman pencemaran MP.

Saat ini MP telah banyak ditemukan pada hampir seluruh wilayah lautan dan telah mengkontaminasi biota laut hasil tangkapan (Covernton et al., 2021; Thiele et al., 2021). Dalam praktiknya, pembuatan tepung ikan dari bahan baku berupa ikan yang sudah terkontaminasi MP dapat memberikan peluang MP untuk ada pada tepung ikan tersebut. Beberapa penelitian telah melaporkan peluang berpindahannya MP dari lingkungan perairan ke dalam akuakultur melalui tepung ikan sebagai bahan baku pakan ikan sebagai perantaranya. Secara umum, tepung ikan komersial yang digunakan sebagai bahan baku pakan dapat mengandung hingga 124 MP/kg, konsentrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan ikan rucah sebagai bahan baku tepung ikan itu sendiri (Thiele et al., 2021). Beberapa tepung ikan yang menggunakan ikan salmon, sarden dan kilka sebagai bahan bakunya memiliki kandungan MP dalam bentuk fragmen (Hanachi et al., 2019). Karbalaei et al., (2020) juga melaporkan bahwa 3 merk pakan ikan komersil yang di jual di Malaysia mengandung MP dengan konsentrasi berkisar antara 40-200 MP dalam 200 g pakan ikan, dengan MP dalam bentuk fragmen yang mendominasi (Karbalaei et al., 2020). Untuk mengurangi potensi masuknya MP di kegiatan budidaya melalui pakan ikan, penggunaan bahan alternatif dari tepung ikan sebagai sumber protein pada pakan sebaiknya dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan mencari sumber-sumber protein alternatif, misalnya dari sumber hayati, untuk mensubstitusi penggunaan tepung ikan sebagai bahan baku pakan. Penelitian Hanachi et al., (2019) juga telah mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung kedelai dapat menghilangkan kandungan MP pada pakan ikan.

Selain sumber internal MP pada kegiatan akuakultur, sumber eksternal MP juga memiliki pengaruh signifikan dalam keberadaan dan distribusi MP dalam lingkungan akuakultur. Penggunaan air dari berbagai sumber eksternal (sungai, danau, laut, air tanah) dapat berpotensi memberikan masukan polutan MP ke lingkungan akuakultur. Di Indonesia sendiri, keberadaan pencemaran MP di lingkungan laut sudah banyak di laporkan di berbagai lokasi. Misalnya saja di lingkungan laut Gresik, ditemukan MP pada air laut hingga 58 MP/m<sup>3</sup> (Ayuningtyas, 2019). Kemudian MP juga ditemukan pada perairan pesisir Kota Makassar, baik pada muara sungai maupun yang berbatasan langsung dengan lingkungan kota (Afdal et al., 2019). Beberapa sungai di Indonesia juga sudah dilaporkan tercemar oleh MP (Alam et al., 2019; Lestari et al., 2020; Wicaksono et al., 2021). Meskipun penelitian

nya masih terbilang jarang, akan tetapi pelaporan keberadaan MP pada air tanah juga sudah pernah dilaporkan di Indonesia. Penelitian Natsir et al., (2021) menunjukkan bahwa terdapat MP pada air sumur yang ada di Kota Makassar, terutama pada air sumur yang berlokasi berdekatan dengan tempat pembuangan sampah. Kegiatan akuakultur yang memanfaatkan sumber air dari lokasi yang telah tercemar oleh MP tentunya akan memungkinkan MP yang ada di lingkungan perairan sekitarnya untuk berpindah dalam lokasi akuakultur.

Selain dari sumber air, MP juga dapat masuk ke lingkungan akuakultur melalui kontaminasi udara (*atmospheric fallout*). Mikroplastik, akibat ukurannya yang kecil, akan dapat dengan mudah untuk terbawa angin dan melayang di udara (Boucher & Friot, 2017). Mikroplastik tersebut akan dengan mudah berpindah dan terdistribusi pada lokasi-lokasi lain. Penelitian Wright et al., (2020) menunjukkan bahwa besarnya konsentrasi MP di udara berhubungan dengan intensitas kegiatan manusia yang ada pada sekitar lokasi tersebut. Pada lokasi akuakultur yang bersifat terbuka, sumber MP dari udara ini juga dapat berpotensi sebagai sumber MP signifikan pada sistem akuakultur. Beberapa penelitian di Indonesia juga telah menunjukkan adanya MP dari sumber *atmospheric fallout*. Penelitian Purwiyanto et al., (2022) di Pesisir Jakarta menunjukkan bahwa MP dari atmosfer yang terdeposisi ke lingkungan daratan dapat mencapai konsentrasi 40 MP/m<sup>2</sup>/hari, konsentrasinya juga sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca. Penelitian lain juga menunjukkan adanya MP di udara kota Surabaya dengan konsentrasi 56-175 MP/m<sup>3</sup> (Syafei et al., 2019). Kebanyakan MP yang ada di udara ini dapat berasal dari abrasi ban kendaraan bermotor dan juga dapat berasal dari “debu perkotaan” yang memang berasal dari berbagai kegiatan antropogenik.

Beberapa penelitian telah melaporkan keberadaan MP pada lingkungan akuakultur di Indonesia. Mikroplastik ditemukan berada dalam tambak bandeng yang ada di Bekasi, konsentrasi rata-ratanya mencapai 3 MP/L, sekitar 50× lebih tinggi dibandingkan rata-rata konsentrasi MP pada air sungai yang merupakan sumber airnya (Sembiring et al., 2020). Kejadian serupa juga terjadi pada tambak yang ada di sekitar Muara Kamal dan Marunda, Teluk Jakarta dengan keberadaan MP pada air tambak mencapai 100 MP/L dan pada sedimen mencapai 114 MP/g (Priscilla & Patria, 2019). Sehingga dapat dikatakan bahwa keberadaan MP memang sudah terdapat pada beberapa lokasi akuakultur di Indonesia, dan dapat memberikan ancaman terhadap keberlanjutan dan keamanan pangan dari produk-produk akuakultur.



## Keberadaan dan Dampak Mikroplastik pada Produk Akuakultur di Indonesia

Keberadaan MP pada lingkungan akuakultur dapat berpindah dan mengkontaminasi komoditas akuakultur yang diproduksi. Di Indonesia, kebanyakan penelitian terkait keberadaan MP pada biota masih banyak berfokus pada organisme akuatik yang diambil dari alam. Akan tetapi beberapa penelitian terkait keberadaan MP pada biota akuakultur juga sudah mulai dilakukan. Misalnya saja pelaporan terkait adanya MP pada ikan bandeng hasil budidaya di Makassar, Bekasi dan Teluk Jakarta (Amelinda et al., 2021; Priscilla & Patria, 2019; Sembiring et al., 2020). Ikan Nila hasil budidaya sistem karamba jaring apung di Waduk Cirata juga dilaporkan memiliki rata-rata kelimpahan MP hingga 60 MP/individu (Rahmah, 2020). MP juga ditemukan pada kerang hijau yang dikoleksi dari lokasi budidaya rumput laut di Pangkep dan konsentrasinya mencapai 0,3-0,6 MP/g (Ramli et al., 2021). Kemudian MP juga ditemukan pada udang putih dari tambak yang ada di Semarang dengan kelimpahan rata-rata MP hingga 5 MP/individu (Restiani, 2017). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa MP telah mengontaminasi berbagai jenis komoditas akuakultur, bukan hanya ikan bersirip, akan tetapi juga komoditas krustasea dan moluska.

Keberadaan MP dapat memberikan dampak buruk kepada organisme yang dikultur. Organisme perairan dapat mengalami gangguan berupa gangguan metabolisme, gangguan endokrin, inflamasi, kerusakan jaringan, penurunan pertumbuhan dan bahkan penurunan sintasan (Choi et al., 2018; Jabeen et al., 2018; Rochman et al., 2014; Xiong et al., 2018). Selain itu, keberadaan MP juga diduga dapat menjadi vektor dari berbagai penyakit di lingkungan budidaya. Mikroplastik dapat menjadi tempat penempelan dari bakteri patogen seperti *Vibrio* dan *Aeromonas*, yang mungkin dapat meningkatkan penyebaran dari penyakit akibat bakteri patogen tersebut pada organisme akuatik (De Tender et al., 2015; Kirstein et al., 2016). Berbagai dampak fisiologis pada organisme perairan tersebut pada akhirnya akan berdampak pada penurunan nilai produksi yang dapat berdampak pada pengurangan nilai ekonomi dari hasil kegiatan akuakultur.

Selain dengan pengurangan nilai produksi pada kegiatan akuakultur, keberadaan MP juga dapat mengurangi keamanan pangan dari komoditas akuakultur konsumsi. Beberapa penelitian sudah menunjukkan bahwa MP dapat berpindah dari bahan pangan ke manusia. Di Eropa, diperkirakan bahwa konsumen dua spesies kerang budidaya (*Mytilus edulis* dan *Crassostrea gigas*) berpotensi mengasup MP hingga 11.000 MP per tahunnya (Van Cauwenberghes & Janssen, 2014). Kemudian secara global, diperkirakan bahwa rata-rata manusia mengkonsumsi hingga 300 – 3000 MP per tahunnya hanya dari mengkonsumsi ikan bersirip (Senathirajah et al., 2021). Penemuan keberadaan MP pada feses manusia yang

diduga berasal dari konsumsi makanan laut juga telah dilaporkan di Kota Makassar (AR et al., 2020). Akan tetapi penelitian serupa memang masih cukup jarang ditemui di Indonesia, dan masih menyisakan celah penelitian terkait bagaimana MP ini dapat berpindah dari komoditas budidaya ke manusia serta dampak yang mungkin ditimbulkan dari MP tersebut. Akan tetapi banyak peneliti bersepakat bahwa MP sangat berbahaya bagi manusia jika ditinjau dari bahan aditif yang beracun, dan ditambah dengan kemampuan akumulasi bahan toksik serta bakteri patogen dari lingkungan sekitarnya. Hal ini menjadikan MP pada komoditas akuakultur dapat bersifat sebagai toksikan dan vektor patogen di saat yang bersamaan, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan biologis bahan toksik lain dan sangat berpotensi untuk mengganggu kesehatan manusia.

### Simpulan

Pencemaran MP saat ini telah banyak ditemukan di lingkungan akuakultur global dan Indonesia. Sumber MP pada lingkungan budidaya dapat berasal dari sumber internal dan juga eksternal. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi keberadaan MP di lingkungan budidaya diantaranya adalah melakukan perawatan berkala pada alat dan fasilitas akuakultur, mencari alternatif dari tepung ikan sebagai bahan baku pakan, dan melakukan penjagaan lingkungan perairan dari pencemaran MP.

### Daftar Pustaka

- Adyasari, D., Pratama, M.A., Teguh, N.A., Sabdaningsih, A., Kusumaningtyas, M.A., Dimova, N., 2021. Anthropogenic impact on Indonesian coastal water and ecosystems: Current status and future opportunities. *Mar. Pollut. Bull.* 171, 112689. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112689>
- Afdal, M., Werorilangi, S., Faizal, A., Tahir, A., 2019. Studies on Microplastics Morphology Characteristics in the Coastal Water of Makassar City, South Sulawesi, Indonesia. *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.* 4, 1028–1033. <https://doi.org/10.22161/ijeab.4421>
- Alam, F.C., Rachmawati, M., 2020. Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia. *J. Presipitasi* 17, 344–352.
- Alam, F.C., Sembiring, E., Muntalif, B.S., Suendo, V., 2019. Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). *Chemosphere* 224, 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>
- Amelinda, C., Werorilangi, S., Burhanuddin, A.I., Tahir, A., 2021. Occurrence of microplastic particles in Milkfish (*Chanos chanos*) from brackishwater ponds in Bonto Manai Village, Pangkep Regency, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 763. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/763/1/012058>
- AR, E.S., Amqam, H., Tadjuddin Chalid, S.M., Daud, A., Ishak, H., . S., 2020. Microplastic Identification in the Faeces of Pregnant Women. *Saudi J. Biomed. Res.* 5, 299–302.

- <https://doi.org/10.36348/sjbr.2020.v05i11.003>
- Ayuningtyas, W.C., 2019. Kelimpahan mikroplastik pada perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. JFMR-Journal Fish. Mar. Res. 3, 41–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Boucher, J., Friot, D., 2017. Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources, Primary microplastics in the oceans: A global evaluation of sources. Gland, Switzerland : IUCN. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2017.01.en>
- Boyd, C.E., 2020. Water Quality an Introduction. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23335-8>
- Boyd, C.E., Tucker, C.S., 1998. Pond Aquaculture water quality management. Kluwer academics publisher, Massachussets.
- 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, 3494–3511. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>
- Chen, G., Li, Y., Wang, J., 2021. Occurrence and ecological impact of microplastics in aquaculture ecosystems. Chemosphere 274, 129989. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129989>
- Choi, jin soo, Jung, Y., Hong, N., Hee, S., Park, J., 2018. Toxicological effects of irregularly shaped and spherical microplastics in a marine teleost , the sheepshead minnow ( *Cyprinodon variegatus* ). Mar. Pollut. Bull. 129, 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.039>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Mar. Pollut. Bull. 62, 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Corcoran, P.L., Biesinger, M.C., Grifi, M., 2009. Plastics and beaches: A degrading relationship. Mar. Pollut. Bull. 58, 80–84. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.08.022>
- Covernton, G.A., Davies, H.L., Cox, K.D., El-Sabaawi, R., Juanes, F., Dudas, S.E., Dower, J.F., 2021. A Bayesian analysis of the factors determining microplastics ingestion in fishes. J. Hazard. Mater. 413, 125405. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125405>
- da Costa, J.P., Duarte, A.C., Rocha-Santos, T.A.P., 2017. Microplastics – Occurrence, Fate and Behaviour in the Environment, in: Rocha-Santos, T.A.P., Duarte, A.C. (Eds.), Characterization and Analysis of Microplastics. Elsevier, Amsterdam, pp. 1–24. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.10.004>
- De Tender, C.A., Devriese, L.I., Haegeman, A., Maes, S., Ruttink, T., Dawyndt, P., 2015. Bacterial community profiling of plastic litter in the Belgian part of the North Sea. Environmental Sci. Technol. 49, 9629–9638.
- Dowarah, K., Devipriya, S.P., 2019. Microplastic prevalence in the beaches of Puducherry, India and its correlation with fishing and tourism/recreational activities. Mar. Pollut. Bull. 148, 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.066>
- Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., Laforsch, C., 2015. Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-)plastic particles. Environ. Chem. 12, 539. <https://doi.org/10.1071/EN14172>
- Dris, R., Imhof, H.K., Löder, M.G.J., Gasperi, J., Laforsch, C., Tassin, B., 2018.

- Microplastic contamination in freshwater systems: Methodological challenges, occurrence and sources, in: *Microplastic Contamination in Aquatic Environments: An Emerging Matter of Environmental Urgency*. Elsevier, pp. 51–93. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00003-5>
- Effendi, I., 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- FAO, 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. FAO, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Frias, J.P.G.L., Nash, R., 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Mar. Pollut. Bull.* 138, 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- Galloway, T.S., Cole, M., Lewis, C., 2017. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat. Ecol. Evol.* 1, 0116. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>
- Hanachi, P., Karbalaei, S., Walker, T.R., Cole, M., Hosseini, S. V., 2019. Abundance and properties of microplastics found in commercial fish meal and cultured common carp (*Cyprinus carpio*). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26, 23777–23787. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05637-6>
- Hermabessiere, L., Dehaut, A., Paul-Pont, I., Lacroix, C., Jezequel, R., Soudant, P., Duflos, G., 2017. Occurrence and effects of plastic additives on marine environments and organisms: A review. *Chemosphere* 182, 781–793. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.096>
- Jabeen, K., Li, B., Chen, Q., Su, L., Wu, C., Hollert, H., Shi, H., 2018. Effects of virgin microplastics on goldfish (*Carassius auratus*). *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.09.031>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* (80-. ). 347, 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Karbalaei, S., Golieskardi, A., Watt, D.U., Boiret, M., Hanachi, P., Walker, T.R., Karami, A., 2020. Analysis and inorganic composition of microplastics in commercial Malaysian fish meals. *Mar. Pollut. Bull.* 150. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110687>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka* [WWW Document]. URL <https://kkp.go.id/setjen/satudata/page/1453-kelautan-dan-perikanan-dalam-angka>
- Kirstein, I. V., Kirmizi, S., Wichels, A., Garin-Fernandez, A., Erler, R., Löder, M., Gerdts, G., 2016. Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles. *Mar. Environ. Res.* 120, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.07.004>
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., 2019. The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 149, 110505. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Wijaya, B.A., Yunus, K.A., Firdaus, M., 2020. Distribution of microplastics in Surabaya River, Indonesia. *Sci. Total Environ.* 726, 138560. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138560>
- Lucas, J.S., 2019. Introduction, in: Lucas, J.S., Southgate, P.C., Tucker, C.S. (Eds.), *Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants*. Wiley-Blackwell, pp. 1–17.

- Mamitiana, R., Ding, J., Zhang, S., Jiang, H., Zou, H., 2018. Sorption and desorption of selected pharmaceuticals by polyethylene microplastics. *Mar. Pollut. Bull.* 136, 516–523. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.048>
- Mudjiman, A., 2011. Makanan Ikan. Penebar Swadaya, depok.
- Napper, I.E., Wright, L.S., Barrett, A.C., Parker-Jurd, F.N.F., Thompson, R.C., 2022. Potential microplastic release from the maritime industry: Abrasion of rope. *Sci. Total Environ.* 804. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150155>
- Natsir, M.F., Selomo, M., Ibrahim, E., Arsin, A.A., Alni, N.C., 2021. Analysis on microplastics in dug wells around Tamangapa Landfills, Makassar City, Indonesia. *Gac. Sanit.* 35, S87–S89. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.12.024>
- Priscilla, V., Patria, M.P., 2019. Comparison of microplastic abundance in aquaculture ponds of milkfish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775) at Muara Kamal and Marunda, Jakarta Bay, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012027>
- Purba, N.P., Handyman, D.I.W., Pribadi, T.D., Syakti, A.D., Pranowo, W.S., Harvey, A., Ihsan, Y.N., 2019. Marine debris in Indonesia: A review of research and status. *Mar. Pollut. Bull.* 146, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.057>
- Purwiyanto, A.I.S., Prartono, T., Riani, E., Naulita, Y., Cordova, M.R., Koropitan, A.F., 2022. The deposition of atmospheric microplastics in Jakarta-Indonesia: The coastal urban area. *Mar. Pollut. Bull.* 174, 113195. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113195>
- Purwiyanto, A.I.S., Suteja, Y., Trisno, Ningrum, P.S., Putri, W.A.E., Rozirwan, Agustriani, F., Fauziyah, Cordova, M.R., Koropitan, A.F., 2020. Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Mar. Pollut. Bull.* 158, 111380. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111380>
- Rahmah, D.T., 2020. Kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada saluran pencernaan ikan budidaya di Waduk Cirata. Institut Pertanian Bogor.
- Ramli, Yaqin, K., Rukminasari, N., 2021. Kontaminasi mikroplastik pada kerang hijau *Perna viridis* di Perairan Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan, Indonesia [Microplastics contamination in green mussels *Perna viridis* in Pangkajene Kepulauan Waters, South Sulawesi, Indonesia]. *Akuatikisile J. Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil* 5, 1–5.
- Restiani, B.R., 2017. Studi awal mikroplastik dalam sedimen, air dan tubuh udang putih yang berasal dari tambak kawasan tapak semarang. Universitas Katolik Soegijapranata.
- Rochman, C.M., 2015. The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment, in: Bergman, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing, Cham, pp. 117–140. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_5)
- Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I., Teh, S.J., 2014. Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Sci. Total Environ.* 493, 656–661. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.051>
- Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J.T., Teh, F.-C., Werorilangi, S., Teh, S.J., 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci. Rep.* 5, 14340. <https://doi.org/10.1038/srep14340>

- Sembiring, E., Fareza, A.A., Suendo, V., Reza, M., 2020. The Presence of Microplastics in Water, Sediment, and Milkfish (*Chanos chanos*) at the Downstream Area of Citarum River, Indonesia. *Water, Air, Soil Pollut.* 231, 355. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04710-y>
- Senathirajah, K., Attwood, S., Bhagwat, G., Carbery, M., Wilson, S., Palanisami, T., 2021. Estimation of the mass of microplastics ingested – A pivotal first step towards human health risk assessment. *J. Hazard. Mater.* 404, 124004. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124004>
- Syafei, A.D., Nurasrin, N.R., Assomadi, A.F., Boedisantoso, R., 2019. Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia. *Curr. World Environ.* 14, 290–298. <https://doi.org/10.12944/CWE.14.2.13>
- Tahir, A., Rochman, C.M., 2014. Plastic Particles in Silverside (*Stolephorus heterolobus*) Collected at Paotere Fish Market, Makassar. *Int. J. Agric. Syst.* 2, 163–168. <https://doi.org/10.20956/ijas.v2i2.32>
- Tahir, A., Soeprapto, D.A., Sari, K., Wicaksono, E.A., Werorilangi, S., 2020. Microplastic assessment in Seagrass ecosystem at Kodingareng Lompo Island of Makassar City. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 564, 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012032>
- Thiele, C.J., Hudson, M.D., Russell, A.E., Saluveer, M., Sidaoui-Haddad, G., 2021. Microplastics in fish and fishmeal: an emerging environmental challenge? *Sci. Rep.* 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81499-8>
- Van Cauwenberghe, L., Janssen, C.R., 2014. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environ. Pollut.* 193, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>
- Wang, Fen, Wang, Fei, Zeng, E.Y., 2018. Sorption of toxic chemicals on microplastics, in: Zeng, E.Y. (Ed.), *Microplastic Contamination in Aquatic Environments: An Emerging Matter of Environmental Urgency*. Elsevier Inc., pp. 225–247. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813747-5.00007-2>
- Werorilangi, S., Noor, A., Samawi, M.F., Faizal, A., Tahir, A., 2019. SEBARAN SPASIAL LOGAM Pb, Cd, Cu, Zn DAN FRAKSI GEOKIMIA DI SEDIMEN PERAIRAN PANTAI KOTA MAKASSAR. *J. Ilmu Kelaut. SPERMONDE* 5, 21–28. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i1.7029>
- Wicaksono, E.A., 2021. Kajian cemaran mikroplastik pada Sungai-sungai di Kota Makassar serta dampaknya terhadap ikan komersial. Universitas Hasanuddin.
- Wicaksono, E.A., Sriati, Lili, W., 2016. Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Makrozoobenthos di Perairan Waduk Cirata, Provinsi Jawa Barat. *J. Perikan. Kelaut.* VII, 103–114.
- Wicaksono, E.A., Werorilangi, S., Galloway, T.S., Tahir, A., 2021. Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia. *Toxics* 9, 129. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/toxics9060129>
- Wright, S.L., Ulke, J., Font, A., Chan, K.L.A., Kelly, F.J., 2020. Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. *Environ. Int.* 136, 105411. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105411>
- Xiong, X., Chen, X., Zhang, K., Mei, Z., Hao, Y., Zheng, J., Wu, C., Wang, K., Ruan, Y., Lam, P.K.S., Wang, D., 2018. Microplastics in the intestinal tracts of East Asian fish

- porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis sunameri*) from Yellow Sea and Bohai Sea of China. *Mar. Pollut. Bull.* 136, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.006>
- Yusuf, M.A., Tahir, A., 2021. Study of The Abundance and Characteristics of Microplastic Contamination in The Fish of Capture Results of Fishermen in The Lake Towuti Waters, East Luwu, South Sulawesi. *Int. J. Sci. Res. Publ.* 11, 699–704. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.11.07.2021.p11593>
- Zhou, A., Zhang, Y., Xie, S., Chen, Y., Li, X., Wang, J., Zou, J., 2021. Microplastics and their potential effects on the aquaculture systems: a critical review. *Rev. Aquac.* 13, 719–733. <https://doi.org/10.1111/raq.12496>