

## Taman Epibion untuk Bioremediasi Mikroplastik secara In Situ di Perairan Makassar

(Epibion Garden for In Situ Microplastic Bioremediation in Makassar Waters)

Khusnul Yaqin<sup>1</sup>, Achmad Nabil Al Ashad<sup>\*2</sup>, Andi Muhammad Arul Efansyah<sup>3</sup>, Andi Nurul Izzah Malkab<sup>4</sup>, Muhammad Yusran<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, FIKP, Universitas Hasanuddin. Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

<sup>5</sup>Program Studi Statistika, Departemen Statistika, FMIPA, Universitas Hasanuddin. Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245

\*e-mail korespondensi :achmadnabil100@gmail.com

### Abstrak

Taman Epibion merupakan rangkaian alat yang menjadi media melekatnya organisme epibion. Epibion merupakan organisme yang melekat pada berbagai jenis substrat di perairan yang dapat menyerap mikroplastik sehingga berpotensi menjadi agen bioremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis epibion yang ditemukan pada taman epibion, menganalisis lama waktu yang dibutuhkan oleh taman epibion untuk mengumpulkan organisme epibion, mengukur jumlah konsentrasi mikroplastik dalam tubuh epibion, serta menganalisis keefektifan taman epibion sebagai indikator dan agen bioremediasi untuk pencemaran mikroplastik. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif berupa metode observasi dan experimental. Pengolahan data menggunakan analisis statistik deskriptif dengan uji One way ANOVA. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion di bulan ke-1 dan ke-2 dan tidak terdapat perbedaan signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada air laut di bulan ke-1 dan ke-2. Penelitian ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya karena media tumbuh epibion merupakan substrat buatan sehingga jumlah kehadiran epibion dan mikroplastik yang terkandung di dalamnya pada interval waktu tertentu dapat diukur sehingga perhitungan konsentrasi mikroplastik menjadi lebih baik.

**Kata kunci:** Epibion, Mikroplastik, Bioremediasi, Perairan Makassar

### Abstract

Epibion gardens are a series of tools serving as a medium for attaching epibion. Epibion is an organism attaching to various types of substrates in waters that can absorb microplastics so it has potential to become a bioremediation agent. This study aims to identify the types of epibion found in epibion garden, analyze the time length needed by epibion garden to collect epibion, measure the amount of microplastic in epibion bodies, and analyze the effectiveness of epibion garden as indicators and bioremediation agents for microplastic pollution. This research was conducted for three months. This study uses quantitative methods in the form of observation and experimental methods. Processing data used descriptive statistical analysis with One way ANOVA test. The results showed that there was a significant difference between the average microplastic concentrations in epibion samples in the 1st and 2nd month and there was no significant difference between the average microplastic concentrations in seawater in the 1st and 2nd month. This research has advantages compared to previous research because the epibion growing media is artificial so the amount of presence of epibions and microplastics contained can be measured so the microplastic concentrations calculation is better.

**Keywords:** Epibion, Microplastics, Bioremediation, Makassar Waters

## 1. PENDAHULUAN

Kehadiran mikroplastik yang bertambah ke lingkungan dianggap sebagai jenis cemaran yang dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan ekosistem perairan. Konsentrasi mikroplastik dapat meningkat dikarenakan masuknya limbah plastik ke lingkungan perairan yang tidak diikuti oleh pengetahuan akan bahaya masa depan yang mengancam darinya. Seiring waktu, plastik yang terkumpul di perairan nantinya akan terurai menjadi sampah mikroplastik. Apabila kondisi saat ini terus berlanjut, maka sampah laut dan mikroplastik diprediksi akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2030 dan 2050 (Sarmah et al., 2018).

Mikroplastik terkumpul sekaligus meracuni berbagai organisme akuatik. Dalam tubuh organisme, kehadiran mikroplastik telah teridentifikasi dan telah dilaporkan oleh berbagai penelitian sebelumnya. Mikroplastik diantaranya telah ditemukan dalam tubuh ikan mesopelagik, ikan dari famili *Caringidae*. Mikroplastik juga ditemukan pada invertebrata akuatik seperti beberapa jenis udang, bivalvia dan organisme epibion (Widianarko dan Hantoro, 2018). Mikroplastik berasal dari masukan primer dan sekunder. Pada masukan primer, mikroplastik berasal dari pembuangan limbah rumah tangga dan industri. Pada masukan sekunder, mikroplastik berasal dari pembasuhan pakaian. Konsentrasi mikroplastik terus bertambah karena plastik mengalami proses pemutusan rantai polimer sehingga akan menjadi mikroplastik (Victoria, 2017).

Epibion merupakan organisme hidup yang melekat pada berbagai jenis substrat dan berperan penting sebagai organisme pemakan sisa (*scavenger*). Contoh organisme epibion adalah *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, hingga kerang-kerangan yang hidup berkoloni. Epibion dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan dan agen bioremediasi untuk mengurangi konsentrasi mikroplastik di perairan. Hal ini karena mereka menyerap mikroplastik dan bersifat *sessile* sehingga tidak berpindah bila terpapar oleh pencemaran (Ario dkk, 2019). Penelitian sebelumnya hanya mengambil epibion langsung yang telah berada di alam. Penelitian ini memiliki keunggulan karena menghadirkan skema alat yang diletakkan di perairan sebagai media tumbuh epibion sehingga kehadiran epibion dan konsentrasi mikroplastik yang terkumpul per selang waktu dapat diidentifikasi lebih akurat.

Makassar merupakan ibu kota provinsi Sulawesi Selatan berfungsi sebagai pusat pemerintahan, perdagangan dan pendidikan serta pelayanan jasa yang terus berkembang setiap tahun. Hal ini berakibat pada produksi sampah yang terus meningkat setiap tahun.

Jenis sampah yang paling banyak dijumpai ialah sampah plastik (Hidayah, 2017). Penelitian tentang mikroplastik di perairan Makassar telah dilakukan oleh (Fachruddin dkk., 2020) yang menyebutkan bahwa mikroplastik jenis serat merupakan mikroplastik yang umum ditemukan pada perairan Makassar sehingga terdapat pencemaran mikroplastik di perairan Makassar. Penelitian ini juga menjelaskan bahwa salah satu dari upaya penyelesaian mikroplastik ialah memonitor mikroplastik yang dapat dilakukan pada kolom perairan dan di dalam tubuh organisme.

Oleh karenanya, diperlukan upaya memonitor dan bioremediasi mikroplastik pada perairan Makassar. Pada penelitian ini, dibuat taman epibion pada perairan Makassar yang tercemar mikroplastik. Diharapkan dengan adanya taman epibion, organisme yang dapat menyerap mikroplastik pada kurun waktu tertentu dapat diketahui lebih baik. Selain itu, penelitian ini berguna untuk mengurangi konsentrasi mikroplastik yang ada di perairan Makassar. Keberadaan taman berdampak baik bagi kesehatan lingkungan perairan sehingga memberikan manfaat bagi manusia selaku pengguna sumber daya pesisir dan laut.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan (Juni-Agustus 2021). Pelaksanaan penelitian mencakup penelitian lapangan yang dilakukan di Perairan Makassar sekitar Pulau Lae-Lae, Kec. Ujung Pandang, Kota Makassar dan penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Air, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

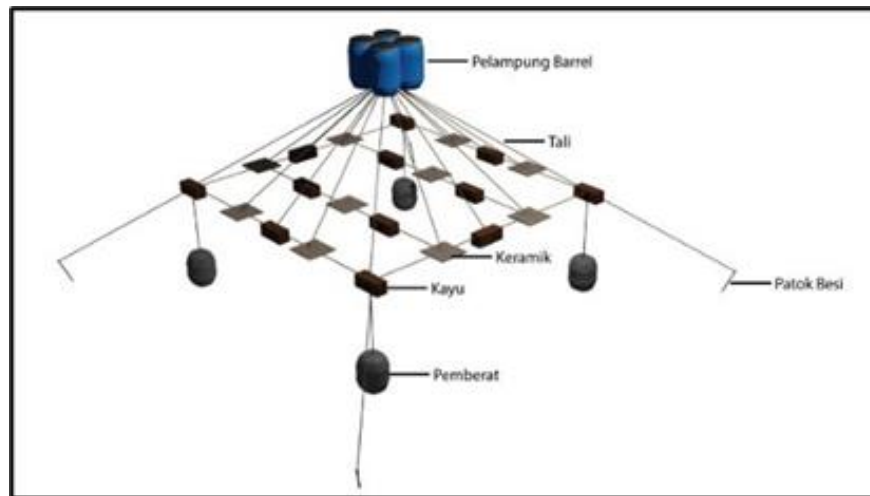
### 2.2 Tahapan Penelitian

#### 2.2.1 Persiapan Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ialah taman epibion itu sendiri. Taman epibion merupakan rangkaian struktur kayu, keramik, dan pelampung *barrel* yang diletakkan di perairan pada kedalaman kurang lebih lima meter dari permukaan air laut. Struktur ini berbentuk limas segi empat dengan pelampung *barrel* pada bagian atas untuk menjaga struktur taman agar tetap mengapung. Taman ini juga akan tertaut dengan jangkar di dasar perairan pada setiap sudut taman yang berfungsi sebagai penahan agar alat tidak lepas.

Alat dan Bahan Taman epibion yang digunakan ialah tali tambang yang berdiameter 3 cm dan 1 cm, ubin keramik yang berukuran 30 cm, pelampung barrel

yang bervolume 100 liter, balok kayu yang berukuran 5x7 cm, besi beton berukuran 5 meter, karung yang berkapasitas 25 kg dan semen dua sak.



Gambar 1. Struktur Taman Epibion yang digunakan pada penelitian ini.

### 2.2.2 Instalasi dan Pemantauan Alat

Instalasi alat dilakukan setelah alat siap dipasang di perairan Makassar. Pemantauan alat dilakukan secara daring dan luring. Kami berhubungan dengan nelayan via Whatsapp yang tinggal disekitar pantai agar dapat memeriksa keadaan alat secara berkala.

### 2.2.3 Pengambilan dan Pengamatan Sampel

Pengambilan sampel air menggunakan neuston net berukuran mata jaring 330 nm, panjang 75 cm dan bukaan mulut 60 x 15 cm. sampel kemudian disimpan dalam cool box untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali setiap satu bulan. Jumlah sampel epibion yang diambil sekitar 10% dari total keseluruhan jumlah epibion yang ditemukan tumbuh pada alat. Setelah dilakukan pengambilan sampel epibion, dilakukan identifikasi sampel menggunakan buku identifikasi untuk mengetahui jenis organisme epibion yang ditemukan pada taman epibion.

### 2.2.4 Analisis Laboratorium

Tahapan ini diawali dengan mengidentifikasi jenis epibion yang ditemukan dan mempersiapkan sampel dengan memasukkan pelarut basa KOH 10% ke dalam botol yang berisi sampel daging epibion. Larutan KOH 10% dimasukkan hingga sampel terendam keseluruhan. Sampel selanjutnya didiamkan selama 2-3 minggu hingga benar-benar larut pada suhu ruang. Selanjutnya, dilakukan penandaan dengan label pada setiap botol sampel. Jika sampel telah larut, maka dilakukan penyaringan larutan

sampel menggunakan kertas saring membrane sterile what man 47 yang berukuran pori 0,45 nm dengan bantuan vacuum pam. Kertas saring kemudian diidentifikasi secara visual dibawah mikroskop stereoskopik. Pengamatan dan perhitungan kehadiran mikroplastik pada sampel epibion dan sampel air menggunakan perangkat lunak Optilab viewer 3.0.

### 2. 3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode purposive sampling dengan mengambil sebanyak 10% dari total keseluruhan organisme yang tumbuh di alat. Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot daging sampel dan konsentrasi mikroplastik pada sampel. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif.

### 2. 4 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi mikroplastik antar-bulan di sampel epibion, antar-media alat, dan perbedaan konsentrasi mikroplastik di perairan sekitar alat sebelum dan sesudah adanya Taman Epibion. Data konsentrasi diuji dengan software Graphpad Prism dengan uji one way ANOVA. Sebelum dilakukan uji ANOVA, terlebih dahulu data diuji normalitas dan homogenitas. Ditemukan bahwa data terdistribusi normal dan homogen sehingga data diuji menggunakan uji one way ANOVA parametrik.

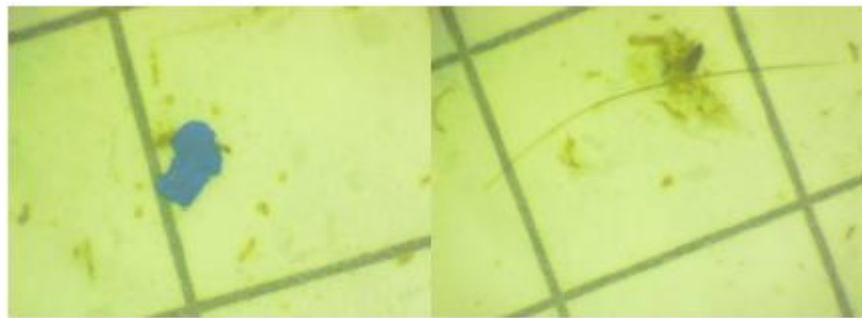
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1 Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan berbagai jenis spesies epibion. Pada pengambilan sampel bulan pertama, ditemukan empat jenis spesies yakni *Balanus* sp. 30 spesies, *Cheritedia* sp. 11 spesies, *Pirenella* sp. 9 spesies, dan *Stramonita* sp. 5 spesies. Pada pengambilan sampel bulan kedua, ditemukan lima jenis spesies yakni *Balanus* sp. 37 spesies, *Cheritedia* sp. 24 spesies, *Pirenella* sp. 12 spesies, *Stramonita* sp. 7 spesies, dan *Halimeda* sp. 1 spesies. Terdapat penambahan jenis organisme yang tumbuh di taman epibion pada bulan kedua yakni spesies *Halimeda* sp dan terdapat peningkatan jumlah individu di bulan kedua pada seluruh jenis organisme yang ditemukan. Empat organisme hanya membutuhkan waktu satu bulan untuk tumbuh dan berkembang dan sebuah spesies yakni *Halimeda* sp. dapat ditemukan pada

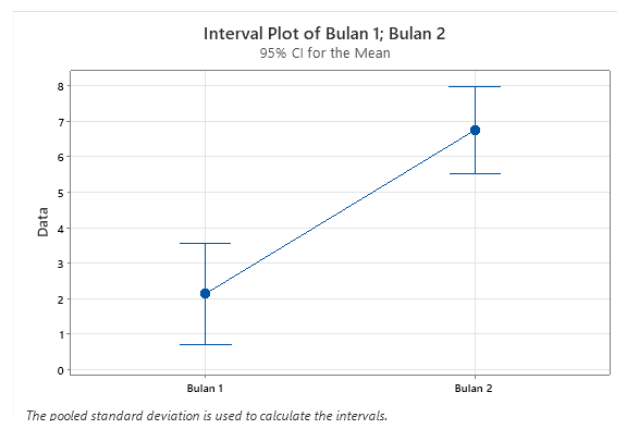
pengambilan sampel bulan berikutnya. Dengan demikian, semakin lama Taman Epibion dipasang, semakin beragam pula organisme yang tumbuh di Taman Epibion.

Pengamatan dibawah mikroskop menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik. Pada pengamatan bulan ke-1, ditemukan 19 partikel mikroplastik di balok, 8 partikel di keramik, dan 3 di media pelampung. Sehingga, konsentrasi mikroplastik yang dihitung pada pengambilan sampel epibion bulan ke-1 yakni sebanyak 1,90 partikel/gram. Pada pengamatan bulan ke-2, ditemukan 59 partikel mikroplastik di balok, 48 partikel di keramik, dan 29 partikel di pelampung. Sehingga, konsentrasi mikroplastik yang dihitung pada pengambilan sampel epibion bulan ke-2 yakni sebanyak 2,76 partikel/gram. Dengan demikian, terjadi peningkatan konsentrasi mikroplastik di sampel epibion di antar-bulan pengambilan sampel. Berikut ini adalah contoh mikroplastik yang ditemukan pada sampel epibion di bawah mikroskop.



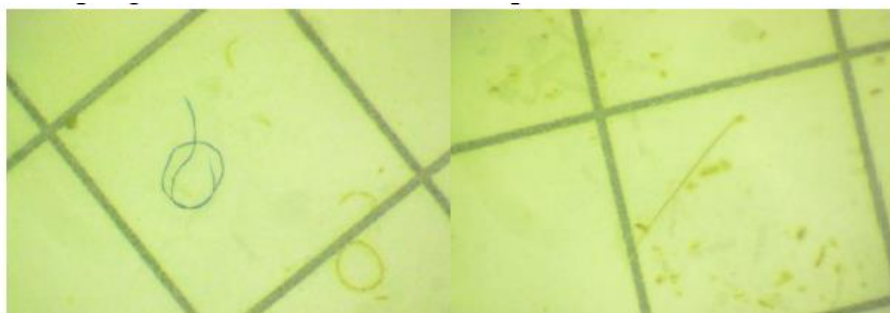
Gambar 2. Contoh mikroplastik yang ditemukan pada sampel epibion berdasarkan pengamatan di bawah mikroskop.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik terhadap perubahan konsentrasi mikroplastik dalam sampel epibion menggunakan uji *one way ANOVA*, ditemukan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}(0,05;1;33)$  ( $24,76 > 4,13$ ) sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion di bulan ke-1 dan bulan ke-2. Berikut ini grafik konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion pada bulan ke-1 dan bulan ke-2.



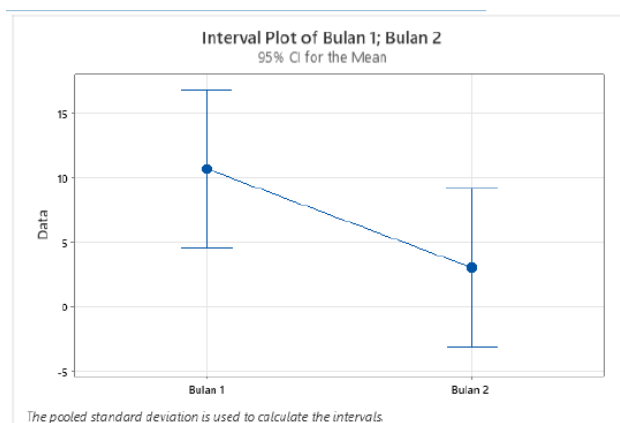
Gambar 3. Grafik konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion pada bulan ke-1 dan bulan ke-2.

Perhitungan konsentrasi mikroplastik juga dilakukan terhadap sampel air laut yang disaring di sekitar Taman Epibion. Konsentrasi mikroplastik yang ditemukan pada pengambilan sampel air laut bulan ke-1 yakni sebanyak 0.10 partikel/mL sedangkan konsentrasi mikroplastik yang dihitung pada pengambilan sampel air laut bulan ke-2 sebanyak 0,04 partikel/mL. Dengan demikian, terjadi penurunan konsentrasi mikroplastik terhadap air laut di antar-bulan pengambilan sampel. Berikut ini contoh mikroplastik yang ditemukan pada sampel air laut di bawah mikroskop.



Gambar 4. Contoh mikroplastik yang ditemukan pada sampel air laut berdasarkan pengamatan di bawah mikroskop.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik perubahan konsentrasi mikroplastik dalam sampel air laut menggunakan uji *one way* ANOVA, ditemukan bahwa  $F_{hitung} < F_{tabel}(0,05;1;4)$  ( $6,01 < 7,71$ ) sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada air di bulan ke-1 dan bulan ke-2. Namun, terdapat penurunan konsentrasi mikroplastik di bulan berikutnya. Berikut ini grafik konsentrasi mikroplastik dalam sampel air laut pada bulan ke-1 dan bulan ke-2.



Gambar 5. Grafik konsentrasi mikroplastik pada sampel air laut pada bulan ke-1 dan bulan ke-2.

## 2 Pembahasan

Meningkatnya keberadaan mikroplastik di lingkungan disebabkan oleh penggunaan plastik dimana hampir semua aspek dalam kehidupan sehari-hari

melibatkan plastik (Sarmah et al., 2018). Selain memberikan manfaat yang cukup besar bagi kehidupan manusia, sampah plastik memiliki ancaman yang serius bagi ekosistem. Proses degradasi plastik membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar dapat terdegradasi di alam. Plastik yang telah mengalami degradasi dikenal dengan mikroplastik (Victoria, 2017). Mikroplastik merupakan fragmen plastik yang sudah mengalami degradasi dengan ukuran kurang dari 5 mm (Lusher et al., 2017). Mikroplastik telah ditemukan dalam berbagai matriks lingkungan (atmosfer, tanah, air tawar, hingga air laut). Pada laut, mikroplastik banyak ditemukan mulai dari pantai hingga ke perairan dalam (Azizah dkk, 2020).

Mikroplastik merupakan ancaman bagi kelangsungan hidup organisme di laut. Penumpukan limbah mikroplastik dari aktivitas manusia akan menumpuk di lingkungan. Kehadiran mikroplastik di lingkungan menjadi masalah karena plastik bersifat persisten. Plastik sering kali mengandung bahan kimia yang berpotensi toksik dan karsinogenik. Mikroplastik akan masuk ke jaring makanan apabila dikonsumsi oleh organisme dan akan mempengaruhi kehidupan di perairan. Mikroplastik selain dapat ditemukan pada air laut dan sedimen, keberadaannya juga dapat ditemukan pada berbagai spesies biota laut, termasuk seafood berupa ikan, udang dan kerang.

Komunitas epibion atau perifiton dapat digolongkan ke dalam bioindikator lingkungan karena sangat responsif terhadap kualitas perairan sekitarnya (Fahmi, 2018). Bioindikator yang muncul secara alami dapat dijadikan sebagai bahan penilaian terhadap lingkungan dan juga dapat dijadikan sebagai alat pendeteksi perubahan lingkungan. Penerapan bioindikator dapat menggambarkan keadaan suatu lingkungan serta tingkat kontaminasi yang terjadi (Pratiwi, 2019).

Bioremediasi adalah salah satu pengembangan bioteknologi lingkungan yang memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Teknik bioremediasi ini terbukti sangat efektif dan murah dari sisi ekonomi untuk membersihkan tanah dan air yang terkontaminasi oleh senyawa-senyawa kimia toksik atau berbahaya bagi lingkungan (Dewi, 2020). Bioremediasi menggunakan mikroorganisme yang dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai cara untuk menurunkan kadar polutan tersebut.

Penelitian mikroplastik yang menggunakan media taman epibion sebagai bioindikator dan agen bioremediasi belum pernah dilakukan. Epibion merupakan organisme filter feeder yang memiliki potensi dalam bioremediasi (Broszeit et al., 2016). Fragmen mikroplastik yang tertelan epibion dapat bertahan di dalam sistem



sirkulasi tubuh epibion. Oleh karenanya, epibion yang tumbuh pada taman epibion dapat digunakan sebagai bioindikator dan agen bioremediasi mikroplastik. Taman Epibion merupakan media tumbuhnya berbagai organisme epibion sehingga waktu yang diperlukan untuk menumbuhkan epibion serta konsentrasi yang terukur dapat diketahui dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa keberadaan Taman Epibion efektif sebagai media tumbuhnya epibion yang merupakan organisme filter feeder karena berperan sebagai bioindikator dan agen bioremediasi untuk pencemaran mikroplastik. Hal ini didukung dengan perbedaan jumlah partikel mikroplastik di sampel epibion dan sampel air laut dimana sampel epibion menunjukkan peningkatan konsentrasi di bulan berikutnya sedangkan jumlah partikel mikroplastik di sampel air laut menunjukkan penurunan pada bulan kedua.

Penelitian ini menunjukkan bahwa Taman Epibion dapat menjadi instrumen bioindikator dan agen bioremediasi yang efektif terhadap sampah mikroplastik pada perairan Makassar sekaligus menjadi referensi tambahan terhadap jalur mikroplastik dari lingkungan perairan ke organisme beserta potensi bahayanya terhadap kesehatan manusia. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat adanya penurunan konsentrasi mikroplastik di air laut khususnya di sekitar lokasi Taman Epibion. Hal ini tentunya menjadi potensi bagi penelitian selanjutnya karena dengan adanya Taman Epibion menjadikannya sebagai media agen bioremediasi untuk pencemaran mikroplastik di perairan.

#### **4. KESIMPULAN**

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa taman epibion merupakan media yang efektif untuk menumbuhkan epibion sebagai salah satu organisme yang efektif menjadi bioindikator dan berpotensi menjadi agen bioremediasi pada pencemaran mikroplastik di Perairan Makassar sehingga didapatkan kandungan konsentrasi mikroplastik setiap bulan dalam interval dua bulan. Hal ini berdasarkan hasil perhitungan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion di bulan ke-1 dan bulan ke-2 sedangkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata hitung konsentrasi mikroplastik pada air di bulan ke-1 dan bulan ke-2. Namun, terdapat penurunan konsentrasi mikroplastik di bulan berikutnya.

## 5. SARAN

Diperlukan waktu penelitian yang lebih lama untuk melihat tren konsentrasi mikroplastik pada sampel epibion dan sampel air laut di sekitar taman epibion sehingga didapatkan data yang lebih baik.

## PERSANTUNAN

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui kesediaannya mendanai penelitian ini pada program PKM Riset Eksakta dan Bapak Jamaluddin Fitrah Alam Ph.D yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ario, R., Riniatsih, I., Pratikto, I. dan Sundari, P. 2019. Keanekaragaman Perifiton pada Daun Lamun *Enhalus acoroides* dan *Cymodocea serrulata* di Pulau Parang, Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*. 8(2):116.
- Azizah, P., Ridlo, A., dan Suryono, C. A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
- Broszeit, S., Hattam, C., dan Beaumont, N. 2016. Bioremediation of Waste Under Ocean Acidification: Reviewing The Role of *Mytilus edulis*. *Marine Pollution Bulletin*, 103(1–2), 5–14.
- Dewi, E. R. S. 2020. BIOREMEDIASI : Mikroorganisme Sebagai Fungsi Bioremediasi pada Perairan Tercemar. In *Universitas PGRI Semarang 2020*. 1(1).
- Fachruddin, L., Yaqin, K. dan Iin, R. 2020. Perbandingan Dua Metode Analisis Konsentrasi Mikroplastik pada Kerang Hijau, *Perna viridis* dan Penerapannya dalam Kajian Ekotoksikologi. *Jurnal pengelolaan perairan*. 3(x):1–12.
- Fahmi, R. N. 2018. Analisis Komunitas Perifiton Epilitik Sebagai Biondikator Kualitas Perairan DAS Brantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur. In *repository.ub.ac.id*. Universitas Brawijaya.
- Hidayah, A. 2017. Takakura Home Method: Solusi Cerdas Menciptakan Makassar Ta' Tidak Rantasa. *Jurnal Pena*. 4(2):724–731.
- Lusher, A., Hollman, P., dan Mendoza-Hill, J. 2017. *Microplastics in Fisheries and Aquaculture: Status of Knowledge on Their Occurrence and Implications for Aquatic Organisms and Food Safety*. FAO.
- Pratiwi, A. 2019. Bioindikator Kualitas Perairan Sungai. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1, 1–6.

- Sarmah, R., Dutta, R. dan Simanku, B. 2018. Microplastic Pollution: An Emerging Environmental Issue. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(6):340–344.
- Victoria, A. V. 2017. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Jurnal Teknik Kimia ITB*. (1):1–10.
- Widianarko, B. dan Hantoro, I. 2018. *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. Unika Soegijapranata. Semarang.