

Artikel Review

## **Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia**

### ***Development of Microplastic Research in Indonesia***

**Firdha Cahya Alam<sup>1\*</sup>, Mulki Rachmawati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

<sup>2</sup> Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No.10, Siliwangi, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40132

\* Penulis korespondensi, e-mail: [cahya.alam@tl.itera.ac.id](mailto:cahya.alam@tl.itera.ac.id)

---

#### **Abstrak**

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki diameter kurang dari 5 mm. Penelitian terkait mikroplastik telah berkembang di dunia begitu pula di Indonesia. Penelitian yang ada di Indonesia telah dilakukan di berbagai tempat di Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, hingga Papua. Namun, belum ada kajian tentang sudah sejauh mana status perkembangan penelitian mikroplastik yang ada di Indonesia saat ini. Paper ini menjelaskan perkembangan penelitian mikroplastik di Indonesia sejak tahun 2014 hingga 2020 menggunakan metode *systematic review*. Hasil review menunjukkan bahwa mayoritas penelitian mikroplastik yang ada di Indonesia rata-rata seputar persebaran dan distribusi mikroplastik, baik di perairan tawar, laut, dan dalam tubuh organisme. Dari segi lokasi, mayoritas penelitian mikroplastik berada di Pulau Jawa (66,67%), dengan bentuk mikroplastik yang banyak ditemukan adalah fiber, dibandingkan dengan bentuk yang lainnya. Selain itu, didapatkan konsentrasi mikroplastik yang bervariasi dari berbagai lokasi. Namun, konsentrasi yang didapatkan tidak bisa langsung dibandingkan, karena metode *sampling* yang digunakan berbeda antara satu lokasi dengan lokasi yang lain. Hal ini disebabkan belum terstandardisasinya metode *sampling* mikroplastik.

**Kata Kunci:** mikroplastik; distribusi; Indonesia; perkembangan; penelitian

#### **Abstract**

*Microplastics are plastic particles that have a diameter less than 5 mm. Research related to microplastics has developed in the world as well as in Indonesia. Research in Indonesia has been carried out in various places on the islands of Sumatra, Java, Kalimantan, Sulawesi and Papua. However, there has been no study of the current development status of microplastic research in Indonesia. This paper describes the development of microplastic research in Indonesia from 2014 to 2020 using a systematic review method. The results of the review show that the majority of research on microplastics in Indonesia is about the distribution of microplastics, both in freshwater, marine, and in organisms. In terms of location, the majority of research on microplastics was in Java (66.67%), with the most common form of microplastics being fiber, compared to other forms. In addition, various microplastic concentrations were obtained from various locations. However, the concentrations obtained cannot be directly compared, because the sampling method used is different from one location to another. This is because the microplastic sampling method has not been standardized.*

**Keywords:** microplastics; distribution; Indonesia; development; research

---

## 1. Pendahuluan

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran diameter kurang dari 5 mm (Thompson dkk., 2004). Mikroplastik dapat berbentuk serat (fiber), lapisan tipis, fragmen, atau granula. Mikroplastik terbagi menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Arthur dkk., 2009). Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang diperoleh dari kosmetik dan produk kesehatan yang mengandung *microbead* atau *microexfoliate* seperti polietilen (PE), polipropilen (PP) dan polistiren (PS) (Horton dkk., 2017). Mikroplastik sekunder diperoleh dari degradasi plastik melalui proses fisik, kimia dan biologi (Thompson, 2006; Ryan dkk., 2009), misalnya plastik yang terkena radiasi sinar UV atau arus air yang deras yang menyebabkan plastik terdegradasi menjadi mikroplastik (Avio dkk., 2016).

Penelitian mikroplastik telah banyak dilakukan di dunia, baik di Eropa (Troyer, 2015; Leslie dkk., 2017), China (Wang dkk., 2017; Zhang dkk., 2017), hingga Antartika (Munari dkk., 2017). Penelitian tersebut dilakukan didasarkan pada potensi paparan mikroplastik pada makhluk hidup melalui proses biomagnifikasi yang terjadi pada rantai makanan (Wang dkk., 2016). Ukuran mikroplastik yang sangat kecil dapat memungkinkan mikroplastik tertelan oleh berbagai organisme laut atau perairan (Yudhantari dkk., 2019). Semakin kecil ukuran mikroplastik, maka tingkat bioavailabilitasnya semakin meningkat sehingga mikroplastik dapat masuk ke dalam mikroorganisme seperti zooplankton (Avio dkk., 2016; Carbery dkk., 2018).

Ragam penelitian mikroplastik yang ada di dunia telah merambah pada studi persebaran mikroplastik (Troyer, 2015; Auta, Emenike & Fauziah, 2017; Miller dkk., 2017), mulai dari mikroplastik di air laut (Auta dkk., 2017; Chubarenko & Stepanova, 2017), mikroplastik di sedimen (Van Cauwenberghe dkk., 2015; Munari dkk., 2017; Zobkov & Esiukova, 2017), mikroplastik di air sungai (Urgert, 2015; Leslie dkk., 2017), mikroplastik di udara (Dris dkk., 2017), hingga mikroplastik di organisme (Vandermeersch dkk., 2015; Kärrman dkk., 2016).

Begitu pula perkembangan penelitian mikroplastik di Indonesia telah dimulai sejak tahun 2015, yaitu penelitian distribusi mikroplastik di Muara Badak, Kutai Kartanegara (Dewi dkk., 2015), kemudian diikuti penelitian mikroplastik di sedimen laut dalam, Sumatra Barat (Cordova & Wahyudi, 2016). Namun, penelitian mikroplastik di Indonesia mulai terus meningkat ketika terdapat laporan Orb Media (2017) yang menyebutkan bahwa air tanah di Jakarta telah tercemar mikroplastik. Semenjak saat itu, mulai banyak penelitian mikroplastik di Indonesia seperti di Teluk Jakarta (Manalu dkk. 2017), Kabupaten Bandung (Alam dkk., 2019), Laut Kupang (Hiwari dkk., 2019), Teluk Benoa Bali (Nugroho dkk., 2018), Surabaya (Firdaus dkk., 2019), hingga yang terakhir di Sungai Citarum (Sembiring & Fareza, 2020).

Dengan berkembangnya penelitian mikroplastik di Indonesia, diperlukan suatu *gap analysis* terkait status penelitian mikroplastik di Indonesia. Dengan adanya paper ini, diharapkan akan diketahui status saat ini sudah sejauh mana penelitian mikroplastik di Indonesia, dan potensi penelitian apa saja yang dapat dilakukan. Dengan begitu, diharapkan ragam penelitian mikroplastik yang ada di Indonesia bisa semakin berkembang dan menjawab tantangan penyelesaian kontaminasi mikroplastik di Indonesia. Paper ini akan mengulas perkembangan penelitian mikroplastik di Indonesia dan melihat potensi perkembangan penelitian di masa depan.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan *systematic review* dengan mencari kata kunci “mikroplastik Indonesia” dan “*microplastic Indonesia*” pada *website google scholar*, *science direct*, dan *website penyedia paper* penelitian lainnya. Paper yang dikaji dalam rentang waktu 2014 hingga Agustus 2020. Hasil yang didapatkan kemudian dikaji dan diklasifikasikan berdasarkan komponen dari data yang akan dianalisis. Komponen tersebut terdapat dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Komponen *literature review*

No	Komponen yang diidentifikasi
1.	Lokasi penelitian
2.	Objek penelitian
3.	Konsentrasi mikroplastik
4.	Bentuk mikroplastik
5.	Jenis mikroplastik

Lokasi penelitian diklasifikasikan berdasarkan pulau-pulau besar yang ada di Indonesia, yaitu Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, serta lokasi lain yang ditemukan mikroplastik seperti Nusa Tenggara dan Bali. Objek penelitian didefinisikan sebagai media spesifik tempat mikroplastik ditemukan atau diteliti, seperti di perairan, sedimen, organisme, dan objek lainnya. Sedangkan, parameter konsentrasi, bentuk, dan jenis mikroplastik dianalisis berdasarkan data keseluruhan yang ditemukan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kategori Lokasi Penelitian

Dari hasil review terhadap 72 paper penelitian mikroplastik di Indonesia dari tahun 2014 hingga Agustus 2020, didapatkan bahwa mayoritas penelitian mikroplastik di Indonesia dilakukan di Pulau Jawa (66,67%). Hal ini terlihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Data penelitian mikroplastik berdasarkan lokasi

No	Lokasi Penelitian	Jumlah Penelitian Mikroplastik
1.	Sumatra	6
2.	Jawa	48
3.	Bali	6
4.	Kalimantan	1
5.	NTT dan NTB	6
6.	Sulawesi	4
7.	Papua	1
	TOTAL	72

Jumlah penelitian mikroplastik yang tinggi di Pulau Jawa dapat disebabkan oleh banyaknya institusi pendidikan tinggi yang berada di Pulau Jawa, seperti ITB, LIPI, ITS, UNIKA, sebagai salah satu institusi yang pertama kali memulai penelitian mikroplastik di Indonesia (Cordova & Wahyudi, 2016). Selain itu, tingkat konsentrasi penduduk yang tinggi di pulau Jawa dibandingkan di pulau lain, membuat penelitian mikroplastik pada lingkungan yang dikaitkan dengan faktor antropogenik menjadi lebih relevan dan menarik dilakukan. Terlihat dari dominasi penelitian mikroplastik di Pulau Jawa yang banyak mengangkat isu badan air yang tercemar (Ramadan & Sembiring, 2020; Sembiring & Fareza, 2020), potensi mikroplastik dari pencemaran udara (Asrin & Dipareza, 2019; Syafei dkk., 2019; Yudison, 2020), ataupun potensi pencemaran akibat dari daerah padat penduduk (Afdal dkk., 2019). Meskipun begitu, dengan masih sedikitnya penelitian mikroplastik di pulau lain, menjadi tantangan untuk diteliti lebih dalam. Hal ini dilandasi beragamnya jenis kondisi lingkungan yang ada di Indonesia, yang mungkin akan dapat mempengaruhi konsentrasi mikroplastik yang ditemukan.

#### 3.2 Kategori Objek Penelitian

Sementara itu, untuk jenis penelitian yang dilakukan didominasi dengan penelitian tentang distribusi dan konsentrasi mikroplastik di perairan, yang ditunjukkan melalui objek penelitian mikroplastik pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Objek penelitian mikroplastik

No	Objek Penelitian	Jumlah penelitian mikroplastik
1.	Perairan (air laut, sungai, muara)	27
2.	Sedimen (pantai, sungai, muara)	25
3.	Ikan, kerang, dan organisme lain	24
4.	Udara	3
5.	Uji dampak, pengolahan, dan lainnya	7

Dari Tabel 3 tersebut terlihat bahwa dominasi penelitian terkait distribusi dan konsentrasi mikroplastik masih lebih tinggi dibandingkan uji dampak atau mekanisme pengolahan. Jika dibandingkan dengan penelitian di luar negeri, rata-rata peneliti sudah mulai memfokuskan pada uji analisis dampak pada organisme (Au dkk., 2015; Khan dkk., 2015; Ma dkk., 2016; Rodriguez-Seijo dkk., 2017), karena hal tersebut merupakan salah satu metode untuk menjawab apakah mikroplastik berbahaya atau tidak. Selain itu dapat mengetahui bagaimana tingkat bahaya serta mekanismenya dalam organisme. Namun, di Indonesia penelitian mikroplastik masih banyak seputar persebaran, baik di perairan, sedimen, organisme dan udara, dengan total sebanyak kurang lebih 72 penelitian hingga Agustus 2020. Hal ini disebabkan Indonesia memiliki luas yang sangat besar (1,905 juta km<sup>2</sup>) dan untuk mengetahui distribusi di seluruh perairan Indonesia juga menjadi penting sebelum dilakukan pemodelan.

Selain itu, penelitian tentang mikroplastik di udara pun belum banyak dilakukan. Jika dibandingkan dengan penelitian di dunia, penelitian mikroplastik di udara telah mengarah pada identifikasi mikroplastik pada jaringan paru-paru, identifikasi kontaminan yang menempel pada mikroplastik di udara, dan sebagainya (Prata, 2018). Namun, hal ini pun belum banyak dilakukan mengingat alat uji *sampling* udara yang relatif mahal dibandingkan yang lain.

Penelitian terkait mekanisme rute transportasi dari mikroplastik pun sudah mulai disinggung di beberapa lokasi di Indonesia, seperti analisis hidrodinamika perpindahan mikroplastik di Kawasan Perairan NTT (Purba, dkk., 2018; Purba dkk., 2019), hingga pemodelan persebaran di Utara Indramayu, Laut Jawa (Ixora dkk., 2019). Namun, pemodelan analisis *fate* dari mikroplastik hingga sampai ke tubuh organisme atau manusia terlihat belum banyak dilakukan di Indonesia. Misalnya saja, penelitian di Jerman telah menganalisis kaitan cacing tanah terhadap transportasi mikroplastik di tanah (Rillig, dkk., 2017).

### 3.3 Kategori Konsentrasi Mikroplastik

Konsentrasi mikroplastik pada berbagai titik *sampling* di Indonesia memiliki nilai yang beragam. Hal ini disebabkan belum adanya standar tata cara *sampling* mikroplastik ataupun metode standar untuk menghitung konsentrasi mikroplastik, seperti *Standard Method* yang berlaku secara internasional. Antara satu penelitian dengan penelitian lainnya dapat menggunakan metode *sampling* yang berbeda, sehingga untuk membandingkan nilai konsentrasi belum bisa dilakukan secara langsung tanpa melihat metode yang digunakan.

Sebagai contoh, penelitian mikroplastik di dunia pada sampel sedimen dapat menggunakan metode *density separation* atau pemisahan densitas dengan berbagai pelarut yang berbeda, seperti NaCl (Cordova, dkk., 2018; Joesidawati, 2018), NaI (Claessens dkk., 2013), dan ZnCl<sub>2</sub> (Imhof dkk., 2012). Selain itu, metode pengamatan mikroplastik pun berbeda, ada yang menggunakan standar dari Marine & Environmental Research Institute (2015), ataupun standar lainnya. Begitu pula dengan pengujian secara kimia yang mana proses separasinya masih belum seragam.

### 3.4 Kategori Bentuk Mikroplastik

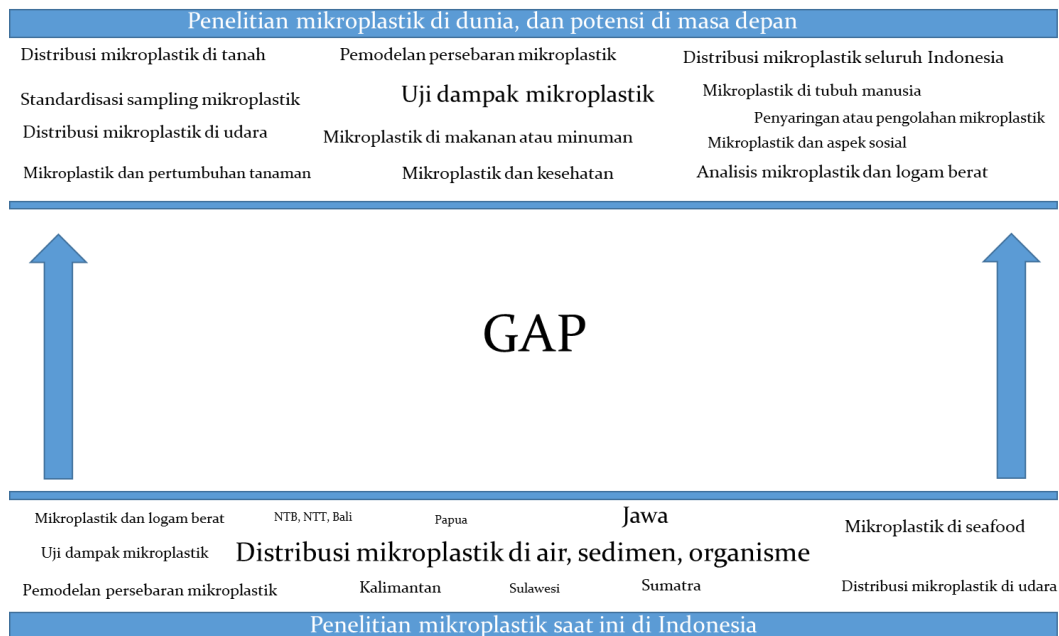
Dari segi bentuk mikroplastik, ditemukan bahwa lebih banyak plastik berjenis fiber dibandingkan jenis mikroplastik yang lainnya (Asadi dkk., 2019; Asrin & Dipareza, 2019; Fitri and Patria, 2019; Mauludy, Yunanto & Yona, 2019; Priscilla dkk., 2019; Syafei dkk., 2019; Yudhantari dkk., 2019; Suwartiningsih dkk., 2020). Hal ini dapat disebabkan bentuk fiber mikroplastik dapat berasal dari degradasi pakaian melalui proses pencucian ataupun proses lainnya (Dris dkk., 2017). Dengan kondisi masyarakat di Indonesia yang saluran air limbah domestiknya masih dominan bercampur hingga berujung ke sungai, dapat dimungkinkan mikroplastik berbentuk fiber menjadi lebih banyak ditemukan di lingkungan. Namun, hal ini masih perlu dikonfirmasi dengan penelitian yang mendalam dan fokus tentang sumber mikroplastik fiber.

### 3.5 Kategori Jenis Mikroplastik

Jenis mikroplastik yang didapatkan di berbagai penelitian di Indonesia masih beragam, tetapi tidak semua penelitian melakukan pengujian jenis mikroplastik. Beberapa jenis yang ditemukan di Indonesia diantaranya adalah polistiren (Cordova, dkk. 2018; Falahudin dkk., 2019), PET (Syafei dkk., 2019), dan polietilen (Ramadan & Sembiring, 2020), polipropilen (Ningrum dkk., 2019), dan sebagainya. Jumlah penelitian terkait jenis mikroplastik belum banyak dilakukan. Hal ini dapat disebabkan metode preparasi sampel dan pengukuran dengan instrumen yang belum terstandarisasi dan faktor biaya yang dibutuhkan relatif mahal dibandingkan hanya pengamatan menggunakan mikroskop saja.

### 3.6 Gap Analysis

Secara umum, dapat terlihat bahwa penelitian mikroplastik di Indonesia masih seputar distribusi dan persebarannya di lingkungan. Terlihat pada Gambar 1 berikut bahwa sebenarnya ada banyak potensi penelitian mikroplastik di dunia, dan tentunya diharapkan dapat diterapkan di Indonesia.



**Gambar 1.** Gap Analysis kondisi penelitian mikroplastik di Indonesia

Dengan adanya gap tersebut, dapat dimungkinkan terdapat berbagai kendala dalam pelaksanaan penelitian di Indonesia berkaitan dengan mikroplastik. Sehingga diharapkan terdapat kolaborasi lintas sektor, lintas lembaga, dan lintas keilmuan untuk dapat membantu menjawab berbagai kendala tersebut. Hal ini tidak terlepas dari harapan bahwa semakin banyak penelitian mikroplastik

yang berkembang di Indonesia, bisa turut berkontribusi dalam penyelesaian masalah mikroplastik di dunia.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian mikroplastik di Indonesia telah banyak dilakukan dan terus berkembang hingga sekarang. Namun, rata-rata penelitian yang dilakukan memiliki ruang lingkup terkait persebaran dan distribusi dari mikroplastik, dengan lokasi penelitian dominan berada di Pulau Jawa. Walaupun demikian, telah bermunculan ragam penelitian baru seputar uji dampak, distribusi pada udara, tetapi jumlahnya masih relatif sedikit dibandingkan dengan penelitian distribusi di sampel air ataupun sedimen. Dengan perkembangan penelitian mikroplastik yang semakin pesat di dunia, maka penelitian di Indonesia perlu memperluas ruang lingkup ataupun mengejar kedalaman penelitian yang sudah berkembang di dunia.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian, dukungan dari keluarga, dan rekan kerja di Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera.

#### Daftar Pustaka

- Afdal, M., Werorilangi, S., Faizal, A. and Tahir, A. 2019. Studies on Microplastics morphology characteristics in the coastal water of Makassar City, South Sulawesi, Indonesia. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*. 4(4), 1028–1033.
- Alam, F. C., Sembiring, E., Muntalif, B. S. and 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. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.02.188.
- Arthur, C., Baker, J. and Bamford, H. 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. Group, (January), 530.
- Asadi, M. A., Hertika, A. M. S., Iranawati, F. and Yuwandita, A. Y. 2019. Microplastics in the sediment of intertidal areas of Lamongan , Indonesia. 12(4), 1065–1073.
- Asrin, N. R. N. and Dipareza, A. 2019. Microplastics in ambient air (Case Study : Urip Sumoharjo Street and Mayjend Sungkono Street of Surabaya City, Indonesia). *IAETSD Journal For Advanced Research In Applied Sciences*, Vi(54), 54–57.
- Au, S. Y., Bruce, T. F., Bridges, W. C. and Klaine, S. J. 2015. Responses of *Hyalella azteca* to acute and chronic microplastic exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*. doi: 10.1002/etc.3093.
- Auta, H. S., Emenike, C. U. and Fauziah, S. H. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*. 102, 165–176. doi: 10.1016/j.envint.2017.02.013.
- Avio, C. G., Gorbi, S. and Regoli, F. 2016. Plastics and microplastics in the oceans : From emerging pollutants to emerged threat *Marine Environmental Research* Plastics and microplastics in the oceans : From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128(May), pp. 2–11. doi: 10.1016/j.marenvres.2016.05.012.
- Carbery, M., Connor, W. O. and Thavamani, P. 2018. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, (June). doi: 10.1016/j.envint.2018.03.007.
- Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robbens, J. and Janssen, C. R. 2015. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects', *Marine Environmental Research*, 111, 5–17. doi: 10.1016/j.marenvres.2015.06.007.
- Chubarenko, I. and Stepanova, N. 2017. Microplastics in sea coastal zone: Lessons learned from the Baltic amber', *Environmental Pollution*, 224, pp. 243–254. doi: 10.1016/j.envpol.2017.01.085.

- Claessens, M., Van Cauwenberghe, L., Vandegehuchte, M. B. and Janssen, C. R. 2013. New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 70(1-2), 227-233. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.03.009.
- Cordova, M. R., Hadi, T. A. and Prayudha, B. 2018. Occurrence and abundance of microplastics in coral reef sediment : a case study in Sekotong, Lombok-Indonesia. *AES Bioflux*, 10(1). doi: 10.5281/zenodo.1297719.
- Cordova, M. R. and Wahyudi, A. J. 2016. Microplastic in the deep-sea sediment of Southwestern Sumatran Waters', *Marine Research in Indonesia*, 41(1), 27. doi: 10.14203/mri.v41i1.99.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A. and Ritonga, I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3), pp. 121-131. doi: 10.13170/depik.4.3.2888.
- Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V. and Tassin, B. 2017. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution*, 221, 453-458. doi: 10.1016/j.envpol.2016.12.013.
- Falahudin, D., Cordova, M. R., Sun, X. and Yogaswara, D. 2019. The First Occurrence, Spatial Distribution and Characteristics of Microplastic Particles in Sediments from Banten Bay, Indonesia. *Science of the Total Environment*, p. 135304. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135304.
- Firdaus, M., Trihadiningrum, Y. and Lestari, P. 2019. Microplastic pollution in the sediment of Jagir Estuary , Surabaya City , Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, (November), 110-790. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110790.
- Fitri, S. and Patria, M. P. 2019. Microplastic contamination on *Anadara granosa* Linnaeus 1758 in Pangkal Babu mangrove forest area, Tanjung Jabung Barat district, Jambi. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1282. doi: 10.1088/1742-6596/1282/1/012109.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S. and Mulyani, P. G. 2019. Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5, 165-171. doi: 10.13057/psnmbi/m050204.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E. and Svendsen, C. 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities', *Science of the Total Environment*, 586, 127-141. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.
- Imhof, H. K., Schmid, J., Niessner, R., Ivleva, N. P. and Laforsch, C. 2012. A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. *Limnology and Oceanography: Methods*, 10(JULY), 524-537. doi: 10.4319/lom.2012.10.524.
- Ixora, D., Handyman, W., Purba, N. P., Pranowo, W. S., Harahap, S. A., Dante, I. F., Permata, L. and Yuliadi, S. 2019. Microplastics patch based on hydrodynamic modeling in the North Indramayu , Java Sea. 28(1), pp. 135-142. doi: 10.15244/pjoes/81704.
- Joesidawati, M. I. 2018. Pencemaran mikroplastik di sepanjang pantai Kabupaten Tuban', *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat III*, 3(September).
- Kärroman, A., Schönlau, C. and Engwall, M. 2016. Exposure and effects of microplastics on wildlife. A review of existing data', pp. 1-39. Available at: <https://naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/mikroplaster/report-orebro-university-160405.pdf>.
- Khan, F. R., Syberg, K., Shashoua, Y. and Bury, N. R. 2015. Influence of polyethylene microplastic beads on the uptake and localization of silver in zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Pollution*, 206, pp. 73-79. doi: 10.1016/j.envpol.2015.06.009.
- Leslie, H. A., Brandsma, S. H., van Velzen, M. J. M. and Vethaak, A. D. 2017. Microplastics en route: Field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment

- plants, North Sea sediments and biota. *Environment International*. 101, pp. 133–142. doi: 10.1016/j.envint.2017.01.018.
- Ma, Y., Huang, A., Cao, S., Sun, F., Wang, L., Guo, H. and Ji, R. 2016. Effects of nanoplastics and microplastics on toxicity, bioaccumulation, and environmental fate of phenanthrene in fresh water. *Environmental Pollution*. 219, pp. 166–173. doi: 10.1016/j.envpol.2016.10.061.
- Manalu, A. A., Hariyadi, S. and Wardiatno, Y. 2017. Microplastics abundance in coastal sediments of Jakarta Bay, Indonesia. *AAAL Bioflux*, 10(5), pp. 1164–1173.
- Marine & Environmental Research Institute. 2015. Guide to Microplastics Identification. 14. Available at: [http://sfyl.ifas.ufl.edu/media/sfylifasufledu/flagler/sea-grant/pdf-files/microplastics/MERI\\_Guide-to-Microplastic-Identification.pdf](http://sfyl.ifas.ufl.edu/media/sfylifasufledu/flagler/sea-grant/pdf-files/microplastics/MERI_Guide-to-Microplastic-Identification.pdf).
- Mauludy, M. S., Yunanto, A. and Yona, D. 2019. Jurnal perikanan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), pp. 73–78. doi: 10.22146/jfs.45871.
- Miller, R. Z., Watts, A. J. R., Winslow, B. O., Galloway, T. S. and Barrows, A. P. W. 2017. Mountains to the sea: River study of plastic and non-plastic microfiber pollution in the northeast USA. *Marine Pollution Bulletin*, 124(1), 245–251. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.07.028.
- Munari, C., Infantini, V., Scoponi, M., Rastelli, E., Corinaldesi, C. and Mistri, M. 2017. Microplastics in the sediments of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Marine Pollution Bulletin*, 122(1–2), pp. 161–165. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.06.039.
- Ningrum, E. W., Patria, M. P. and Sedayu, A. 2019. Ingestion of microplastics by anchovies from Talisayan harbor , East Ingestion of microplastics by anchovies from Talisayan harbor, East Kalimantan, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402. doi: 10.1088/1742-6596/1402/3/033072.
- Nugroho, D. H., Restu, I. W. and Ernawati, N. M. 2018. Kajian kelimpahan mikroplastik di perairan Teluk Benoa Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 90, pp. 80–90.
- Prata, J. C. 2018. Airborne microplastics: Consequences to human health. *Environmental Pollution*, 234(November 2017), 115–126. doi: 10.1016/j.envpol.2017.11.043.
- Priscilla, V., Sedayu, A. and Patria, M. P. 2019. Microplastic abundance in the water, seagrass, and sea hare *Dolabella auricularia* in Pramuka Island, Seribu Islands, Jakarta Bay, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402. doi: 10.1088/1742-6596/1402/3/033073.
- Purba, N. P., Apriliani, I. M. and Dewanti, L. P. 2018. Distribution of macro debris at Pangandaran Beach, Indonesia. 103(June), pp. 144–156.
- Purba, N. P., Pranowo, W. S., Simanjuntak, S. M., Faizal, I., Jasmin, H. H., Handyman, D. I. W. and Mulyani, P. G. 2019. Lintasan sampah mikroplastik di Kawasan Konservasi Perairan Nasional Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 8(2), pp. 125–134. doi: 10.13170/depik.8.2.13423.
- Ramadan, A. H. and Sembiring, E. 2020. Occurrence of microplastic in surface water of Jatiluhur Reservoir. *E3S Web of Conferences*, 148, pp. 1–4.
- Rillig, M. C., Ziersch, L. and Hempel, S. 2017. Microplastic transport in soil by earthworms. *Scientific Reports*. Springer US, 7(1), p. 1362. doi: 10.1038/s41598-017-01594-7.
- Rodriguez-Seijo, A., Lourenço, J., Rocha-Santos, T. A. P., da Costa, J., Duarte, A. C., Vala, H. and Pereira, R. 2017. Histopathological and molecular effects of microplastics in *Eisenia andrei* Bouché', *Environmental Pollution*, 220, pp. 495–503. doi: 10.1016/j.envpol.2016.09.092.
- Sembiring, E. and Fareza, A. A. 2020. The presence of microplastics in water, sediment, and milkfish (*Chanos chanos*) at the downstream area of Citarum River, Indonesia. 1950.
- Suwartiningsih, N., Setyowati, I. and Astuti, R. 2020. Microplastics in pelagic and demersal fishes of Pantai Baron, Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Biodjati*, 5(1), 33–49. doi: 10.15575/biodjati.v5i1.7768.
- Syafei, A. D., Nurasin, N. R., Assomadi, A. F. and Boedisantoso, R. 2019. Microplastic pollution in the ambient air of Surabaya, Indonesia. *Current World Environment*, 14(2), 290–298.
- Thompson, R. C., Olson, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D. and



- Russell, A. E. 2004. Lost at sea: Where is all the plastic?', *Science*, 304(5672), 838. doi: 10.1126/science.1094559.
- Troyer, N. De. 2015. Occurrence and distribution of microplastics in the Scheldt river.
- Urgert, W. 2015. Microplastics in the rivers Meuse and Rhine developing guidance for a possible future monitoring program.
- Vandermeersch, G., Van Cauwenberghe, L., Janssen, C. R., Marques, A., Granby, K., Fait, G., Kotterman, M. J. J., Diogène, J., Bekaert, K., Robbens, J. and Devriese, L. 2015. A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. *Environmental Research*, 143, 46–55. doi: 10.1016/j.envres.2015.07.016.
- Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q. and Li, M. 2016. The behaviors of microplastics in the marine environment', *Marine Environmental Research*, 113, 7–17. doi: 10.1016/j.marenvres.2015.10.014.
- Wang, W., Ndungu, A. W., Li, Z. and Wang, J. 2017. Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. *Science of the Total Environment*, 575, 1369–1374. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.213.
- Yudhantari, C. I. A. S., Hendrawan, I. G. and Puspitha, N. L. P. 2019. Kandungan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan lemuru protolan (*Sardinella Lemuru*) hasil tangkapan di Selat Bali', *Journal of Marine Research And Technology*, 2(2), 48–52.
- Yudison, A. 2020. Investigating atmospheric microplastic in total suspended particulate (TSP): preliminary study investigating atmospheric microplastic in total suspended particulate (TSP) Preliminary Study. *Proceeding Book International Seminar Microplastic Pollution in the Environment in Asia*, (June).
- Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X. and Ma, D. 2017. Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China', *Environmental Pollution*, 231, 541–548. doi: 10.1016/j.envpol.2017.08.058.
- Zobkov, M. and Esiukova, E. 2017. Microplastics in Baltic bottom sediments: Quantification procedures and first results', *Marine Pollution Bulletin*, 114(2), 724–732. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.10.060.