

## PERBANDINGAN KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA KERANG DARAH DAN KERANG TAHU DARI PERAIRAN DESA BANYUURIP, GRESIK

### *Comparison of Microplastic Abundance between Blood Cockle (*Tegilarca granosa*) and Asiatic Hard Clam (*Meretrix meretrix*) in Banyuurip Coastal Water, Gresik*

Defri Yona<sup>\*12</sup>, Carina D. Samantha<sup>1</sup>, Rarasrum D. Kasitowati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

<sup>2</sup>Marine Resources and Exploration Management Research Group Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

Jl. Veteran Malang, 65145 Jawa Timur

Email: [defri.yona@ub.ac.id](mailto:defri.yona@ub.ac.id)

Diserahkan tanggal 21 Oktober 2020, Diterima tanggal 1 Juni 2021

#### ABSTRAK

Keberadaan mikroplastik di perairan yang terus meningkat telah diketahui berpotensi masuk ke dalam berbagai jenis biota laut termasuk kerang. Kerang darah (*Tegilarca granosa*) dan kerang tahu (*Meretrix meretrix*) adalah jenis organisme yang hidup pada substrat perairan dan bersifat filter feeder sehingga potensi penyerapan mikroplastik cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan akumulasi mikroplastik pada kedua jenis kerang di perairan Desa Banyuurip, Gresik. Pengambilan data lapang terdiri dari sampel sedimen dan kerang dilakukan pada Bulan Maret 2019 pada lima stasiun berbeda yaitu muara Sungai Bengawan Solo, laut terbuka, hutan mangrove, tempat pelelangan ikan dan tambak. Pada setiap stasiun diambil sebanyak  $\pm 1$  kg sedimen serta 10 ekor kerang per spesies dengan ukuran cangkang 4-6 cm yang diasumsikan sebagai fase kerang dewasa. Analisis mikroplastik dilakukan di laboratorium melalui tahapan destruksi bahan organik menggunakan  $H_2O_2$  30 % serta identifikasi mikroplastik secara visual menggunakan mikroskop. Tiga jenis mikroplastik (fiber, film dan fragmen) ditemukan pada sedimen dan kedua jenis kerang dengan dominansi jenis fiber (> 75 %) diikuti oleh fragmen (20 %) dan film (< 2 %). Fiber dan fragmen ditemukan pada seluruh sampel kerang, sedangkan film hanya ditemukan pada beberapa sampel saja. Tidak terdapat perbedaan kelimpahan total mikroplastik antar jenis kerang, namun kelimpahan total mikroplastik ditemukan berbeda antar stasiun penelitian ( $p < 0,01$ ) dengan kelimpahan tertinggi pada kerang yang hidup di habitat mangrove. Hutan mangrove yang selalu mendapat masukan air laut serta jenis akar pohon mangrove yang bersifat menjebak sedimen memungkinkan akumulasi mikroplastik cukup tinggi sehingga dapat mempengaruhi keberadaan mikroplastik pada kerang.

**Kata kunci:** *Meretrix meretrix*; mikroplastik; Laut Jawa; *Tegilarca granosa*; mangrove

#### ABSTRACT

*The quantity of microplastic in the marine environment has increased significantly and it could lead to the accumulation in the marine organisms such as mussels and clams. Blood cockle (*Tegilarca granosa*) and Asiatic hard clam (*Meretrix meretrix*) are benthic organisms and their feeding mode could expose them to microplastic in the sediment. This study aimed to analyze and compare microplastic accumulation in both mussels in Banyuurip coastal water, Gresik. Sediment and mussel samples were collected on March 2019 from five sampling stations: Bengawan Solo river mouth, seaward area, mangrove, fish landing station and shrimp culture site. About 1 kg sediment samples and 10 individual mussels in the size of 4–6 cm from each species were collected from each sampling station. Microplastic analysis was conducted in the laboratory by digesting organic matter using  $H_2O_2$  30 % and the identification was conducted visually using microscope. Three types of microplastic (fiber, film and fragment) was found from the sediment and mussel samples with the domination of fiber (75 %) followed by fragment (20 %) and film (< 2 %). Fiber and fragment were observed in all sediment and mussel samples, whereas film was available only in certain samples. Statistical test revealed no significant difference in the concentrations of microplastic between the two mussels, however, the differences were observed in the concentrations of microplastic among the sampling stations ( $p < 0.01$ ). Higher concentration of microplastic was found in the mussels from mangrove area due to its rooting system that could trap microplastics.*

**Keywords:** *Meretrix meretrix*; microplastic; Java Sea; *Tegilarca granosa*; mangrove

#### PENDAHULUAN

Pencemaran mikroplastik telah menjadi perhatian luas di seluruh dunia sejak penelitian tentang keberadaannya pertama kali dilakukan awal tahun 1970 di

Samudra Atlantik Utara (GESAMP, 2015). Mikroplastik adalah plastik berukuran < 5 mm yang sebagian besar berasal dari degradasi plastik berukuran besar akibat dari proses fisika dan kimia di lingkungan (Andrady, 2011; Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012; GESAMP, 2015). Telah banyak

penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik di lingkungan perairan, mulai dari pesisir pantai (Álvarez-Hernández *et al.*, 2019; Mauludy *et al.*, 2019; Bissen & Chawchai, 2020; De-la-Torre *et al.*, 2020), laut terbuka (Lusher *et al.*, 2015; Kanhai *et al.*, 2018; Isobe *et al.*, 2019; Pan *et al.*, 2019) hingga laut dalam (Cauwenberghe *et al.*, 2013; Woodall *et al.*, 2014; Cordova & Wahyudi, 2016).

Mikroplastik masuk ke lingkungan perairan berasal dari berbagai sumber aktivitas manusia seperti limbah rumah tangga, industri, kegiatan perikanan dan juga pariwisata (Asadi *et al.*, 2019; Ayuningtyas *et al.*, 2019; Dowarah & Devipriya, 2019; Firdaus *et al.*, 2020). Keberadaan mikroplastik ini berpotensi masuk ke dalam biota perairan baik secara langsung dalam proses makan memakan dan juga secara tidak langsung melalui rantai makanan. Mikroplastik telah ditemukan pada berbagai jenis plankton, udang dan juga ikan (Frias *et al.*, 2014; Desforges *et al.*, 2015; Abbasi *et al.*, 2018).

Kerang sebagai salah satu biota yang hidup di substrat dasar perairan juga sangat rentan terhadap paparan mikroplastik. Penelitian tentang mikroplastik pada kerang telah dilakukan seperti pada *Mytilus edulis* (Browne *et al.*, 2008), *Cerastoderma edule* (Hermabessiere *et al.*, 2019), *Perna canaliculus* (Webb *et al.*, 2019), *Perna viridis* dan *Merethrix merethrix* (Dowarah *et al.*, 2020). Sebagian besar penelitian tersebut menemukan bahwa keberadaan mikroplastik pada kerang sangat dipengaruhi oleh keberadaan mikroplastik di lingkungan.

Perairan Desa Banyuurip, Gresik adalah perairan yang padat aktivitas penduduk yang berpotensi menyumbangkan mikroplastik ke lingkungan (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Perairan ini juga termasuk penghasil berbagai jenis kerang konsumsi seperti kerang darah (*Tegilarca granosa*) dan kerang tahu (*Merethrix*

*merethrix*). Kerang-kerang ini selain dikonsumsi oleh masyarakat setempat juga di jual ke berbagai tempat di wilayah Jawa Timur. Meskipun dampak mikroplastik pada manusia belum banyak dipelajari, namun keberadaan mikroplastik pada kerang yang dikonsumsi manusia berpotensi membahayakan. Oleh karena itu penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis serta membandingkan akumulasi mikroplastik pada kedua jenis kerang di perairan Desa Banyuurip, Gresik.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Metode Pengambilan Data

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Desa Banyuurip, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik pada Bulan Maret 2019. Terdapat lima stasiun penelitian yang terdiri dari area muara Sungai Bengawan Solo (St 1), laut lepas (St 2), hutan mangrove (St 3), area tempat pelelangan ikan (St 4) dan wilayah tambak (St 5) (Gambar 1). Sampel sedimen diambil sebanyak  $\pm 1$  kg di setiap stasiunnya menggunakan pipa paralon dengan diameter 4 inci dan panjang 50 cm. Dua jenis kerang yaitu kerang darah (*T. granosa*) dan kerang tahu (*M. merethrix*) diambil sebanyak 10 ekor setiap jenis di masing-masing stasiun menggunakan tangan. Kerang yang diambil berukuran cangkang 4–6 cm dengan asumsi ukuran ini adalah ukuran kerang dewasa yang dikonsumsi oleh penduduk setempat. Kerang darah ditandai dengan cangkang yang tebal, bentuk oval menggembung dengan banyak rib dan terdapat warna merah seperti darah pada bagian dagingnya. Kerang tahu memiliki cangkang yang sedikit tebal dan ringan berwarna kecoklatan di bagian luarnya (Ginting *et al.*, 2017). Sampel sedimen dan kerang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan mikroplastiknya.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Desa Banyuurip, Gresik.

### Analisis Laboratorium

Sebanyak 400 g sampel sedimen dioven pada suhu 90 °C selama 24 jam dan dilakukan pemisahan densitas dengan menambahkan 400 ml NaCl jenuh. Selanjutnya,

penyaringan dilakukan menggunakan saringan berukuran 5 mm dan 0,3 mm untuk memisahkan partikel mikroplastik. Destruksi bahan organik dilakukan pada partikel yang tertinggal di atas saringan 0,3 mm dengan menambahkan

larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 % dan Fe (II) 0,05 M sambil dipanaskan pada *hotplate stirrer* dengan suhu 75 °C selama 30 menit. Larutan sampel kemudian disaring menggunakan kertas Whatman, dikeringkan dan mikroplastik diidentifikasi secara visual menggunakan mikroskop.

Analisis mikroplastik pada sampel kerang dilakukan dengan memisahkan jaringan lunak dan destruksi bahan organik dilakukan dengan menambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 %. Inkubasi dilakukan sampai bahan organik hancur dan menghasilkan cairan yang bening. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kertas Whatman dan identifikasi mikroplastik secara visual menggunakan mikroskop. Mikroplastik dibedakan menjadi 3 jenis yaitu fiber, film dan fragmen dan identifikasi setiap jenis dilakukan mengacu kepada Hidalgo-Ruz (2012), Mohamed Nor dan Obbard (2014), Dai *et al.* (2018) dan Yona *et al.* (2019).

### Analisis Statistik

Uji Anova satu arah digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kelimpahan total mikroplastik antar kedua jenis kerang dan antar stasiun penelitian. Uji ini dilakukan setelah memastikan data terdistribusi normal menggunakan uji normalitas. Seluruh uji statistik dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

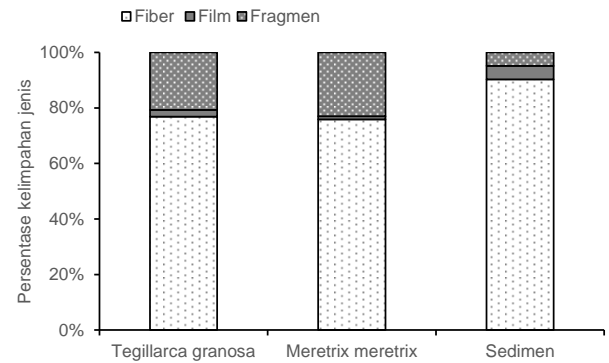
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroplastik ditemukan pada lima sampel sedimen dan semua sampel kerang yang terdiri dari tiga jenis yaitu fiber, film dan fragmen. Fiber sangat mendominasi sampel sedimen dan kedua jenis kerang, diikuti oleh fragmen dan sedikit sekali jenis film yang ditemukan (Gambar 2). Fiber di sedimen ditemukan sebanyak 90,2 % sedangkan film dan fragmen ditemukan dengan persentase yang sama sebesar 4,9 %. Komposisi jenis mikroplastik pada kedua jenis kerang ditemukan dengan persentase yang tidak jauh berbeda. Film ditemukan sedikit lebih tinggi pada *T. granosa* (76,8 %) dibandingkan pada *M. meretrix* (75,9 %). Sebaliknya, persentase fragmen sedikit lebih tinggi ditemukan pada *M. meretrix* (23,0 %) dibandingkan pada *T. granosa* (20,7 %). Film ditemukan dengan persentase yang sangat rendah pada kedua jenis kerang (2,5 % pada *T. granosa* dan 1,1 % pada *M. meretrix*).

Seperti halnya hasil penelitian ini, beberapa penelitian menemukan dominansi fiber baik di air maupun di sedimen perairan (Laglbauer *et al.*, 2014; Di and Wang, 2018; Mauludy *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2019). Namun demikian dominansi jenis lain seperti fragmen maupun film juga telah ditemukan di beberapa lokasi penelitian berbeda (Vianello *et al.*, 2013; Ayuningtyas *et al.*, 2019; Kazour *et al.*, 2019; Urban-Malinga *et al.*, 2020). Hal ini terjadi karena jenis mikroplastik yang mendominasi suatu lingkungan perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sumber masukannya, faktor fisika kimia lingkungan dan juga pergerakan massa air (Andrady, 1990; Browne *et al.*, 2011; Isobe *et al.*, 2015; Iwasaki *et al.*, 2017; Frère *et al.*, 2017).

Fiber adalah jenis mikroplastik yang bersumber dari aktivitas domestik seperti limbah pencucian pakaian maupun dari aktivitas perikanan seperti penggunaan tali dan jaring ikan (Browne *et al.*, 2011; Jeyasanta *et al.*, 2020). Dominansi fiber di sedimen mengakibatkan fiber

adalah jenis yang paling banyak ditemukan pada kedua jenis kerang. Beberapa penelitian telah menemukan hubungan antara keberadaan mikroplastik di lingkungan dengan mikroplastik pada biota (Qu *et al.*, 2018; Scott *et al.*, 2019). Mikroplastik di lingkungan masuk ke dalam biota melalui proses makan dimakan baik secara langsung maupun tidak langsung (Wright *et al.*, 2013).



Gambar 2. Komposisi Jenis Mikroplastik pada Sampel Kerang dan Sedimen

### Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Sedimen dan Kerang

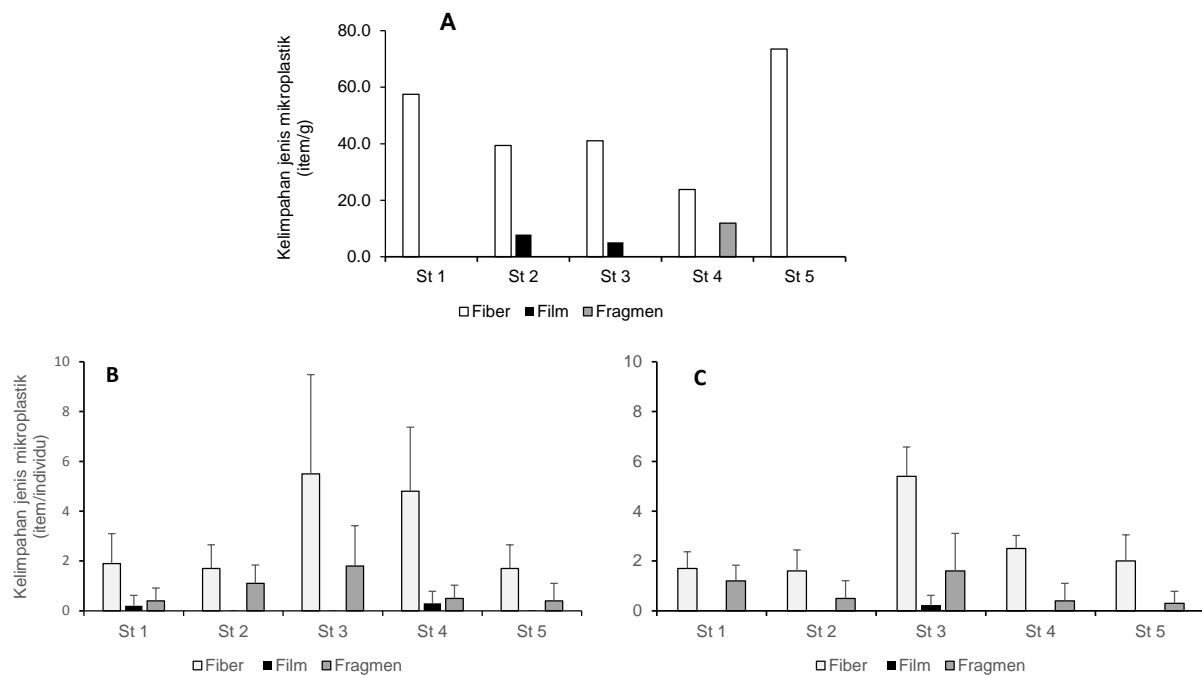
Kelimpahan jenis mikroplastik pada sedimen dan kedua jenis kerang ditemukan dengan pola yang cukup bervariasi, meskipun fiber tetap ditemukan mendominasi di seluruh stasiun (Gambar 3). Kelimpahan mikroplastik di sedimen berkisar 5,1–73,5 item/g dan pada kerang berkisar 0,2–5,5 item/individu untuk *T. granosa* dan 0,3–5,4 item/individu untuk *M. meretrix*. Fiber ditemukan pada sedimen di seluruh stasiun penelitian dengan kelimpahan tertinggi di area tambak (St 5) diikuti oleh muara sungai (St 1), mangrove (St 3), wilayah laut terbuka (St 2) dan area tempat pelelangan ikan (St 4). Film dan fragmen hanya didapatkan di beberapa stasiun dengan kelimpahan yang tidak terlalu tinggi. Sedimen pada dua stasiun penelitian mengandung film dengan kelimpahan masing-masing 7,9 item/g di St 2 dan 5,1 item/g di St 3. Fragmen hanya terdapat di St 4 dengan kelimpahan sebesar 11,4 item/g.

Kelimpahan mikroplastik pada kedua kerang ditemukan dengan kisaran yang tidak terlalu berbeda, namun terdapat perbedaan antar stasiun penelitian ( $p < 0,01$ ). Berbeda dengan pola kelimpahan fiber di sedimen, pada kedua jenis kerang fiber ditemukan lebih tinggi di area mangrove ( $5,5 \pm 3,98$  item/individu dan  $5,4 \pm 1,17$  item/individu untuk *T. granosa* dan *M. meretrix*, berturut-turut). Selain di mangrove, kelimpahan fiber pada *T. granosa* juga ditemukan cukup tinggi pada area tempat pelelangan ikan ( $4,8 \pm 2,57$  item/individu) dan pada ketiga stasiun lainnya memiliki nilai dengan kisaran yang hampir sama ( $1,7$ – $1,9$  item/individu). Pada *M. meretrix*, selain pada area mangrove, kelimpahan fiber di keempat stasiun lainnya didapatkan dengan kisaran yang hampir sama ( $1,6$ – $2,5$  item/individu). Seperti halnya fiber, fragmen adalah jenis mikroplastik yang terkandung pada sampel kerang di seluruh stasiun penelitian namun dengan kelimpahan yang lebih rendah dibandingkan fiber. Kandungan fragmen pada kedua sampel kerang juga didapatkan lebih tinggi di area mangrove dibandingkan lokasi penelitian lainnya. Fragmen pada *T. granosa* berkisar 0,4–2,5 item/individu dan pada *M. meretrix*

berkisar 0,3–2,5 item/individu. Film hanya ditemukan pada *T. granosa* dari area muara sungai ( $0,2 \pm 0,42$  item/individu) dan tempat pelelangan ikan ( $0,3 \pm 0,48$  item/individu), sedangkan pada *M. meretrix*, film hanya terdapat pada area mangrove ( $0,2 \pm 0,42$  item/individu).

Berdasarkan hasil penelitian, fiber paling banyak didapatkan di sedimen di area tambak. Tambak sebagai area yang cukup tertutup dan tidak banyak mengalami sirkulasi air berpotensi untuk mengendapkan mikroplastik jenis fiber. Fiber juga ditemukan dengan kelimpahan yang cukup tinggi pada keempat stasiun lainnya. Jenis film ditemukan pada sedimen di area laut lepas dan hutan

mangrove. Film adalah jenis mikroplastik yang berbentuk lembaran kecil dan tipis yang berasal dari degradasi plastik kemasan maupun kantong-kantong pembungkus. Karena bentuknya yang tipis, sehingga memudahkan jenis ini untuk berpindah-pindah terbawa pergerakan air dan mengendap di sedimen. Fragmen hanya didapatkan pada stasiun penelitian yang dekat dengan tempat pelelangan ikan. Sebagian besar fragmen berasal dari degradasi plastik yang cukup tebal dan banyak digunakan dalam berbagai aktivitas manusia.



**Gambar 3.** Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada (A) Sedimen, (B) *T. Granosa* dan (C) *M. meretrix*

Kelimpahan jenis mikroplastik pada kedua jenis kerang ditemukan dengan hasil yang tidak terlalu berbeda. Hal ini diduga karena karakter dan habitat kedua jenis kerang yang hampir sama yaitu sama-sama hidup menenggelamkan diri dalam sedimen berpasir (Indraswari *et al.*, 2014; Prasadi *et al.*, 2016). Sifatnya yang *filter feeder* memungkinkan kedua jenis kerang ini menyerap mikroplastik yang ada di sedimen dan juga perairan. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan akumulasi mikroplastik pada masing-masing jenis kerang karena perbedaan stasiun penelitian sebagai habitat kerang. Kelimpahan mikroplastik tertinggi pada kerang ditemukan di area hutan mangrove dan diikuti oleh empat stasiun lainnya dengan jumlah yang hampir sama. Mangrove adalah ekosistem yang selalu mendapatkan pertukaran air karena pengaruh pasang surut yang berpotensi dapat membawa mikroplastik dari lingkungan di sekitarnya dan terjebak di dalam ekosistem karena sistem perakaran mangrove (Mohamed Nor and Obbard, 2014; Ayuningtyas *et al.*, 2019; Naji *et al.*, 2019). Meskipun kelimpahan mikroplastik di sedimen paling tinggi ditemukan area tambak, namun kelimpahan mikroplastik ditemukan lebih tinggi di area mangrove. Hal ini diduga karena kondisi fisika-kimia perairan hutan mangrove yang lebih cocok

sebagai habitat hidup kerang dan berpotensi meningkatkan akumulasi mikroplastik pada tubuhnya.

Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada kerang pada penelitian ini berada pada kisaran cukup tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Dowarah *et al.* (2020) pada jenis kerang yang sama *M. meretrix* dan penelitian Li *et al.* (2015) untuk kerang *T. granosa*. Meskipun belum ada penelitian tentang dampak konsumsi kerang yang mengandung mikroplastik pada manusia, namun keberadaan mikroplastik pada kedua jenis kerang dari hasil penelitian ini perlu mendapat perhatian serius karena kedua jenis kerang tersebut adalah kerang-kerang yang banyak dikonsumsi oleh manusia.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa kontaminasi mikroplastik telah terjadi pada biota jenis kerang di Perairan Desa Banyuurip, Gresik. Akumulasi mikroplastik pada biota berasal dari mikroplastik yang ada di lingkungan yang bersumber dari berbagai aktivitas manusia. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan baik pada sedimen maupun kerang darah dan kerang tahu adalah fiber, yang diikuti oleh fragmen dan film. Tidak

terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik antar kedua jenis kerang, namun perbedaan kelimpahan dapat dilihat antar stasiun penelitian sebagai habitat kerang. Kelimpahan mikroplastik paling banyak ditemukan pada kerang yang hidup di area mangrove. Sifat filter feeder kerang dan akar mangrove yang dapat menjebak mikroplastik pada sedimen berpotensi mengakibatkan akumulasi mikroplastik pada habitat ini cukup tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Bapak Abdul Mughni, pemerhati kelestarian hutan mangrove di Perairan Desa Banyuurip yang telah membantu dalam mendapatkan sampel kerang di setiap stasiun penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Banyuurip dan pengelola Banyuurip Mangrove Center atas ijin dan bantuannya dalam proses penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan secara mandiri dan tidak didanai dari sumber manapun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, S., N., Soltani, B., Keshavarzi, F., Moore, A., Turner & M., Hassanaghahi. 2018. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere* (205): 80–87
- Álvarez-Hernández, C., Cairós, J., López-Darias, E., Mazzetti, C., Hernández-Sánchez, J., González-Sálamo & J., Hernández-Borges. 2019. Microplastic debris in beaches of Tenerife (Canary Islands, Spain). *Marine Pollution Bulletin* (146) 26–32  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.064>
- Andrady, A.L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* (62) 1596–1605.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Andrady, A.L., 1990. Weathering of polyethylene (LDPE) and enhanced photodegradable polyethylene in the marine environment. *J. of Applied Polymer Science* (39) 363–370  
<https://doi.org/10.1002/app.1990.070390213>
- Asadi, M.A., A.M.S., Hertika, F., Iranawati & A.Y., Yuwandita. 2019. Microplastics in the sediment of intertidal areas of Lamongan, Indonesia. *AACL Bioflux* (12) 1065–1073
- Ayuningtyas, W.C., D., Yona, S.H.J., Sari & F., Iranawati. 2019. Kelimpahan mikroplastik pada perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-J. Fisheries and Marine Research* (3) 41–45  
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Bissen, R. & S., Chawchai. 2020. Microplastics on beaches along the eastern Gulf of Thailand-A preliminary study. *Marine Pollution Bulletin* (157) 111345  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111345>
- Browne, M.A., M.P., Crump, S.J., Niven, E., Teuten, A., Tonkin, T., Galloway & R., Thompson. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science and Technology* (21) 9175–9179
- Browne, M.A., A., Dissanayake, T.S., Galloway, D.M., Lowe & R.C., Thompson. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and Technology* (42) 5026–5031  
<https://doi.org/10.1021/es800249a>
- Cauwenbergh, L.V., A., Vanreusel, J., Mees & C.R., Janssen. 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution* (182) 495–499  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.08.013>
- Cordova, M.R. & A.J., Wahyudi. 2016. Microplastic in the deep-sea sediment of Southwestern Sumatran Waters. *Marine Research in Indonesia* (41) 27  
<https://doi.org/10.14203/mri.v41i1.99>
- Dai, Z., H., Zhang, Q., Zhou, Y., Tian, T., Chen, C., Tu, C., Fu & Y., Luo. 2018. Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. *Environmental Pollution* (242) 1557–1565  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.131>
- De-la-Torre, G.E., D.C., Dioses-Salinas, J.M., Castro, R., Antay, N.Y., Fernández, D., Espinoza-Moriberón & M., Saldaña-Serrano. 2020. Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin* (151) 110877  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110877>
- Desforges, J.-P.W., M., Galbraith & P.S., Ross. 2015. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* (69) 320–330  
<https://doi.org/10.1007/s00244-015-0172-5>
- Di, M. & J., Wang. 2018. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment* (616–617) 1620–1627  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>
- Dowarah, K. & S.P., Devipriya. 2019. Microplastic prevalence in the beaches of Puducherry, India and its correlation with fishing and tourism/recreational activities. *Marine Pollution Bulletin* (148) 123–133  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.066>
- Dowarah, K., A., Patchaiyappan, C., Thirunavukkarasu, S., Jayakumar & S.P., Devipriya. 2020. Quantification of microplastics using Nile Red in two bivalve species *Perna viridis* and *Meretrix meretrix* from three estuaries in Pondicherry, India and microplastic uptake by local communities through bivalve diet. *Marine Pollution Bulletin* (153) 110982  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110982>
- Firdaus, M., Y., Trihadiningrum & P., Lestari. 2020. Microplastic pollution in the sediment of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* (150) 110790  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110790>

- Frère, L., I., Paul-Pont, E., Rinnert, S., Petton, J., Jaffré, I., Bihannic, P., Soudant, C., Lambert & A., Huvet. 2017. Influence of environmental and anthropogenic factors on the composition, concentration and spatial distribution of microplastics: A case study of the Bay of Brest (Brittany, France). *Environmental Pollution* (225) 211–222  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.023>
- Frias, J.P.G.L., V., Otero & P., Sobral. 2014. Evidence of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Marine Environmental Research* (95) 89–95  
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.01.001>
- GESAMP. 2015. “Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment” (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p.
- Ginting, E.D.D., I.E., Susetya, P., Patana & Desrita. 2017. Identifikasi jenis-jenis bivalvia di Perairan Tanjungbalai, Provinsi Sumatera Utara. *Acta Aquatica: Aquatica Science J* (4) 13–20
- Hermabessiere, L., I., Paul-Pont, A.-L., Cassone, C., J., Himber, Receveur, R., Jezequel, M., El Rakwe, E., Rinnert, G., C., Rivière, Lambert, A., Huvet, A., Dehaut, G., Duflos & P., Soudant. 2019. Microplastic contamination and pollutant levels in mussels and cockles collected along the channel coasts. *Environmental Pollution* (250) 807–819  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.051>
- Hidalgo-Ruz, V., L., Gutow, R.C., Thompson & M., Thiel. 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology* (46) 3060–3075  
<https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Indraswari, A.G.M., M., Litaay & E., Soekendarsi. 2014. Morfometri kerang tahu *Meretrix meretrix* Linnaeus, 1758 di Pasar Rakyat Makassar. *Berita Biologi* (13) 137–142
- Isobe, A., S., Iwasaki, K., Uchida & T., Tokai. 2019. Abundance of non-conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066. *Nature Communication* (10) <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08316-9>
- Isobe, A., K., Uchida, T., Tokai & S., Iwasaki. 2015. East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics. *Marine Pollution Bulletin* (101) 618–623  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.042>
- Iwasaki, S., A., Isobe, S., Kako, K., Uchida & T., Tokai. 2017. Fate of microplastics and mesoplastics carried by surface currents and wind waves: A numerical model approach in the Sea of Japan. *Marine Pollution Bulletin* (121) 85–96  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.057>
- Jeyasanta, K.I., N., Sathish, J., Patterson & J.K.P., Edward. 2020. Macro-, meso- and microplastic debris in the beaches of Tuticorin district, Southeast coast of India. *Marine Pollution Bulletin* (154) 111055  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111055>
- Kanhai, L.D.K., K., Gårdfeldt, O., Lyashevskaya, M., Hassellöv, R.C., Thompson & I., O’Connor. 2018. Microplastics in sub-surface waters of the Arctic Central Basin. *Marine Pollution Bulletin* (130) 8–18  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.011>
- Kazour, M., S., Jemaa, C., Issa, G., Khalaf & R., Amara. 2019. Microplastics pollution along the Lebanese coast (Eastern Mediterranean Basin): Occurrence in surface water, sediments and biota samples. *Science of the Total Environment* (696) 133933  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133933>
- Laglbauer, B.J.L., R.M., Franco-Santos, M., Andreu-Cazenave, L., Brunelli, M., Papadatou, A., Palatinus, M., Grego, T., Deprez. 2014. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin* (89) 356–366  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036>
- Li, J., D., Yang, L., Li, K., Jabeen & H., Shi. 2015. Microplastics in commercial bivalves from China. *Environmental Pollution* (207) 190–195  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>
- Lusher, A.L., V., Tirelli, I., O’Connor & R., Officer. 2015. Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and sub-surface samples. *Scientific Report* (5) 14947  
<https://doi.org/10.1038/srep14947>
- Mauludy, M.S., A., Yunanto & D., Yona. 2019. Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *J. Perikanan Universitas Gadjah Mada* (21) 73–78  
<https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Mohamed Nor, N.H. & J.P., Obbard. 2014. Microplastics in Singapore’s coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* (79) 278–283  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.025>
- Naji, A., M., Nuri, P., Amiri & S., Niyogi. 2019. Small microplastic particles (S-MPPs) in sediments of mangrove ecosystem on the northern coast of the Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin* (146) 305–311  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.033>
- Pan, Z., H., Guo, H., Chen, S., Wang, X., Sun, Q., Zou, Y., Zhang, H., Lin, S., Cai & J., Huang. 2019. Microplastics in the Northwestern Pacific: Abundance, distribution, and characteristics. *Science of the Total Environment* (650) 1913–1922  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.244>
- Prasadi, O., I., Setyobudiandi, N.A., Butet & S., Nuryati. 2016. Karakteristik Morfologi Famili Arcidae di Perairan yang Berbeda (Karangantu dan Labuan,

- Banten). *J. TeknolOGI Lingkungan* (17) 29–36  
<https://doi.org/10.29122/jtl.v17i1.1462>
- Qu, X., L., Su, H., Li, M., Liang & H., Shi. 2018. Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of the Total Environment* (621) 679–686  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.284>
- Scott, N., A., Porter, D., Santillo, H., Simpson, S., Lloyd-Williams & C., Lewis. 2019. Particle characteristics of microplastics contaminating the mussel *Mytilus edulis* and their surrounding environments. *Marine Pollution Bulletin* (146) 125–133  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.041>
- Urban-Malinga, B., M., Zalewski, A., Jakubowska, T., Wodzinowski, M., Malinga, B., Palys & A., Dabrowska. 2020. Microplastics on sandy beaches of the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* (155) 111170  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111170>
- Vianello, A., A., Boldrin, P., Guerriero, V., Moschino, R., Rella, A., Sturaro & L., Da Ros. 2013. Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (130) 54–61  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.03.022>
- Webb, S., H., Ruffell, I., Marsden, O., Pantos & S., Gaw. 2019. Microplastics in the New Zealand green lipped mussel *Perna canaliculus*. *Marine Pollution Bulletin* (149) 110641  
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110641>
- Woodall, L.C., A., Sanchez-Vidal, M., Canals, G.L.J., Paterson, R., Coppock, V., Sleight, A., Calafat, A.D., Rogers, B.E., Narayanaswamy & R.C., Thompson. 2014. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science* (1) 140317  
<https://doi.org/10.1098/rsos.140317>
- Wright, S.L., R.C., Thompson & T.S., Galloway. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* (178) 483–492  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Yona, D., S.H.J., Sari, F., Iranawati, S., Bachri & W.C., Ayuningtyas. 2019. Microplastics in the surface sediments from the eastern waters of Java Sea, Indonesia. *F1000Research* (8) 98.  
<https://doi.org/10.12688/f1000research.17103.1>
- Zheng, Y., J., Li, W., Cao, X., Liu, F., Jiang, J., Ding, X., Yin & C., Sun. 2019. Distribution characteristics of microplastics in the seawater and sediment: A case study in Jiaozhou Bay, China. *Science of the Total Environment* (674) 27–35  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.008>