



Kandungan Mikroplastik Pada Gastropoda di Kawasan Tahura Ngurah Rai, Bali

Gulielmus Nanda Iobel Arijuato^{a*}, I Gede Hendrawan^a, I Putu Yogi Darmendra^a^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: iobelarijuato@student.unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 18 Oktober 2022

Received in revised form : 02 Desember 2022

Accepted : 24 Januari 2023

Available online : 28 Agustus 2023

Keywords:

Microplastic

Gastropod

Abundance

Mangrove

ABSTRACT

The mangrove ecosystem can be affected by the dangers of microplastics, indicated by various associated biota that lives in it, one of them being gastropods. This study aimed to determine microplastics' content in gastropod body mangrove sediments at Tahura Ngurah Rai, Bali using gastropods as bioindicators. This research was conducted from May to June 2022, using in situ and ex situ methods. In situ, data were conducted at Tahura Ngurah Rai, Bali, as the sampling location, and ex situ data were conducted at Udayana University's marine science laboratory by sample processing. The data taken includes the characteristics of microplastics, including the type, size, color, and abundance of microplastics in gastropods at the sampling station. Results showed that 5 families of gastropods (Ellobiidae, Littorinidae, Muricidae, Neritidae, and Potamididae) were contaminated with microplastics, with the highest abundance found in Potamididae, with the number $4,06 \pm 2,19$ particles/individual. The types of microplastics obtained were fragments, fibers, and films dominated by fibers collected 210 particles. The color of the microplastics varies and dominated with black colored microplastics was found 78 particles, and the size of microplastics is dominated by < 1 mm particles with several 145 particles. The highest abundance of microplastics was found on site 12 with the number $5,67 \pm 4,04$ particles/individual.

A B S T R A K

Ekosistem mangrove adalah salah satu ekosistem yang dapat terdampak dari bahaya mikroplastik, terindikasi pada berbagai biota asosiasi yang hidup di dalamnya, dengan gastropoda adalah salah satunya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kandungan mikroplastik pada tubuh gastropoda di sedimen mangrove Tahura Ngurah Rai, Bali. Penelitian dilakukan selama bulan Mei hingga Juni 2022. Penelitian dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*. *In situ* yaitu pada Tahura Ngurah Rai, Bali sebagai tempat pengambilan sampel dan *ex situ* di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Udayana, sebagai pengolahan sampel. Data yang diambil yaitu karakteristik mikroplastik yang meliputi jenis, ukuran, dan warna, serta kelimpahan mikroplastik pada gastropoda di tiap stasiun pengambilan sampel. Hasil penelitian menunjukkan 5 famili gastropoda (Ellobiidae, Littorinidae, Muricidae, Neritidae, dan Potamididae) terkontaminasi mikroplastik dengan kelimpahan tertinggi pada Potamididae yaitu $4,06 \pm 2,19$ partikel/individu. Jenis mikroplastik yang didapatkan yaitu fragmen, fiber, dan film dengan didominasi oleh fiber sebesar 210 partikel. Warna mikroplastik bervariasi yang didominasi oleh warna hitam sebesar 78 partikel dan ukuran mikroplastik didominasi ukuran < 1 mm sebesar 145 partikel. Kelimpahan mikroplastik tertinggi pada stasiun 12 sebesar $5,67 \pm 4,04$ partikel/individu.

Kata Kunci:

Mikroplastik

Gastropoda

Kelimpahan

Mangrove

2023 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Ada sekitar 12 juta metrik ton/tahun dari 415 juta metrik ton/tahun sampah plastik dunia masuk ke lingkungan perairan (Boucher and Billard, 2019). Ekosistem mangrove memiliki peran penting di wilayah pesisir, seperti sebagai penyedia makanan, tempat berkembangbiak serta habitat bagi biota yang hidup di wilayah tersebut, juga sebagai siklus nutrisi, dan penyimpanan karbon (McLeod *et al.*, 2011). Adanya sistem perakaran mangrove menjadikan sampah plastik yang terperangkap akan semakin meningkat (Yunanto *et al.*, 2021). Sampah plastik yang masuk ke ekosistem tersebut akan diam di permukaan kemudian terfragmentasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), abrasi mekanis

oleh gelombang, suhu perairan, dan juga faktor fisik (Tanaka *et al.*, 2016). Sampah plastik tersebut hancur dan terurai hingga berukuran kecil (≤ 5 mm) yang kemudian disebut sebagai mikroplastik (GESAMP, 2015). Dengan kata lain, akumulasi daripada mikroplastik dapat ditemukan pada sedimen, terutama sedimen mangrove (Yona *et al.*, 2019; Zhou *et al.*, 2020).

Mikroplastik yang ditemukan pada sedimen mangrove diduga berasal dari limbah manusia di daratan seperti sampah rumah tangga, industri hingga pertanian yang terbawa oleh arus sungai yang menuju ke laut (Li *et al.*, 2016; Sutrisnawati & Purwahita, 2018). Mikroplastik yang kemudian mengendap di sedimen mangrove selain membahayakan lingkungan (Ismi *et al.*, 2019;

Labib dan Triajie, 2020), juga akan berdampak pada rantai makanan, terutama pada biota *deposit feeder* yang hidup pada sedimen tersebut, seperti gastropoda (Fitri dan Patria, 2019). Menurut Wright *et al.* (2013), mikroplastik akan dikonsumsi oleh biota, sehingga masuknya mikroplastik ke tubuh biota akan merusak fungsi organ dan meninggalkan sifat toksik. Biota tersebut jika sampai dikonsumsi oleh manusia akan menjadi transfer toksik (Tuhumury, 2020).

Gastropoda merupakan salah satu biota yang ada pada ekosistem mangrove yang memanfaatkan kawasan ini untuk berkembangbiak, habitat, serta mencari makan (Candri *et al.*, 2020); dan juga merupakan hewan yang dikonsumsi manusia karena nilai gizinya yang baik (Merly *et al.*, 2022). Selain itu, biota ini juga berperan penting bagi ekosistem mangrove, seperti pengurai serasah dan berperan dalam siklus karbon (Isnainingsih & Patria, 2018). Biota ini hidup sesil (menetap) di dalam sedimen mangrove, dan mencari makan dengan cara *deposit feeder* atau pemakan detritus, sehingga diduga akumulasi mikroplastik di biota ini tergolong tinggi (Samman, 2015).

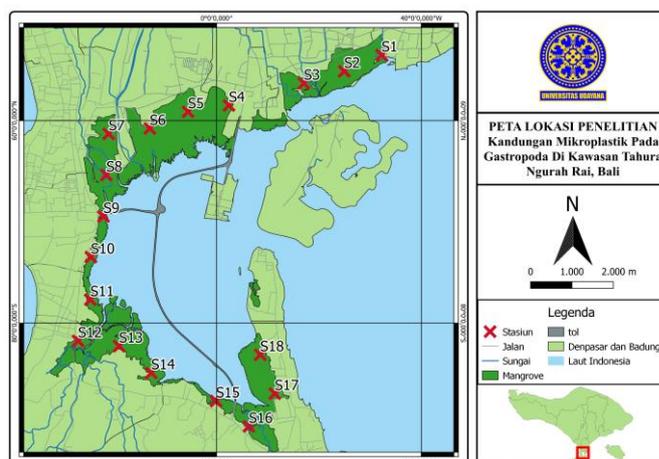
Banyaknya kelimpahan gastropoda yang hidup pada area mangrove juga dapat ditemukan di kawasan Tahura Ngurah Rai, Bali (Sobari *et al.*, 2020) yang dipenuhi dengan vegetasi mangrove (BPKH Denpasar, 2016). Selain dipenuhi oleh vegetasi mangrove, kawasan ini juga merupakan muara sungai yang menjadi saluran pembuangan limbah rumah tangga seperti aktivitas-aktivitas perumahan, dan bangunan penunjang aktivitas masyarakat seperti restoran, perhotelan, mall, dan pertokoan serta juga merupakan kawasan wisata (Ulfa *et al.*, 2018). Berdasarkan uraian tersebut kemudian muncul dugaan bahwa mikroplastik akan terakumulasi pada gastropoda yang menjadi salah satu bioindikator bagi lingkungan tersebut. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada gastropoda di Kawasan Tahura Ngurah Rai, Bali.

Sebelumnya penelitian ini sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Fitri dan Patria (2019) di Jambi, Theodora (2019) di Surabaya, Pertiwi (2021) di Jember dengan hasil yang menunjukkan bahwa benar adanya pencemaran mikroplastik pada gastropoda. Namun, penelitian ini belum pernah dilakukan di kawasan Tahura (Taman Hutan Raya) Ngurah Rai, Bali dan kawasan ini dekat dengan pemukiman masyarakat serta menjadi tempat masyarakat memperoleh sumber pangan. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui kondisi pencemaran mikroplastik pada lingkungan tersebut melalui gastropoda sebagai bioindikator.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Mei – Juni 2022 secara *in situ* dan *ex situ*. Pengambilan sampel secara *in situ* dilakukan di 18 stasiun di kawasan Taman Hutan Raya, Ngurah Rai, Bali (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan secara *ex situ* di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode pengambilan sampel

Metode yang dipakai untuk pengambilan sampel yaitu *random sampling*, dimana tiap stasiun ditentukan dengan berdasarkan jarak antar stasiun yaitu 1 km agar mendapatkan hasil yang merepresentasikan lingkungan tersebut (Hasnunidah, 2017) dalam hal ini yaitu kawasan Tahura Ngurah Rai. Pada tiap stasiun tersebut ditarik sebuah transek garis sepanjang 50 m ke arah laut, kemudian diambil sebanyak 3 titik, yakni pada titik awal (0 m), tengah (25 m), dan akhir (50 m) dari transek. Sampel diambil pada saat kondisi laut sedang surut terendah. Gastropoda yang diambil yaitu yang berukuran minimal 3 cm. Selanjutnya setiap sampel yang diambil disimpan di dalam ziplock yang sudah diberi label dan diisi alkohol 70% kemudian sampel dimasukkan ke dalam cool box.

2.3 Identifikasi mikroplastik pada gastropoda

Sampel yang telah didapatkan kemudian dibawa ke Laboratorium Ilmu Kelautan untuk dilakukan identifikasi mikroplastik. Terlebih dahulu gastropoda diidentifikasi hingga tingkat suku atau famili dan didokumentasikan. Proses identifikasi mikroplastik pada gastropoda dilakukan dengan beberapa tahapan mengacu pada Theodora (2019) dan Rochman *et al.*, (2015), yaitu destruksi, penyaringan, dan identifikasi mikroplastik.

Pada proses destruksi dilakukan dengan memisahkan tubuh gastropoda dari cangkangnya. Sebelum dipisahkan dari cangkang, terlebih dahulu gastropoda ditimbang berat utuhnya. Kemudian tubuh dikeluarkan dengan cara menghancurkan cangkang menggunakan bantuan palu. Tubuh kemudian dihaluskan dengan menggunakan mortal dan alu. Setelah halus, masukan ke dalam gelas beker. Kemudian tambahkan KOH 10% ke dalam sampel yang telah dihaluskan hingga sampel terendam. Tutup gelas beker dengan aluminium foil setelah itu dilakukan inkubasi dengan suhu 60°C selama 24 jam untuk proses destruksi.

Sampel yang sudah terdestruksi kemudian disaring dengan kain saring berukuran 200 µm yang diletakan di atas gelas beker. Kemudian sampel yang telah disaring tersebut dibilas dengan menggunakan aquades dan dimasukan ke kertas saringan whatman. Selanjutnya kertas saring whatman dibungkus dengan menggunakan aluminium foil dan diberi label kemudian dimasukan ke oven selama 24 dengan suhu 60 °C agar sampel menjadi lebih kering dan mudah untuk diidentifikasi. Setelah kering, sampel kemudian diletakan pada cawan petri guna mempermudah dalam proses identifikasi. Identifikasi mikroplastik pada gastropoda dilakukan dengan menggunakan

mikroskop Olympus CX21 dengan perbesaran 4x/0.10. Mikroplastik kemudian didokumentasikan menggunakan software OptiLab.

2.4 Quality control & quality assurance

Guna mencegah adanya kontaminasi pada sampel, dilakukan prosedur pencegahan kontaminasi menurut Tobing *et al.* (2020). Selama proses preparasi dan pengolahan sampel, alat harus dalam kondisi steril, dan menggunakan sarung tangan serta jas lab. Selain itu, selama proses pengolahan, dilakukan kontrol dengan meletakkan kertas saring whatman pada bagian pinggir alat kerja. Setelah selesai, kertas whatman tersebut dilihat di bawah mikroskop untuk melihat ada/tidaknya kontaminasi dari luar (Purwiyanto *et al.*, 2020).

2.5 Analisis Data

Data yang telah didapatkan selanjutnya diolah menggunakan program Microsoft Excel sebagai output untuk kelimpahan mikroplastik dan karakteristik mikroplastik yang meliputi jenis, ukuran, dan warna mikroplastik pada gastropoda. Adapun untuk karakteristik mikroplastik disajikan dalam bentuk grafik, sedangkan kelimpahan mikroplastik disajikan dalam bentuk tabel. Data-data tersebut yang selanjutnya dijadikan pembahasan secara deskriptif.

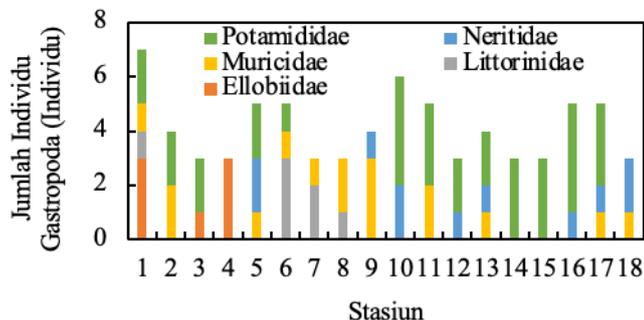
Kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan rumus Theodora (2019) (persamaan 1).

$$Kelimpahan(\frac{Partikel}{Individu}) = \frac{\sum Partikel Mikroplastik (Partikel)}{\sum Gastropoda (Individu)} \dots\dots(1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Jenis famili gastropoda yang didapatkan di Tahura Ngurah Rai, Bali

Berdasarkan hasil pengumpulan sampel gastropoda yang dilakukan, ditemukan 5 famili gastropoda, yaitu Potamididae, Neritidae, Muricidae, Littorinidae, dan juga Ellobiidae. Jumlah total sampel gastropoda yang didapatkan yaitu sebanyak 74 individu, dengan total masing-masing yaitu 7 individu Ellobiidae, 7 individu Littorinidae, 16 individu Muricidae, 11 individu Neritidae, dan 33 individu Potamididae (Gambar 2).



Gambar 2. Famili gastropoda pada lokasi penelitian

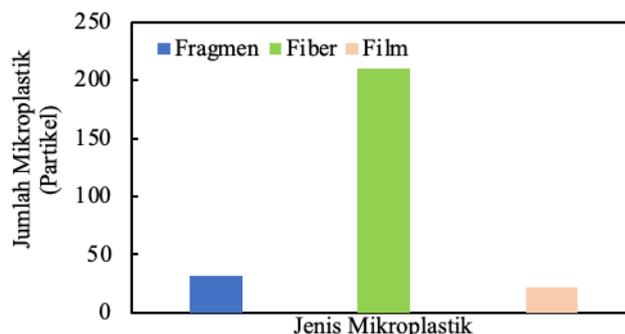
Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa jumlah individu tertinggi terdapat pada stasiun 1 yakni sebanyak 7 individu. Sedangkan jumlah individu terendah yang ditemukan yakni sebanyak 3 individu pada stasiun 3, 4, 7, 8, 12, 14, 15, 18. Potamididae menjadi famili dengan individu terbanyak yang ditemukan, yakni berjumlah 33 individu. Sedangkan Ellobiidae dan Littorinidae menjadi famili dengan jumlah individu paling sedikit ditemukan, yakni sebesar 7 individu. Pada penelitian Sobari *et al.* (2020) dan Ulfa *et al.* (2018) juga menyebutkan

bahwa famili Potamididae, Muricidae, Littorinidae, Neritidae dan Ellobiidae ditemukan tersebar di kawasan Tahura Ngurah Rai, Bali.

3.2 Karakteristik mikroplastik pada gastropoda di tahura Ngurah Rai, Bali

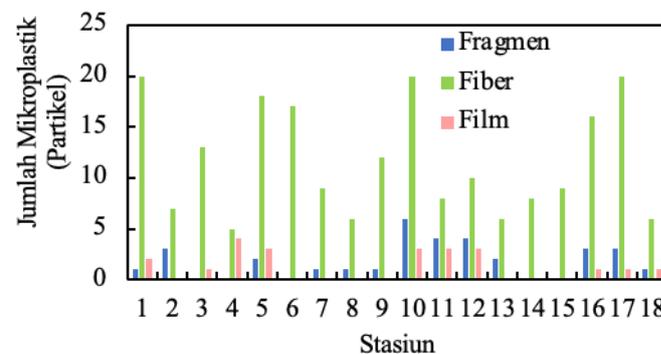
3.2.1 Jenis mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian, jenis mikroplastik yang didapatkan pada gastropoda yaitu fragmen, film, dan fiber. Jenis mikroplastik didominasi oleh fiber sebesar 210 partikel, kemudian diikuti oleh fragmen sebesar 32 partikel, dan film sebesar 22 partikel (Gambar 3).



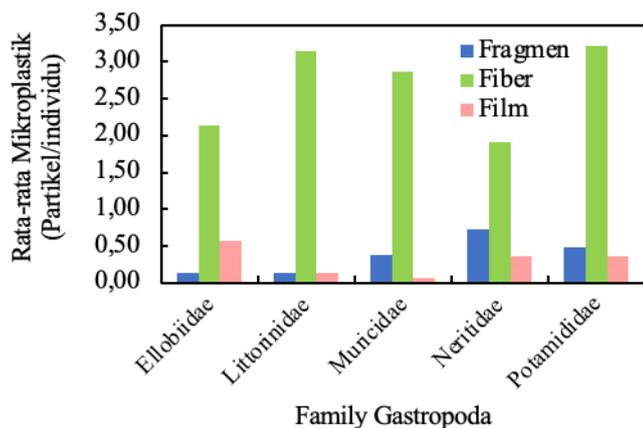
Gambar 3. Jenis mikroplastik

Sedangkan untuk jumlah jenis mikroplastik pada tiap stasiun ditemukan bahwa jenis fiber tertinggi terdapat pada stasiun 1, 10, dan 17 dengan jumlah 20 partikel. Jenis fragmen tertinggi terdapat pada stasiun 10 dengan jumlah 6 partikel. Jenis film tertinggi terdapat pada stasiun 4 dengan jumlah 4 partikel. Stasiun 10 memiliki konsentrasi mikroplastik total tertinggi dengan jumlah 29 partikel, sedangkan stasiun 8 memiliki konsentrasi terendah dengan jumlah 7 partikel (Gambar 4).



Gambar 4. Jumlah mikroplastik pada stasiun

Hasil yang ditemukan untuk rerata konsentrasi jenis mikroplastik yang terdapat pada masing-masing famili gastropoda, yaitu rerata jenis fiber tertinggi terdapat pada famili Potamididae sebesar 3,21 partikel/individu, rerata jenis film tertinggi terdapat pada Ellobiidae sebesar 0,57 partikel/individu, sedangkan fragmen tertinggi terdapat pada famili Neritidae sebesar 0,73 partikel/individu (Gambar 5).

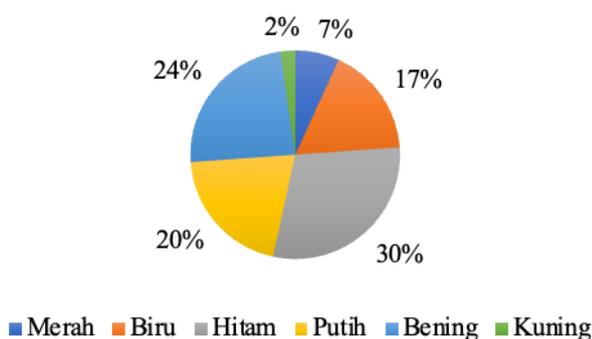


Gambar 5. Rata-rata konsentrasi mikroplastik pada gastropoda

Berdasarkan Penelitian Lugina *et al.* (2017) dan Ulfa *et al.* (2018), bahwa pemanfaatan kawasan mangrove Tahura Ngurah Rai oleh masyarakat dijadikan sebagai lokasi wisata, budidaya ikan dan kepiting, serta penangkapan ikan secara tradisional, dan terdapat aliran sungai yang menjadi saluran pembuangan limbah aktivitas rumah tangga, selain itu terdapat bangunan seperti hotel, pertokoan, dan restaurant di dekat mangrove. Mikroplastik jenis fiber mendominasi di perairan diduga karena jenis ini bersumber dari kegiatan nelayan yang melakukan perikanan tangkap dengan menggunakan alat tangkap berupa jaring atau jala, selain itu juga berasal dari kegiatan domestik masyarakat pesisir seperti mencuci pakaian (Bessa *et al.*, 2018). Jenis fragmen berasal dari fragmentasi atau pecahan-pecahan barang berbahan plastik berstruktur keras seperti botol plastik (Hanif *et al.*, 2021). Sedangkan film berasal dari fragmentasi kantong plastik yang dibuang oleh masyarakat sekitar (Azizah *et al.*, 2020).

3.2.2 Warna mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik mikroplastik berdasarkan warna mikroplastik ditemukan 6 warna berbeda, yaitu merah, biru, hitam, putih, bening/clear, dan kuning. Secara berturut-turut, besarnya yaitu 18 (7%) partikel, 45 (17%) partikel, 78 (30%) partikel, 54 (20%) partikel, 63 (24%) partikel, dan 6 (2%) partikel (Gambar 6).

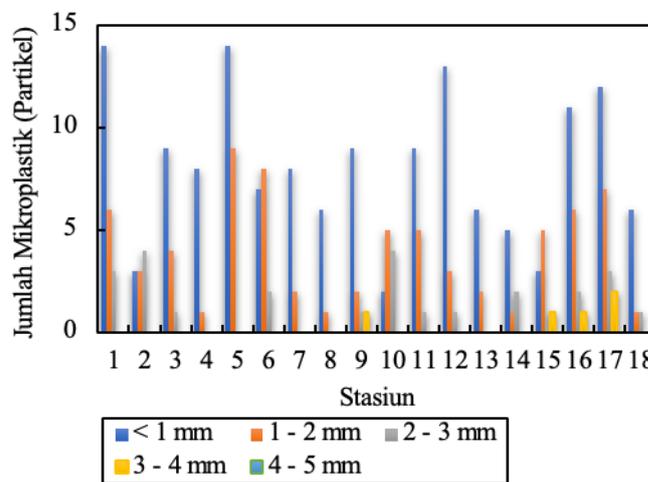


Gambar 6. Warna mikroplastik

Warna mikroplastik ditemukan dalam tubuh organisme dikarenakan mirip dengan mangsa organisme tersebut (Browne, 2015). Akan tetapi adanya warna dari mikroplastik ini tidak mempengaruhi konsumsi organisme, terutama organisme *deposit feeder*, tetapi adanya mikroplastik yang terkonsumsi oleh biota dapat diduga tergantung pada keberadaan mikroplastik di lingkungan (Ory *et al.*, 2018).

3.2.3 Ukuran mikroplastik

Berdasarkan hasil penelitian ukuran mikroplastik didapatkan yaitu ukuran < 1 mm sebanyak 145 partikel, 1 – 2 mm sebanyak 71 partikel, 2 – 3 mm sebanyak 25 partikel, 3 – 4 mm sebanyak 5 partikel, dan 4 – 5 mm tidak ditemukan partikel. Ditemukan bahwa mikroplastik berukuran < 1 mm memiliki jumlah terbanyak (Gambar 7).



Gambar 7. Ukuran mikroplastik

Gastropoda merupakan *deposit feeder* ditambah dengan ukuran daripada mikroplastik yang kecil menyulitkan biota untuk membedakan makanan, sehingga mikroplastik yang terdapat pada makanan gastropoda dapat dengan mudah masuk ke dalam tubuh daripada gastropoda tersebut (Browne *et al.*, 2015; Patria *et al.*, 2020).

3.3 Kelimpahan mikroplastik pada gastropoda di Tahura Ngurah Rai, Bali

Berdasarkan hasil penelitian, kelimpahan mikroplastik pada gastropoda di setiap stasiun menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 12 dimana stasiun tersebut memiliki besaran $5,67 \pm 4,04$ partikel/individu. Sedangkan untuk kelimpahan mikroplastik terendah terdapat pada stasiun 13 sebesar $2,00 \pm 0,82$ partikel/individu (Tabel 1). Tingginya kelimpahan mikroplastik pada gastropoda di stasiun tersebut berkaitan juga dengan aktivitas yang terjadi, dimana pada stasiun tersebut terdapat aktivitas kelompok nelayan dan terdapat pemukiman warga yang menghasilkan limbah rumah tangga. Sedangkan rendahnya kelimpahan mikroplastik di stasiun tersebut diduga karena aktivitas yang ditemukan disekitaran stasiun hampir tidak ada.

Tabel 1. Kelimpahan mikroplastik berdasarkan stasiun

Stasiun	Jumlah Gastropoda	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan Per Stasiun (partikel/individu)
1	7	23	$3,29 \pm 1,38$
2	4	10	$2,50 \pm 2,38$
3	3	14	$4,67 \pm 1,53$
4	3	9	$3,00 \pm 1,00$
5	5	23	$4,60 \pm 1,52$

6	5	17	3,40 ± 0,55
7	3	10	3,33 ± 1,15
8	3	7	2,33 ± 1,15
9	4	13	3,25 ± 1,26
10	6	29	4,83 ± 2,32
11	5	15	3,00 ± 1,00
12	3	17	5,67 ± 4,04
13	4	8	2,00 ± 0,82
14	3	8	2,67 ± 1,53
15	3	9	3,00 ± 1,00
16	5	20	4,00 ± 2,24
17	5	24	4,80 ± 2,28
18	3	8	2,67 ± 1,53

Tabel 2. Kelimpahan mikroplastik berdasarkan famili gastropoda

Famili Gastropoda	Jumlah Gastropoda	Jumlah mikroplastik	Kelimpahan Per Famili Gastropoda (partikel/individu)
Ellobiidae	7	20	2,86 ± 0,69
Littorinidae	7	24	3,43 ± 0,53
Muricidae	16	53	3,31 ± 1,81
Neritidae	11	33	3,00 ± 1,34
Potamididae	33	134	4,06 ± 2,19

Hasil penelitian ini pula menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada gastropoda dengan famili Potamididae memiliki kelimpahan tertinggi dengan jumlah $4,06 \pm 2,19$ partikel/individu (Tabel 2). Perbedaan kelimpahan ini diduga karena adanya perbedaan perilaku makan pada famili gastropoda. Famili Potamididae merupakan deposit feeder dimana mendapatkan makan dari partikel yang mengendap di sedimen (Arbi *et al.*, 2022). Selain itu, famili ini juga hidup dengan membenamkan diri di sedimen, sehingga adanya mikroplastik pada tubuh gastropoda diduga berasal dari lingkungan (Ory *et al.*, 2018). Maka akan terdapat akumulasi mikroplastik pada tubuh gastropoda dari makanan dan interaksi dengan lingkungan.

4. Kesimpulan

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang terdampak dengan adanya limbah plastik yang masuk ke perairan. Terdapat 5 famili gastropoda yang ditemukan pada kawasan Tahura Ngurah Rai, Bali, yaitu Ellobiidae, Muricidae, Littorinidae, Neritidae, dan Potamididae. Jenis mikroplastik yang ditemukan yakni fragmen sebanyak 32 partikel, film 22 partikel, dan fiber 210 partikel. Tingginya jumlah jenis fiber yang ditemukan pada tubuh gastropoda diduga karena masyarakat melakukan aktivitas penangkapan ikan dengan jaring dan pancing, dan juga adanya limbah

rumah tangga berupa hasil cuci pakaian yang dibuang ke lingkungan mangrove. Ukuran mikroplastik yang ditemukan yaitu <1 mm, 1-2 mm, 2-3 mm, dan 3-4 mm. Warna mikroplastik yang ditemukan yaitu merah, biru, hitam, putih, bening/clear, dan kuning. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berturut-turut dari tinggi ke rendah pada gastropoda yaitu famili Potamididae $4,06 \pm 2,19$ partikel/individu, Littorinidae $3,43 \pm 0,53$ partikel/individu, Muricidae $3,31 \pm 1,81$ partikel/individu, Neritidae $3,00 \pm 1,34$ partikel/individu, dan Ellobiidae $2,86 \pm 0,69$ partikel/individu. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berdasarkan stasiun tertinggi yaitu pada stasiun 12 dan terendah pada stasiun 13.

Daftar Pustaka

- Arbi, U. Y., Kawaroe, M., Marwoto, R. M., & Ulumuddin, Y. I. (2022). Karakter Morfologis dan Ekologis Keong Potamididae (Gastropoda) dari Habitat Mangrove Gugus Pulau Pari, Jakarta. *Jurnal Kelautan Nasional*, 17(2), 93-106.
- 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.
- Bessa, F., P. Barria, J.M. Neto, J.P.G.L. Frias, V. Otero, P. Sobral, & J.C. Marques. (2018). Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 128:575-584.
- Boucher, J., & Billard, G. (2019). The challenges of measuring plastic pollution. *Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions*, (Special Issue 19), 68-75.
- BPKH Denpasar. (2016). Informasi Tahura Ngurah Rai. http://bpkh8.menlhk.go.id/pdf/karya_tulis_mandiri/buklet_tahura.pdf [diakses pada 8 juni 2021].
- Browne, M. A. (2015). Sources and Pathways of Microplastics to Habitats. *Marine Anthropogenic Litter. Springer International Publishing*. 229-244.
- Candri DA, Sani LH, Ahyadi H, & Farista B. (2020). Struktur Komunitas Moluska di Kawasan Mangrove Alami dan Rehabilitasi Pesisir Selatan Pulau Lombok. *JBT*. 20 (1): 139-147.
- Fitri, S., & Patria, M. P. (2019). Microplastic contamination on Cerithidea obtusa (Lamarck 1822) in Pangkal Babu Mangrove Forest Area, Tanjung Jabung Barat District, Jambi. In *AIP Conference Proceedings*, 2168(1).
- 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.
- Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. (2021). Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*, 10(1), 1-6.
- Hasnunidah, N. (2017). *Metodologi penelitian pendidikan*. Yogyakarta: media akademi.
- Ismi, H., Amalia, A. R., Sari, N., Gesriantuti, N., & Badrun, Y. (2019). Dampak mikroplastik terhadap makrozoobentos; suatu ancaman bagi biota di Sungai Siak, Pekanbaru. *Prosiding SainsTeKes*. 1:92-104.
- Isnaningsih, N. R., & Patria, M. P. (2018). Peran komunitas moluska dalam mendukung fungsi kawasan mangrove di Tanjung Lesung, Pandeglang, Banten. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*. 6(2): 35-44.
- Labibah, W., & Triajie, H. (2020). Keberadaan mikroplastik pada ikan swanggi (Priacanthus tayenus), sedimen dan air laut di perairan pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(3): 351-358.
- Li, W. C., Tse H. F., & Fok L. (2016). Plastic Waste In The Marine Environment: A Review Of Sources, Occurrence And Effects. *Science of The Total Environment*. 566-567:333349.

- Lugina, M., Alviya, I., Indartik, I., & Pribadi, M. A. (2017). Strategi keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove di Tahura Ngurah Rai Bali. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 14(1), 61-77.
- Mcleod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H., & Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10): 552-560.
- Merly, S. L., Mote, N., & Basik, B. B. (2022). Identifikasi jenis dan kelimpahan moluska yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan pada ekosistem hutan mangrove, merauke. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(1), 55-65.
- Ory, N. C., Gallardo, C., Lenz, M., & Thiel, M. (2018). Capture, swallowing, and egestion of microplastics by a planktivorous juvenile fish. *Environmental Pollution*, 240, 566–573.
- Patria, M. P., Santoso, C. A., & Tsabita, N. (2020). Microplastic ingestion by periwinkle snail *Littoraria scabra* and mangrove crab *Metopograpsus quadridentata* in Pramuka Island, Jakarta Bay, Indonesia. *Sains Malaysiana*, 49(9), 2151-2158.
- Purwiyanto AIS, Suteja Y, Trisna, Ningrum PS, Putri WAE, Rozirwan, Agustriani F, Fauziyah, Cordova MR, Koropitan. (2020). Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin* 158: 111380
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., The, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific reports*. 5(1): 1-10.
- Samman, A. (2015). Keamanan pangan keong popaco (*Telescopium telescopium*) asupan merkuri yang ditoleransi perminggu di kecamatan Kao teluk, Halmahera Utara. *Jurnal Sumberdaya Kelautan dan Perikanan*. 1(1): 94-106.
- Sobari, A. I., Watiniasih, N. L., & Pebriani, D. A. A. (2020). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Current Trends in Aquatic Science III*. 1: 88-96.
- Tanaka, K. dan H. Takada. (2016). Microplastic Fragments and Microbeads in Digestive Tracts of Planktivorous Fish from Urban Coastal Waters. *Scientific Reports*. 6:34351.
- Theodora, M. (2019). *Analisis Hubungan Keberadaan Mikroplastik Pada Sedimen Dan Keong Bakau (T. Telescopium) Di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Surabaya. Skripsi*. Universitas Brawijaya: Malang.
- Tobing, S. J. B. L., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali. *JMRT*. 3(2):102-107
- Tuhumury, N. C. (2020). Identifikasi keberadaan dan jenis mikroplastik pada kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan tanjung tiram, teluk ambon (identification of existence and type of microplastics in cockle at tanjung tiram waters, ambon bay). *Jurnal TRITON*, 16(April), 1–7.
- Ulfa, M., Julyantoro, P. G. S., & Sari, A. H. W. (2018). Keterkaitan komunitas makrozoobentos dengan kualitas air dan substrat di ekosistem mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*. 4(2): 179-190.
- Wright S.L., Thompson R.C., Galloway T.S. (2013). The Physical Impacts of Microplastic on Marine Organism: A review. *Environmental Pollutan*, 178: 483-492
- Yona, D., Sari, S. H. J., Iranawati, F., Bachri, S., & Ayuningtyas, W. C. (2019). Microplastics in the surface sediments from the eastern waters of Java Sea, Indonesia. *F1000Research*, 8.
- 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), 436-444.
- Zhou, Q., Tu, C., Fu, C., Li, Y., Zhang, H., Xiong, K., Zhao, X., Li, L., Waniek, J. J., & Luo, Y. (2020). Characteristics and distribution of microplastics in the coastal mangrove sediments of China. *Science of The Total Environment*, 703: 134807.