

JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
eISSN: 2655-8122
<https://ejournal3.unud.ac.id/index.php/metamorfosa/>

Profil Pencemaran Mikroplastik Pada Sedimen Ekosistem Mangrove di Pulau Serangan, Bali

Microplastics Pollution Profile in Mangrove Sediment of Serangan Island, Bali

Made Bayu Khrisna Pramana¹, Nyoman Dati Pertami^{1*}, Ni Luh Gede Rai Ayu Saraswati¹

¹*Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali*

**Email: dati.pertami@unud.ac.id*

INTISARI

Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm. Partikel plastik ini diketahui telah mencemari semua kompartemen lingkungan, termasuk ekosistem mangrove. Studi ini bertujuan untuk menyelidiki pencemaran mikroplastik di sedimen mangrove di perairan Serangan, Bali. Selain itu, sampel sedimen dikumpulkan pada kedalaman sedimen yang berbeda (0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm) untuk memahami kelimpahan vertikal dan stasiun berbeda untuk memahami kelimpahan mikroplastik secara horizontal. Morfologi mikroplastik berupa bentuk, warna dan ukuran mikroplastik di sedimen mangrove juga diidentifikasi dalam penelitian ini. Titik pengambilan sampel juga didistribusikan di seluruh ekosistem mangrove Pulau Serangan dengan karakteristik yang berbeda, termasuk dekat jalan dan tempat pembuangan sampah (St 1), area perumahan dan usaha kecil (St 2 dan 3), dan dekat area teluk dengan pengaruh antropogenik yang lebih sedikit (St 4). Sebanyak 182 partikel mikroplastik yang diduga diidentifikasi dari seluruh sampel sedimen. Rata-rata kelimpahan mikroplastik secara vertikal berkisar antara $0,025 \pm 0,015$ partikel/g hingga $0,026 \pm 0,014$ partikel/g, sedangkan kelimpahan rata-rata secara horizontal berkisar dari $0,021 \pm 0,010$ hingga $0,036 \pm 0,015$ partikel/g. Fragmen merupakan jenis mikroplastik yang paling umum teridentifikasi (76,37%) dalam penelitian ini, diikuti oleh fiber (15,38%) dan film (8,24%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mikroplastik telah mencemari lapisan sedimen ekosistem mangrove di kawasan perairan Pulau Serangan. Sumber partikel mikroplastik yang diduga di area pengambilan sampel diduga berasal dari daratan (melalui jalur sungai) dan laut (akibat faktor oseanografi, seperti pasang surut, angin, dan arus). Studi lebih lanjut untuk menentukan polimer partikel mikroplastik yang teridentifikasi perlu untuk dilakukan. Hal ini penting untuk mengkonfirmasi validitas identifikasi visual dalam penelitian ini.

Kata kunci : Ekosistem Mangrove, Mikroplastik, Pulau Serangan, Sedimen Mangrove

ABSTRACT

Microplastics are defined as small particles plastic with less than 5 mm in size. These small plastic particles were polluted all environments compartments, including mangrove ecosystem. This study aims to investigate microplastics pollution in mangrove sediment in Serangan waters, Bali. Moreover, sediment sample were collected in different sediment depth (0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm) to understand the vertical abundance and morphology of microplastics in mangrove sediment. Sampling points were also distributed across mangrove ecosystem of Serangan Island with different characteristics, including near road and landfill station (St 1), residential area and small bussineses (St 2 and 3), and near bay area with less anthropogenic influence (St 4). A total of 182 suspected microplastic particles were identified from

all sediment sample. The average of microplastics abundance vertically was ranging from 0.025 ± 0.015 to 0.026 ± 0.014 particle/g, while the average abundance horizontally was from 0.021 ± 0.010 to 0.036 ± 0.015 particle/g. Fragment was the most common microplastics types identified (76.37%), followed by fiber (15.38%) and film (8.24%). Our result highlight that microplastics has polluted the sediment layers of mangrove ecosystem in Serangan oWaters. The source of suspected microplastics particle in the sampling area was suggested from both land (through river pathway) and ocean (due to oceanographic factors, such as tides, wind and current). A further study on determining the polymer of suspected microplastics particle is needed. This is important to confirm the validity of visual identification in this study.

Keyword: *Microplastics, Mangrove ecosystem, Mangrove sediment, Serangan Island.*

PENDAHULUAN

Mangrove di Pulau Serangan merupakan salah satu bagian dari Taman Hutan Raya Ngurah Rai yang diresmikan berdasarkan SK. Menhut No. 544/Kpts-II/1993 tanggal 25 September 1993. Wilayah mangrove di Pulau Serangan memiliki luasan 98 ha atau sekitar 0,5 % dari luas total hutan mangrove yang berada pada kawasan hutan lindung di Bali (Artha dkk., 2019). Secara umum, ekosistem mangrove di wilayah perairan Pulau Serangan menyediakan habitat bagi biota estuari dan laut seperti penyediaan daerah asuhan, tempat penyedia sumber makanan, dan daerah perlindungan. Hutan mangrove juga mampu melindungi ekosistem pesisir dari erosi dan mengurangi dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh bencana alam seperti badai dan tsunami (Wijayanti dkk., 2021). Selain itu, mangrove juga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap dan menyimpan karbon pada biomassa hidup dan sedimen (Taillardat *et al.*, 2018). Namun, keberaraan mangrove di Serangan mengalami tekanan antropogenik, khususnya berasal dari kegiatan di sekitar hutan mangrove.

Menurut Ariawan dkk. (2021), terdapat perbedaan pengaruh antropogenik antara kondisi ekosistem mangrove di Pulau Serangan bagian utara dan bagian selatan. Ekosistem mangrove bagian utara merupakan daerah yang dekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Suwung dan mendapat pengaruh kegiatan antropogenik seperti kegiatan wisata, restoran, kapal, dan aktivitas dari permukiman penduduk. Sedangkan, bagian selatan terletak jauh dari lokasi TPA dan mendapat sedikit pengaruh kegiatan antropogenik. Aktivitas antropogenik, khususnya pada ekosistem mangrove bagian utara ini tentunya menimbulkan tekanan terhadap ekosistem mangrove akibat adanya limbah domestik yang masuk ke dalam perairan ekosistem mangrove, seperti sampah plastik.

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang mudah ditemukan di lingkungan saat ini. Sampah plastik dapat mengalir dari hulu sungai hingga berakhir pada muara Sungai dan ekosistem mangrove. Beberapa studi telah menemukan bahwa sampah plastik telah mencemari ekosistem mangrove di Pulau Bali, seperti cemaran sampah plastik di ekosistem mangrove Teluk Benoa (Peranginangin dkk., 2025) dan perancak (Yunanto dkk., 2021). Sampah plastik dialam dapat terpecah menjadi mikroplastik melalui proses degradasi biologis, kimia, fisik, atau mekanis. Mikroplastik berpotensi menjadi ancaman yang serius di ekosistem mangrove.

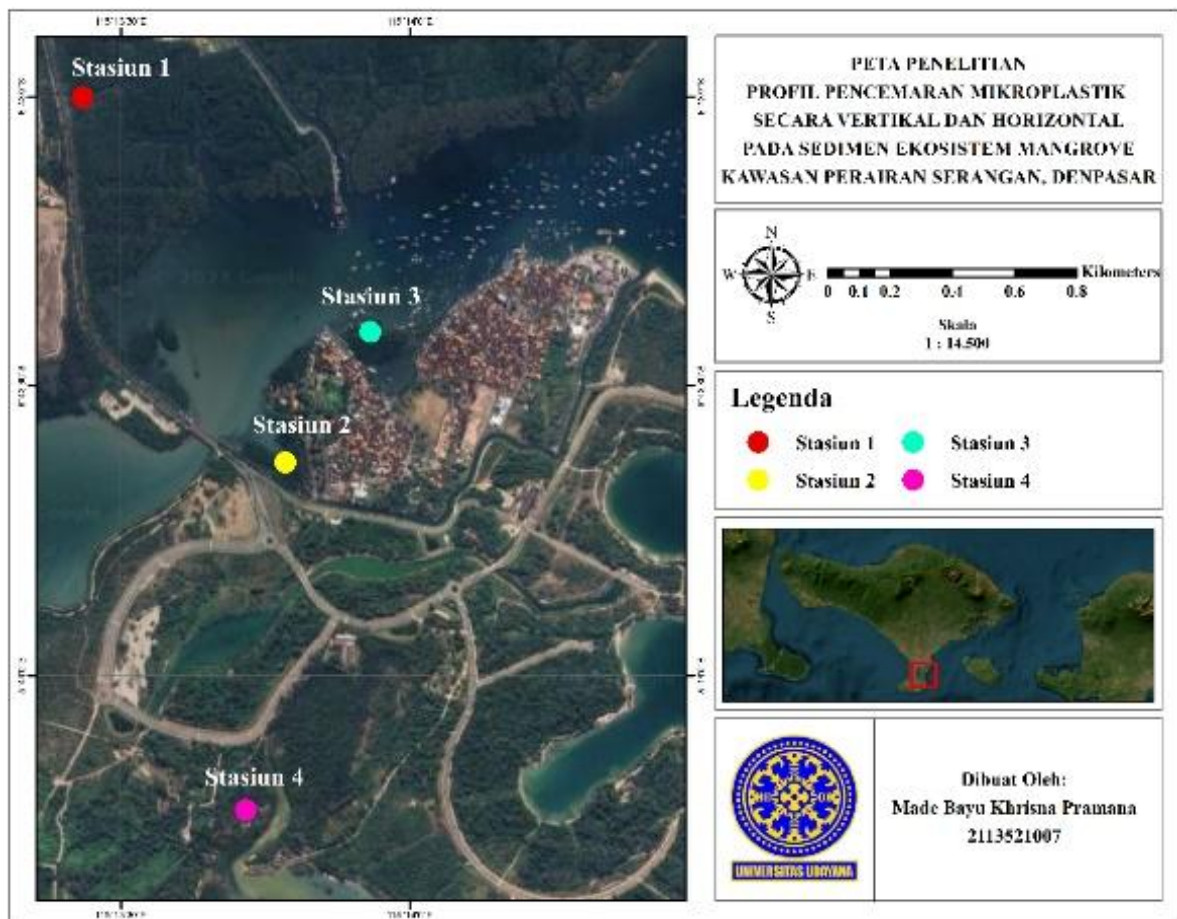
Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik dengan ukuran dibawah 5 mm (Wright *et al.*, 2013). Polusi mikroplastik telah ditemukan di hampir seluruh ekosistem perairan, termasuk ekosistem mangrove. Keberadaan mikroplastik pada ekosistem mangrove umumnya berasal dari daratan, khususnya dari muara Sungai, dan dari laut yang terdistribusi melalui mekanisme pasang surut (Zhang *et al.*, 2022). Mikroplastik pada ekosistem mangrove dapat mengendap pada lapisan sedimen melalui bioturbasi (Liu *et al.*, 2025). Mikroplastik yang mengendap pada sedimen mangrove dapat menyebabkan terganggunya proses fotosintesis dan respirasi akar mangrove (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Selain itu, organisme bentos yang hidup pada ekosistem mangrove seperti kelompok krustasea dan gastropoda juga dapat terkontaminasi oleh mikroplastik melalui rantai makanan. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa mikroplastik dapat dicerna oleh organisme laut karena bentuk dari mikroplastik dapat menyerupai

makanan (Boerger *et al.*, 2010; Browne *et al.*, 2008; Lusher *et al.*, 2013; Van Cauwenberghe *et al.*, 2013). Kontaminasi mikroplastik dalam jumlah besar pada biota diketahui dapat menimbulkan gangguan pada tubuh organisme seperti, gangguan pertumbuhan, saluran pencernaan, sistem ekskresi serta reproduksi (Wright *et al.*, 2013).

Penelitian terkait mikroplastik pada sedimen ekosistem mangrove di Bali masih tergolong terbatas. Analisis mengenai polusi mikroplastik pada ekosistem mangrove di Bali saat ini lebih banyak berlokasi di wilayah ekosistem mangrove Perancak (Apryawan dkk., 2024; Yunanto dkk., 2021). Penelitian serupa masih minim dilakukan di kawasan ekosistem mangrove bagian Selatan Bali. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelimpahan dan morfologi mikroplastik pada sedimen dengan kedalaman yang berbeda di ekosistem mangrove Pulau Serangan, Bali. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai tingkat cemaran mikroplastik di kawasan ekosistem mangrove Selatan Bali.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Juli – September 2024. Sampel sedimen dalam penelitian ini diambil dari sedimen ekosistem mangrove di kawasan Pulau Serangan, Bali (Gambar 1). Titik pengambilan sampel terdiri dari 4 titik yang tersebar di bagian utara dan Selatan Pulau Serangan dengan karakteristik yang berbeda. Analisis dan identifikasi mikroplastik dilakukan di Laboratorium Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel sedimen di ekosistem mangrove Pulau Serangan, Bali.

Pengambilan sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan *sediment corer* atau *coring* pada kedalaman yang berbeda (0-10 cm; 10-20 cm; dan 20-30 cm). Kemudian, sampel yang telah diambil dilapisi menggunakan aluminium foil dan dimasukkan dalam kantong sampel. Sampel kemudian disimpan dalam *cooler box*

dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis lebih lanjut (ekstraksi, identifikasi, *quality assurance* dan *quality control*).

Ekstraksi dan identifikasi mikroplastik

Ekstraksi mikroplastik diawali dengan tahapan pemisahan densitas (*density separation*) antara partikel mikroplastik dan non mikroplastik. Pemisahan densitas dilakukan dengan menambahkan 500 ml NaCl jenuh ke dalam 200 g sampel sedimen kering. Campuran sampel tersebut dihomogenkan selama 2 menit dan ditutup menggunakan alumunium foil lalu didiamkan selama 2 jam. Proses homogenisasi akan mempercepat terbentuk sedimen terapung yang kemudian dilakukan penyaringan menggunakan *mesh net*. Padatan yang terkumpul pada *mesh net* kemudian diekstraksi dengan menggunakan larutan H₂O₂ 30% sebanyak 10 mL. Larutan H₂O₂ 30% bertindak sebagai katalisator dalam mencerna material organik sehingga mempermudah ekstraksi mikroplastik (Yunanto dan Fitriah, 2021). Sampel yang sudah tercampur dengan larutan H₂O₂ 30% kemudian diinkubasi di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 60°C. Setelah proses inkubasi selesai, sampel kemudian disaring menggunakan kertas Whatman dengan *pore size* 1,2 µm, dengan bantuan *vacuum pump*. Sampel yang sudah tersaring pada kertas Whatman diletakkan pada petri dish lalu dikeringkan dengan menggunakan *dry oven* kembali selama 24 jam dengan suhu 60°C.

Dalam penelitian ini, mikroplastik diidentifikasi dengan identifikasi visual yang cermat menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran yang berbeda menyesuaikan dengan ukuran dari mikroplastik yang teridentifikasi. Morfologi mikroplastik yang diobservasi pada penelitian ini yaitu berupa bentuk (*foam*, fiber, film, fragmen, pellet dan granula), ukuran (< 0,5 mm, 0,5 mm - 1 mm, 1 mm - 3 mm, 3 mm - 5 mm) dan warna dari partikel yang diduga mikroplastik. Pengukuran mikroplastik dilakukan dengan menggunakan *software open access ImageJ*.

Quality assurance and quality control

Untuk mencegah kontaminasi selama seluruh prosedur analisis mikroplastik, tindakan pencegahan dan kontrol kualitas diterapkan. Prosedur ini bertujuan untuk memastikan data mikroplastik yang diperoleh dari penelitian ini akurat. Aquades digunakan untuk membersihkan semua peralatan (Suteja *et al.*, 2021). Semua peralatan yang digunakan untuk keperluan laboratorium steril dan terbuat dari bahan non-plastik (Falahudin *et al.*, 2020). Selama analisis, semua area permukaan, seperti bangku dan meja, dibersihkan dengan alkohol 70% pada saat sebelum memulai pekerjaan laboratorium, kemudian dilakukan blank sample pada proses identifikasi, yaitu dengan meletakkan kertas saring Whatman yang permukaannya dibasahi dengan aquades pada bagian pinggir mikroskop untuk melihat ada atau tidaknya kontaminasi dari udara tempat bekerja (*airborne contamination*).

Analisis data

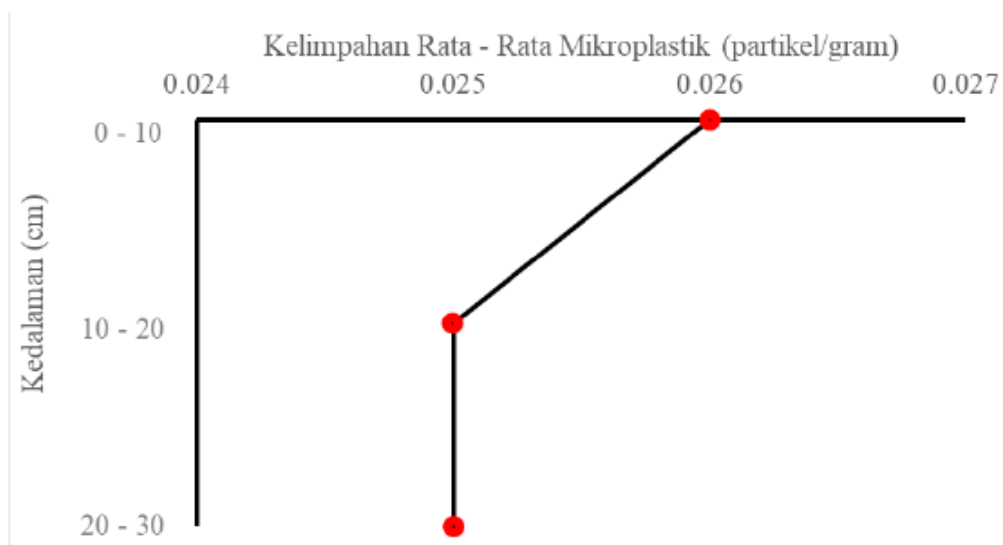
Jumlah data morfologi (jenis, ukuran dan warna) serta kelimpahan mikroplastik yang didapatkan akan dianalisis secara deskriptif komparatif. Seluruh data akan dianalisis di *software Ms. Excel*. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan membagi jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dengan berat sampel yang digunakan (200 g). Rumus yang digunakan untuk menghitung kelimpahan mengacu pada rumus oleh Wijaya dan Trihadiningrum (2019), yaitu sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan (partikel/gram)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik}}{\text{Berat Sampel Sedimen (g)}}$$

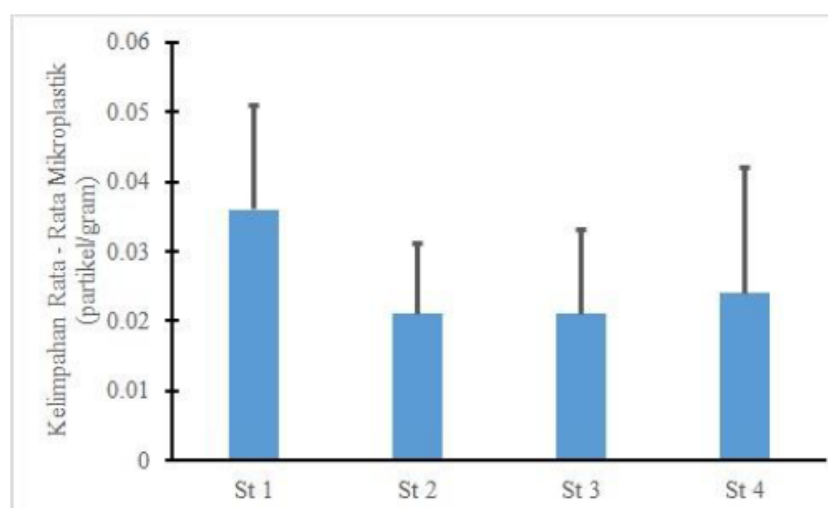
HASIL

Kelimpahan Mikroplastik

Total partikel yang diduga mikroplastik dalam penelitian ini ditemukan sebanyak 182 partikel. Kelimpahan mikroplastik dalam penelitian ini terdiri dari kelimpahan berdasarkan kedalaman (vertikal) dan stasiun pengambilan sampel (horizontal). Kelimpahan rata – rata mikroplastik secara vertikal berkisar antara 0.025 ± 0.015 partikel/g dan 0.026 ± 0.014 partikel/g (Gambar 2). Kelimpahan tertinggi terdapat pada kedalaman 0–10 cm sebesar 0.026 ± 0.014 partikel/gram sedangkan kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm memiliki nilai kelimpahan yang sama secara berurutan yaitu sebesar 0.025 ± 0.015 dan 0.025 ± 0.016 . Sedangkan, kelimpahan rata – rata mikroplastik secara horizontal antara 0.021 ± 0.010 partikel/g dan 0.036 ± 0.015 partikel/g (Gambar 3). Kelimpahan tertinggi terdapat pada Stasiun 1 dengan nilai kelimpahan sebesar 0.036 ± 0.015 partikel/gram, sedangkan kelimpahan total terendah terdapat pada stasiun 2 dan 3 dengan nilai berturut – turut 0.021 ± 0.010 partikel/gram dan 0.021 ± 0.012 partikel/gram. Stasiun 4 memiliki nilai kelimpahan 0.024 ± 0.018 partikel/gram.



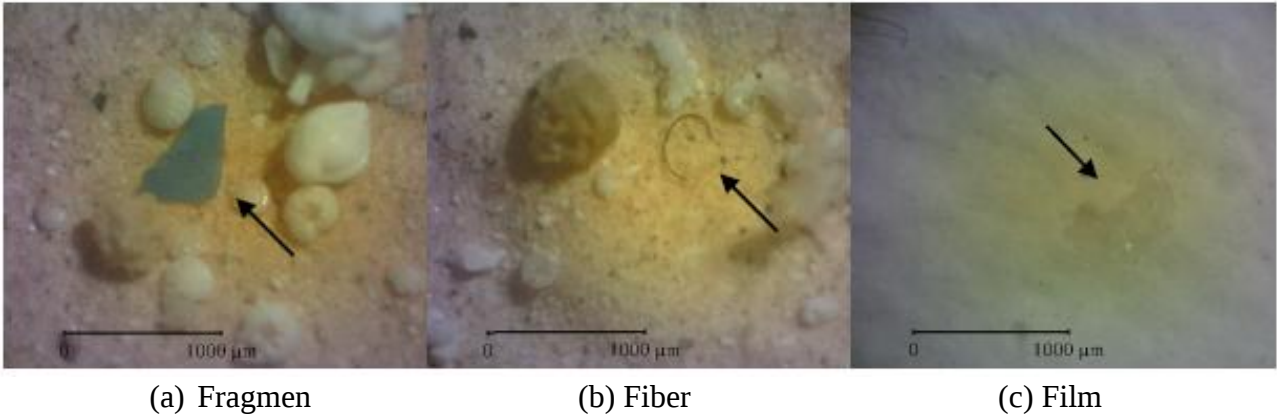
Gambar 2. Kelimpahan Rata – Rata Mikroplastik Berdasarkan Kedalaman (vertikal)



Gambar 3. Kelimpahan Rata – Rata Mikroplastik Berdasarkan Stasiun

Morfologi Mikroplastik

Morfologi mikroplastik pada sedimen ekosistem mangrove kawasan Perairan Serang dibedakan berdasarkan bentuk, ukuran, warna. Secara umum, bentuk mikroplastik yang ditemukan selama penelitian ini, yaitu fiber, fragmen, dan film (Gambar 4). Fragmen (76,37%) merupakan bentuk yang dominan ditemukan pada sampel sedimen yang diambil pada kedalaman (vertikal) dan stasiun (horizontal) berbeda. Persentase bentuk mikroplastik tertinggi kedua yang ditemukan adalah fiber (15.38%), sedangkan film (8.24%) termasuk dalam bentuk dengan jumlah paling sedikit.



Gambar 4. Bentuk Mikroplastik yang Ditemukan

Berdasarkan, kedalaman fragmen ditemukan paling banyak, dimana semakin dalam kedalaman jumlah dari bentuk fragmen semakin berkurang (Tabel 1). Rata – rata jumlah fragmen berdasarkan setiap kedalaman memiliki nilai tertinggi sebesar 46,33±2,05 partikel sedangkan rata - rata terendah terdapat pada film dengan nilai 5±2,16 partikel. Hasil yang serupa juga ditemukan pada sampel dari keempat stasiun, yaitu fragmen menjadi bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan (Tabel 2). Rata – rata jumlah fragmen yang ditemukan diseluruh stasiun, yaitu 34,75±18,10 partikel. Bentuk mikroplastik film hanya ditemukan di Stasiun 2 dan 3. Sedangkan, bentuk fiber ditemukan di seluruh stasiun, sama dengan fragmen.

Tabel 1. Jumlah bentuk mikroplastik di sedimen ekosistem mangrove Pulau Serang berdasarkan kedalaman

Kedalaman (cm)	Jumlah mikroplastik (Partikel)		
	Fragmen	Fiber	Film
0 – 10	49	10	3
10 – 20	46	7	8
20 – 30	44	11	4
Total mikroplastik	139	28	15
Rata – rata	46,33±2,05	9,33±1,70	5±2,16

Ukuran mikroplastik di ekosistem mangrove Pulau Serang didominasi dengan mikroplastik berukuran 1 – 3 mm (37,91%). Ukuran mikroplastik tertinggi kedua yang teridentifikasi adalah berukuran > 5 mm (25,82%). Berdasarkan kedalaman jumlah ukuran mikroplastik yang ditemukan paling banyak adalah ukuran 1-3 mm yang memiliki nilai rata – rata 23±1,63 partikel (Tabel 3). Jumlah yang paling sedikit adalah ukuran 0,5 -1 mm dengan nilai rata – rata 4,33±0,94 partikel. Jumlah yang paling sedikit adalah ukuran 0,5 -1 mm dengan nilai rata – rata 4,33±0,94 partikel. Berdasarkan stasiun, jumlah ukuran yang paling banyak ditemukan pada seluruh stasiun adalah ukuran 1-3 mm dengan nilai rata – rata

17,25±3,77 partikel, lebih lanjut untuk ukuran yang paling sedikit ditemukan berada di ukuran 0,5 – 1 mm dengan nilai rata – rata 3,25±1,48 partikel (Tabel 4).

Tabel 2 . Jumlah bentuk mikroplastik di sedimen ekosistem mangrove Pulau Serangan berdasarkan stasiun

Kedalaman (cm)	Jumlah mikroplastik (Partikel)		
	Fragmen	Fiber	Film
Stasiun 1	62	2	0
Stasiun 2	28	9	1
Stasiun 3	12	11	14
Stasiun 4	37	6	0
Total mikroplastik	139	28	15
Rata – rata	46,33±2,05	9,33±1,70	5±2,16

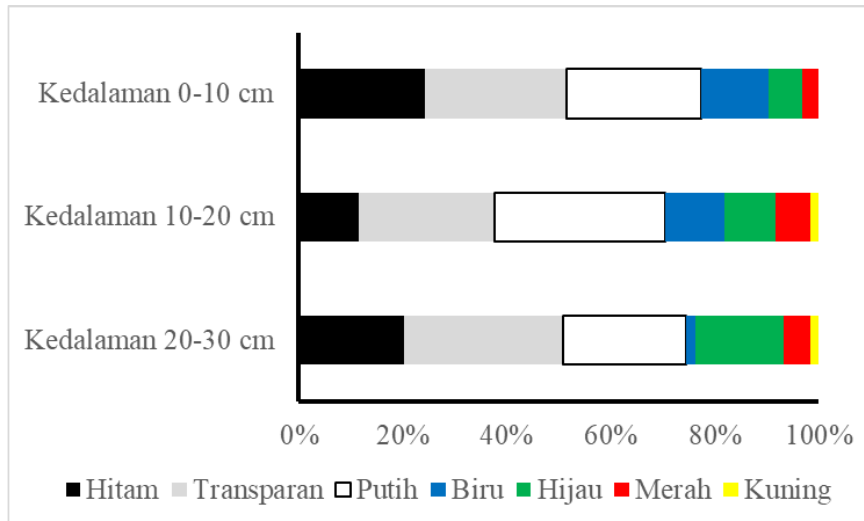
Tabel 3. Jumlah ukuran mikroplastik di sedimen ekosistem mangrove Pulau Serangan berdasarkan kedalaman

Kedalaman (cm)	Jumlah mikroplastik berdasarkan ukuran (mm)				
	< 0,5	0,5 – 1	1 – 3	3 – 5	> 5
0 – 10	3	5	25	13	15
10 – 20	6	3	21	13	18
20 – 30	5	5	23	13	13
Total mikroplastik	14	13	69	39	47
Rata – rata	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25

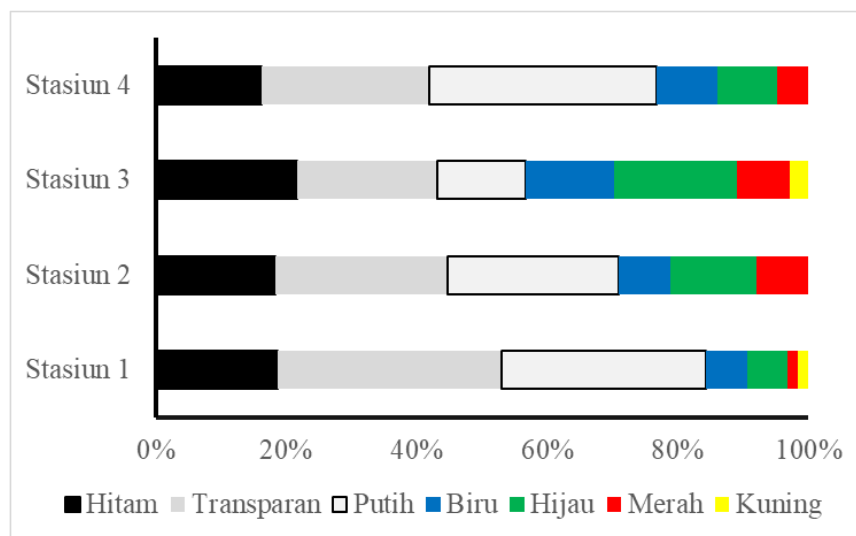
Tabel 4 . Jumlah ukuran mikroplastik di sedimen ekosistem mangrove Pulau Serangan berdasarkan stasiun

Kedalaman (cm)	Jumlah mikroplastik berdasarkan ukuran (mm)				
	< 0,5	0,5 – 1	1 – 3	3 – 5	> 5
Stasiun 1	0	5	23	13	23
Stasiun 2	4	4	18	8	4
Stasiun 3	6	3	15	7	6
Stasiun 4	4	1	13	11	14
Total mikroplastik	14	13	69	39	47
Rata – rata	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25	4,67±1,25

Warna mikroplastik yang ditemukan cukup bervariasi yaitu 7 jenis warna yaitu hitam, putih, transparan, biru, merah, hijau, dan kuning. Pada kedalaman 0-10 cm hanya ditemukan 6 jenis warna, sedangkan pada kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm ditemukan 7 jenis warna (Gambar 5). Pada keseluruhan stasiun juga ditemukan 7 jenis warna yaitu hitam, putih, transparan, biru, merah, hijau, dan kuning. Warna hitam, putih, transparan, biru, merah dan hijau ditemukan pada seluruh stasiun penelitian sedangkan warna kuning hanya ditemukan di Stasiun 1 (dekat TPA Suwung) dan Stasiun 3 (dekat dengan pemukiman warga dan area kuliner) (Gambar 5).



Gambar 4. Persentase Warna Mikroplastik Setiap Kedalaman



Gambar 5. Persentase Warna Mikroplastik Setiap Stasiun

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mikroplastik telah mencemari sedimen ekosistem mangrove di kawasan Pulau Serangan, baik secara vertikal maupun horizontal. Berdasarkan nilai kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini, menunjukkan bahwa terdapat paling sedikit satu mikroplastik pada setiap gram sedimen pada ekosistem mangrove di kawasan penelitian. Kelimpahan mikroplastik pada kedalaman 0-10 cm memiliki kelimpahan yang tinggi dibandingkan dengan kedalaman 10 – 20 cm dan 20–30 cm. Tingginya kelimpahan pada sub lapisan paling atas atau permukaan disebabkan adanya interaksi langsung dengan kolom air dan input langsung dari aktivitas antropogenik dari lingkungan sekitar (Zhang *et al.*, 2017). Lapisan permukaan sedimen juga dipengaruhi oleh proses bioturbasi oleh organisme benthik yang dapat mengaduk dan mendistribusikan mikroplastik (Martin *et al.*, 2017). Selain itu, adanya faktor hidrodinamika seperti arus dan gelombang juga berperan penting dalam proses deposisi dan resuspensi mikroplastik pada lapisan permukaan sedimen (Kane dan Clare, 2019). Penurunan nilai kelimpahan pada kedalaman 10-20 dikarenakan distribusi mikroplastik yang tidak merata di lingkungan tersebut, yang dipengaruhi oleh dua hal antara lain sedimentasi, proses di mana mikroplastik bergerak ke bawah dan mengendap di lapisan sedimen lebih dalam, dan proses biologis yang dapat dibawa ke kedalaman yang berbeda oleh aktivitas organisme di tanah (Barzan, 2024). Penurunan nilai kelimpahan pada kedalaman

10-20 cm dan 20-30 cm sejalan dengan penelitian yang dilakukan Huang *et al.* (2019) menyatakan pada kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm, konsentrasi mikroplastik cenderung menurun karena proses pemadatan sedimen yang mengurangi ruang antar partikel.

Kelimpahan mikroplastik yang bervariasi pada setiap stasiunnya diduga disebabkan oleh adanya faktor arus, khususnya arus pasang dan surut di lokasi penelitian. Yu *et al.* (2023) mengatakan perbedaan hidrodinamika menjadi faktor utama terperangkapnya mikroplastik di ekosistem mangrove, dimana mangrove yang berhadapan dengan laut menerima pengaruh langsung dari arus dan gelombang yang membawa mikroplastik dari berbagai sumber di laut lepas. Selain itu, proses pasang surut yang lebih intensif di area mangrove yang berhadapan dengan laut meningkatkan deposisi dan akumulasi mikroplastik melalui mekanisme pengendapan partikel tersuspensi (Zhang *et al.*, 2020). Mangrove yang berhadapan dengan laut juga memiliki zona yang lebih luas dengan fungsi sistem perakaran yang lebih kompleks, sehingga meningkatkan efisiensi dalam memerangkap mikroplastik dari kolom air (Huang *et al.*, 2019). Sebaliknya, mangrove dekat pemukiman memiliki hidrodinamika yang lebih terbatas dan cenderung hanya menerima input mikroplastik dari sumber lokal, dengan pengaruh pasang surut yang lebih lemah dalam proses pengangkutan dan deposisi partikel (Zhu *et al.*, 2018). Pada stasiun 4 kawasan mangrove yang berada di teluk memiliki kelimpahan yang cukup tinggi ini disebabkan karena karakteristik teluk menciptakan kondisi hidrodinamika yang relatif tenang, dimana kecepatan arus yang lebih rendah memfasilitasi pengendapan partikel termasuk mikroplastik. Morfologi teluk yang berbentuk cekungan juga berperan sebagai perangkap alami, dimana material yang masuk ke teluk cenderung terperangkap dan terakumulasi di dasar perairan (Imanuel *et al.*, 2022). Berdasarkan observasi lapangan stasiun 4 pada saat surut terendah tidak ada air yang tergenang sehingga mikroplastik dapat tertinggal dan terperangkap berbeda dengan stasiun 2 dan 3 yang dimana pada saat surut terendah masih ada air yang tergenang pada sekitar kawasan tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Zhang *et al.* (2020) Ketika air surut, sebagian mikroplastik dapat tertinggal dan terperangkap di antara butiran sedimen, sementara sebagian lainnya dapat terbawa kembali ke laut. Penelitian Wang *et al.* (2019) juga menyatakan mikroplastik dengan densitas rendah cenderung mengapung dan terbawa arus pasang surut lebih jauh, sementara yang memiliki densitas tinggi lebih mudah mengendap di dasar.

Fragmen merupakan bentuk partikel mikroplastik terbanyak yang diidentifikasi pada penelitian ini, baik secara vertikal maupun horizontal. Berdasarkan Dewi *et al.* (2015), fragmen merupakan potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat sehingga akan cenderung terperangkap di sedimen pada kedalaman 0-10 cm. Selain itu, adanya aktivitas antropogenik di sekitar lokasi penelitian juga mempengaruhi kelimpahan fragmen. Aktivitas wisata memberikan pengaruh karena fragmen merupakan hasil degradasi dari botol plastik dan Mika, hal ini sesuai dengan penelitian Kapo *et al.* (2020) yang menunjukkan fragmen berasal dari fragmentasi sampah makro dan umumnya berasal dari kepingan toples, galon, plastik keras, beberapa potongan kecil dari pipa paralon, serta potongan kecil dari botol minuman yang berasal dari aktivitas keseharian masyarakat.

Bentuk fiber ditemukan terbanyak kedua setelah fragmen, pada persebarannya di setiap kedalaman sedimen, jumlah fiber ditemukan paling banyak pada kedalaman 0-10 dan 20-30 cm sebanyak 10 dan 11 partikel. Hal ini disebabkan karena bentuknya yang tipis sehingga mudah ditransportasikan mengapung di permukaan air lalu saat surut akan terperangkap pada lapisan atas dari sedimen sebelum akhirnya terakumulasi ke lapisan yang lebih dalam, hal ini sejalan dengan penelitian Sari (2022) dimana ketika air mengalir, fiber dapat terjebak dalam aliran sedimen yang lebih ringan dan terperangkap di lapisan atas. Proses ini dipengaruhi oleh turbulensi air dan interaksi dengan partikel lain dalam sedimen. Samudra dan Setiawan (2024) menyatakan mikroplastik bentuk fiber seringkali memiliki ukuran yang cukup kecil sehingga dapat dengan mudah terperangkap dalam struktur sedimen yang lebih dalam.

Ukuran mikroplastik secara vertikal (kedalaman) maupun horizontal (stasiun) yang dominan ditemukan pada setiap kedalaman dan setiap stasiun adalah ukuran 1–3 mm. Adanya perbedaan ukuran mikroplastik ini dipengaruhi oleh waktu proses fragmentasi mikroplastik di perairan, apabila semakin lama waktu fragmentasi mikroplastik di perairan maka ukuran mikroplastik akan semakin kecil. Hal lain

yang dapat mempengaruhi ukuran mikroplastik adalah radiasi sinar UV dan gelombang laut yang kuat dapat mempengaruhi fragmentasi mikroplastik (Azizah *et al.*, 2020). Selain itu, Parameter arus juga berpengaruh terhadap penguraian plastik yang berukuran besar menjadi kepingan plastik yang berukuran kecil, menurut Yani *et al.* (2021), faktor utama dalam pengangkutan partikel mikroplastik adalah arus perairan, mikroplastik akan menumpuk lebih banyak pada sedimen jika arusnya lemah.

Penelitian ini menunjukkan bahwa warna mikroplastik yang ditemukan pada sedimen di ekosistem mangrove Kawasan Perairan Serangan memiliki warna yang bervariasi yaitu hitam, transparan, putih, biru, hijau, merah, dan kuning. Setiap kedalaman dan setiap stasiun memiliki perbedaan variasi warna yang didapatkan, perbedaan ini terjadi karena waktu lamanya mikroplastik terpapar oleh sinar matahari sehingga lama-kelamaan mikroplastik akan mengalami oksidasi yang mengakibatkan perubahan warna pada mikroplastik (Browne, 2015). Menurut Hiwari *et al.* (2019) warna hitam menandakan terdapat banyak kontaminan yang terserap oleh mikroplastik sebab mikroplastik dapat berubah warna menjadi hitam karena dari kemampuannya menyerap polutan dalam jumlah tinggi. Selain itu, warna putih atau transparan juga mengindikasikan bahwa mikroplastik tersebut sudah lama terpapar sinar UV yang menyebabkan fotodegradasi. Apabila warna mikroplastik yang dijumpai masih terbilang pekat maka dapat dikatakan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna (*discolouring*) secara signifikan (Kapo *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

1. Morfologi mikroplastik pada sedimen ekosistem mangrove kawasan Perairan Serangan dibedakan berdasarkan bentuk terdiri dari fragmen, fiber, dan film.
2. Berdasarkan ukuran ditemukan dominan ukuran 1-3 mm dan terdapat 7 warna dengan warna utamanya terdiri dari warna hitam, transparan, dan putih.
3. Kelimpahan rata – rata mikroplastik tertinggi terdapat di Stasiun 1 (0,038 partikel/gram) kedalaman 0–10 cm dan berdasarkan stasiun juga di lokasi yang sama kawasan rekreasi dan aktivitas transportasi (St. 1) dengan nilai $0,036 \pm 0,015$ partikel/gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Apryawan, G., Hendrawan, I., & Widiastuti, W. (2024). Identifikasi Jenis dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen Mangrove di Kawasan Estuari Perancak Kabupaten Jembrana, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology*, 7(2), 100-106. <https://10.24843/JMRT.2024.v07.i02.p05>
- Ariawan, I. K. D., Dharma, I. G. B. S., & Faiqoh, E. (2021). Struktur komunitas makrozoobenthos di ekosistem mangrove Pulau Serangan Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 7(2), 224-231. <https://doi.org/10.24843/jmas.2021.v07.i02.p11>
- Artha, I.K.D.K., Utami, N.W.F., & Gunadi, I.G.A. (2019). Studi potensi hutan mangrove di Pulau Serangan sebagai kawasan ekowisata. *Jurnal Arsitektur Lansekap*, 5(1):88. <https://doi.org/10.24843/JAL.2019.v05.i01.p10>
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik pada sedimen di pantai kartini kabupaten jepara jawa tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197>
- Barzan, M. (2024). *Distribusi Vertikal Mikroplastik Pada Sedimen Di Pesisir Kabupaten Aceh Besar Dan Kota Banda Aceh* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Fakultas Sains dan Teknologi).
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., & Moore, C. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine pollution bulletin*, 60(12), 2275-2278. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>
- Browne, A., Mark, D., Awantha, Galloway, S., Tamara, Lowe, M., David, Thompson, C., & Richard. (2008). Ingested microscopic plastik translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). *Environmental Science Technology*, 42(13):5026–5031. <https://doi.org/10.1021/es800249a>

- Browne, M. A. 2015. Sources and pathways of microplastiks to habitats. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing. 229–244. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_9
- Dewi, I.S., Anugrah, A.B., & Irwan, R.R. (2015). Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3):121-131. <http://dx.doiorg/10.13170/depik.4.3.2888>
- Falahudin, D., Cordova, M.R., Sun, X., Yogaswara, D., Wulandari, I., Hindarti, D., & Arifin, Z. (2020). The first occurrence, spatial distribution and characteristics of microplastic particles in sediments from Banten Bay, Indonesia. *Sci. Total Environ.*, 705:135304. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135304>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastiks in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6):3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Hiwari, H., Purba, N.P., Ihsan, Y.N., Yuliadi, L.P.S, & Mulyani, P.G. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(2): 165-171. <https://doi.org/10.13057/PSNMBI/M050204>
- Huang, Y., Zhao, Y., Wang, J., Zhang, M., Jia, W., & Qin, X. (2019). LDPE mikroplastik films alter microbial community composition and enzymatic activities in soil. *Environmental Pollution*. 254. 112983. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.112983>
- Immanuel, T., Pelle, W.E., Schadu, J.N., Paulus, J.J., Rumampuk, N.D., & Sangari, J. R. (2022). Bentuk dan sebaran mikroplastik di sedimen dan kolom air perairan teluk manado sulawesi utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 10(2). 336-343. DOI:[10.35800/jip.v10i2.42085](https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42085)
- Kane, I. A., & Clare, M. A. (2019). Dispersion, accumulation, and the ultimate fate of microplastiks in deep-marine environments: a review and future directions. *Frontiers in earth science*, 7. 80. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00080>
- Kapo, F.A., Toruan, L.N.L., & Paulus, C.A. (2020). Jenis dan kelimpahan mikroplastik pada kolom permukaan air di perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1):10–21.
- Liu, C., Waseem, M., Ma, R., Boota, M.W., Hu, X., Wang, R., Deng, P. & Mu, L., (2025). Marine Bioturbation Drives Global Microplastic Cycling and Biological Exposure Risks. *Environmental Science & Technology*, 2025, 59, 49, 26593–26603. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5c11517>
- Lusher, A.L., Hugh, M., & Thompson, R.C. (2013). Occurrence of microplastiks in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the english channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(2): 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>
- Martin, J., Lusher, A.L., Thompson, R.C., & Morley, A., (2017). The deposition and accumulation of microplastiks in the marine sediments and bottom water from the Irish continental shelf. *Sci. Rep.* 7(1), 1–9. DOI:[10.1038/s41598-017-11079-2](https://doi.org/10.1038/s41598-017-11079-2)
- Peranginangin, A. B., Ernawati, N. M., & Saraswati, N. L. G. R. A. (2025). Kelimpahan Makro Debris Di Ekosistem Mangrove Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine Research*, 14(1), pp. 54-61. <https://doi.org/10.14710/jmr.v14i1.46213>
- Sari, N. 2022. Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pulau Mahitam Teluklampung Menggunakan FT-IR. *Skripsi*. Lampung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. 53 hlm
- Taillardat, P., Friess, D.A. & Lupascu, M. (2018). Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biology letters*, 14(10), p.20180251. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>
- Van Cauwenberghe, L.M., Claessens, M.B., Vandegehuchte, J., Mees, C.R., & Janssen. (2013). Assessment of marine debris on the belgian continental shelf. *Marine Pollution Bulletin.*, 73:161-169. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.026>

- Wijayanti, D. A., Susanto, C. A. Z., Chandra, A. B., & Zainuri, M. (2021). Identifikasi Mikroplastik pada Sedimen dan Bivalvia Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 1(2). DOI:[10.58954/epj.v1i2.12](https://doi.org/10.58954/epj.v1i2.12)
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2): 212–216. DOI:[10.12962/j23373539.v8i2.46000](https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.46000)
- Wright, L.C., R. C. Thompson., & T. S. Galloway. (2013). *The Physical Impacts of Microplastiks on Marine Organism: A Review. Environment Pollution.*, 178: 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Yani, I. N., Siregar, Y. I., & Amin, B. (2021). Analysis of types and abundance of microplastiks in water and sediment in coastal waters of pandan district, central tapanuli regency, north sumatra. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4(3), 215–220. DOI: [10.31258/ajaoas.4.3.215-220](https://doi.org/10.31258/ajaoas.4.3.215-220)
- Yu, L., Li, R., Chai, M., & Li, B. (2023). Vertikal distribution, accumulation, and characteristics of microplastiks in mangrove sediment in China. *Science of the Total Environment*. 856 159256. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159256>
- Yunanto, A., Fitriah, N. & Widagti, N., (2021). Karakteristik mikroplastik pada ekosistem pesisir di kawasan mangrove Perancak, Bali. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2), pp.436-444. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.31>
- Zhang W, Zhang S, Wang J, Wang Y, Mu J, Wang P, Lin X, & Ma D. (2017). Microplastic pollution in the surface waters of the bohai sea, china. *Environ Pollut*, 231: 541-548. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.058>
- Zhu, L., Bai, H., Chen, B., Sun, X., Qu, K., & Xia, B. (2018). Microplastik pollution in North Yellow Sea, China: Observations on occurrence, distribution and identification. *Science of the Total Environment*. 636. 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.182>