

PERBANDINGAN KELIMPAHAN PLANKTON DAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN MANGGAR KOTA BALIKPAPAN

Comparison of Plankton and Microplastic Abundance in Manggar Waters Balikpapan City

Najla Adellia Muthy¹, Alvionita Manukrante¹, Ristiana Eryati¹, Irwan Ramadhan Ritonga^{1,2*}

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

² Oceanography Laboratory, Integrated Laboratory, Mulawarman University

Email: ritonga_irwan@fpik.unmul.ac.id

ABSTRAK

Plankton merupakan salah satu produsen primer di perairan Manggar, Balikpapan. Plankton dapat digunakan sebagai salah satu indikator pencemaran perairan akibat aktivitas manusia, salah satunya mikroplastik. Namun, informasi tentang perbandingan antara kelimpahan plankton dan mikroplastik di perairan Balikpapan masih sangat terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menganalisis jenis, perbandingan kelimpahan antara plankton dan mikroplastik di perairan Manggar, Balikpapan. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2023 di perairan Manggar, kota Balikpapan. Penentuan lokasi sampling ditentukan dengan metode *purposive sampling*. Sampel air diambil menggunakan plankton net (*mesh* 20 μ m) dengan volume air sebanyak 50 L, di 4 titik sampling yang berbeda. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi plankton dan mikroplastik adalah metode inspeksi visual dengan menggunakan mikroskop. Hasil analisis menemukan bahwa komposisi jenis fitoplankton tertinggi adalah kelas Bacillariophyceae (20660 ind/L), sedangkan komposisi jenis zooplankton tertinggi ditemukan dari kelas Oligotricha (660 ind/L). Komposisi jenis mikroplastik yang ditemukan di perairan Manggar adalah fragmen 478 partikel (58%), disusul oleh fiber sebanyak 272 partikel (33%), dan film sebanyak 73 partikel (9%). Kelimpahan rerata total plankton adalah 936.000 ind/m³, sedangkan rerata total kelimpahan mikroplastik sebanyak 344,3 partikel/m³. Perbandingan antara rasio kelimpahan plankton dan mikroplastik adalah 2718 : 1. Keberadaan plankton masih lebih melimpah jika dibandingkan mikroplastik di perairan Manggar.

Kata kunci: Organisme; Plankton; Mikroplastik; Perairan Manggar

ABSTRACT

Plankton is one of the primary producers in the waters of Balikpapan. Plankton could be used as one of the indicators of water pollution due to human activities, one of which is microplastics. However, information on the comparison between plankton abundance and microplastics in Balikpapan waters is still very limited. This study aims to study and analyze the types and abundance comparison between plankton and microplastics in Manggar waters, Balikpapan. The research was conducted in October 2023 in the waters of Manggar, Balikpapan city. The purposive sampling method is a method of determining the location where plankton and microplastics should be taken. Water samples were taken using a plankton net (20 μ m mesh) with a volume of 50 L of water, at four different sampling points. The method used to identify plankton and microplastics was the visual inspection method using a microscope (microscopy). The analysis found that the highest phytoplankton species composition was the Bacillariophyceae class (20660 ind/L). The highest zooplankton species composition was found in the Oligotricha class (660 ind/L). The microplastic species composition found in the Manggar waters was fragments 478 particles (58%), followed by fibres as many as 272 particles (33%), and films as many as 73 particles (9%), respectively. The mean total abundance of plankton was 936,000 ind/m³, while the mean total of microplastics was 344,3 particles/m³. The ratio between the abundance of plankton and microplastics was 2718: 1. The presence of plankton is still more abundant when compared to microplastics in Manggar waters.

Keywords: Organism; Plankton; Microplastic; Manggar Waters

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir kota Balikpapan merupakan salah satu pesisir provinsi Kalimantan Timur memiliki sumberdaya perikanan dan kelautan, salah satunya adalah plankton. Organisme ini berperan penting dalam rantai makanan perairan laut seperti fitoplankton dan zooplankton (Di Pane *et al.*, 2024). Keberadaan plankton banyak ditemukan di permukaan air terutama fitoplankton yang membutuhkan sinar matahari untuk berfotosintesis. Selain itu, zooplankton juga mencari makanan

berupa fitoplankton di permukaan perairan (Yang *et al.*, 2020). Keberadaan plankton dapat menggambarkan kualitas air hingga ketersediaan makanan bagi organisme perairan.

Salah satu wilayah pesisir yang memiliki perairan dan juga memiliki kawasan penduduk yang cukup padat di Balikpapan terdapat di Manggar Baru. Berdasarkan data dari BPS Kota Balikpapan (2024), jumlah penduduk di wilayah Manggar Sari pada tahun 2021 (19.023 jiwa) meningkat menjadi 19.980 jiwa pada tahun 2023. Banyaknya penduduk dan aktivitas harian masyarakat yang dilakukan di sekitar badan air

di wilayah ini dapat berdampak negatif terhadap ekosistem perairan seperti limbah rumah tangga, pertanian, wisata, perikanan dan pertanian (Gan *et al.*, 2024). Salah satu limbah yang dihasilkan dari aktivitas pemukiman dapat berupa limbah sampah plastik. Telah diketahui bahwa sampah plastik merupakan salah satu isu permasalahan lingkungan yang terdapat di negara maju dan berkembang. Sampah plastik tersebut dapat bersumber dari kemasan makanan dan minuman yang dijual di lokasi Pantai wisata untuk disajikan para pengunjung (Nursari *et al.*, 2023). Selain dari itu, letak Muara Sungai yang menuju perairan terbuka juga menjadi penyebab banyaknya sampah yang masuk ke lingkungan perairan Manggar. Ratnawati *et al.*, (2022) menyatakan bahwa sungai memainkan peran penting dalam transportasi sampah dari darat ke laut. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas masyarakat yang berada di daratan melalui aliran sungai (*run off*) dan pengaruh hidro-oseanografi seperti pasang surut, gelombang, dan curah hujan dapat menjadi pemicu terjadinya penumpukan sampah perairan laut (Ratnawati *et al.*, 2022). Pada saat sampah plastik tersebut mengalami dekomposisi akibat proses fisika dan kimia, sampah tersebut dapat terurai menjadi lebih kecil seperti mikroplastik (Acarer Arat, 2024).

Mikroplastik merupakan pecahan ukuran kecil sehingga dapat menyerupai organisme planktonik. Hal ini dapat meningkatkan tidak sengaja tertelan kandungan mikroplastik pada organisme pemakan plankton di perairan (Lolodo & Nugraha, 2020). Dikarenakan kelimpahan mikroplastik pada permukaan perairan cukup tinggi dan zooplankton pun juga mencari makan di permukaan perairan. Maka, plankton dan organisme lainnya dapat mengonsumsi mikroplastik secara tidak sengaja (Bersaldo *et al.*, 2024; Parolini & Romano, 2024; Yona *et al.*, 2021). Mikroplastik tersebut dapat terakumulasi dalam rantai makanan perairan laut hingga tingkat tertingginya (Parolini & Romano, 2024) dan juga berisiko terhadap kesehatan manusia jika dikonsumsi secara terus – menerus seperti kerusakan atau kematian sel, jantung dan sistem saraf pusat, anemia, perubahan perkembangan janin (Elizalde-Velázquez & Gómez-Oliván, 2021; Kye *et al.*, 2023). Salah satu pendekatan yang perlu dilakukan untuk mendeteksi apakah perairan Manggar telah terpapar mikroplastik dan perbandingannya dengan plankton adalah dengan melakukan proses investigasi.

Pada dasarnya penelitian mengenai plankton (Anwar *et al.*, 2024; Arfina Shariyani *et al.*, 2023; Budiarsa & Rafii, 2013; Sari *et al.*, 2004) dan mikroplastik (Maulia *et al.*, 2023; Sarita *et al.*, 2023) di perairan Balikpapan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Namun, investigasi tentang rasio tentang kelimpahan plankton dan mikroplastik belum pernah dilakukan di perairan Kalimantan Timur, khususnya di perairan Manggar. Karenanya, perlu adanya kajian dan analisis tentang jenis, kelimpahan serta perbandingan (rasio) kelimpahan antara plankton dan mikroplastik di perairan Manggar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 29 - 30 Oktober 2023 di perairan Manggar, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Pemilihan lokasi menggunakan

metode *purposive sampling*, yaitu penentuan berdasarkan tujuan dan karakteristik lokasi (Rai & Thapa, 2015). Kemudian, proses pengolahan dan analisis sampel plankton dan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Kualitas Air (Lab. KA) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman (UNMUL).

Titik sampling di penelitian ini dibagi menjadi 4 titik stasiun. Titik sampling 1 terletak sejajar pantai Manggar. Kemudian, titik sampling 2 yang sejajar muara sungai Manggar Besar. Selanjutnya titik sampling 3 yang berada ± 100 m melintang ke arah laut dari muara sungai Manggar Baru. Kemudian, titik sampling 4 yang berada ± 100 m melintang ke arah dari pantai Manggar (Gambar 1). Setiap titik sampling memiliki 6 sub-titik sampling dengan jarak 10 m (sebagai pengulangan pada setiap titik sampling). Total keseluruhan jumlah sampel yang dianalisis adalah 24 sampel air (Gambar 2).

Metode Pengambilan Sampel Plankton dan Mikroplastik

Pengambilan sampel plankton mengacu pada *Standard Method* (APHA, 1989). Persiapan alat dan bahan yang digunakan yaitu *plankton net* dengan diameter 25 cm dan *mesh size* 20 μ m, botol sampel 250 mL, ember 5 liter dan larutan lugol sebagai pengawet. Pengambilan sampel plankton dan mikroplastik dilakukan dengan mengambil air yang berada di permukaan perairan (0 – 50 cm) dengan menggunakan plankton net (mesh 20 μ m, diameter 25 cm) sebanyak 50 L dengan menggunakan ember secara berulang sebanyak 10 kali. Plankton disaring ke dalam *plankton net* hingga botol yang menampung air sampel pada *plankton net* penuh. Botol yang mengandung plankton diberi 3-5 tetes lugol. Kemudian, baik sampel plankton dan mikroplastik disimpan ke dalam *styrofoam box* yang telah diisi es batu. Selanjutnya masing – masing sampel air dibawa ke laboratorium untuk diolah dan dianalisis lebih lanjut.

Identifikasi Plankton

Identifikasi sampel plankton dilakukan di Lab. KA UNMUL. Pengamatan plankton pada sampel air dilakukan dengan menggunakan mikroskop *Olympus CX23* dengan perbesaran 40 μ m. Proses pengamatan dan identifikasi plankton diawali dengan cara mengguncang botol untuk menghomogenkan sampel. Kemudian, sampel plankton diambil dengan pipet sebanyak 6 tetes (0,30 mL) di atas kaca preparat (*object glass*) yang kemudian ditutup dengan kaca penutup (*cover slip*). Proses identifikasi plankton dilakukan dengan menggunakan kamera *ScopelImage* versi 9.0 untuk mendokumentasi sampel plankton yang diamati lebih lanjut berdasarkan buku acuan *Oceanographic Characters And Plankton Resources Of Indonesia* (Hartoko, 2013) dan Website *World Register of Marine Species* (WORMS, 2024).

Identifikasi Mikroplastik

Identifikasi mikroplastik dilakukan dengan metode inspeksi visual menggunakan mikroskop (mikroskopi). Proses pengolahan sampel mikroplastik mengacu pada metode Kovac *et al.*, (2016), yaitu dengan memasukkan sampel air ke dalam *erlenmeyer* 250 mL. Kemudian, ditambahkan NaCl sebanyak 30 gr untuk meningkatkan densitas pada sampel air, dan didiamkan selama 12 jam. Setelah itu, sampel dipindahkan ke *erlenmeyer* dengan mengambil sampel yang berada pada permukaan. FeSO_4

0.05 M dilarutkan sebanyak 1000 ml (1 L) dan H_2O_2 sebanyak 50% diencerkan menjadi 30%. Selanjutnya, larutan H_2O_2 dan $FeSO_4$ dicampur dengan air sampel dengan tujuan menghilangkan bahan organik pada sampel. Setelah tercampur, sampel dipanaskan menggunakan *waterbath* dengan suhu $\pm 70^\circ C$. Setelah dipanaskan selama ± 30 menit, air sampel disaring

menggunakan *vacuum pump*. Setelah disaring, sampel dipindahkan ke wadah *cup cake* berbahan aluminium dan dioven pada suhu $\pm 106^\circ C$ selama ± 30 menit. Setelah sampel mengering, sampel dikeluarkan dari oven. Selanjutnya sampel dilakukan dianalisis menggunakan mikroskop dengan perbesaran $10 \times 10 \mu m$.



Figure 1. Sampling Location Map
Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

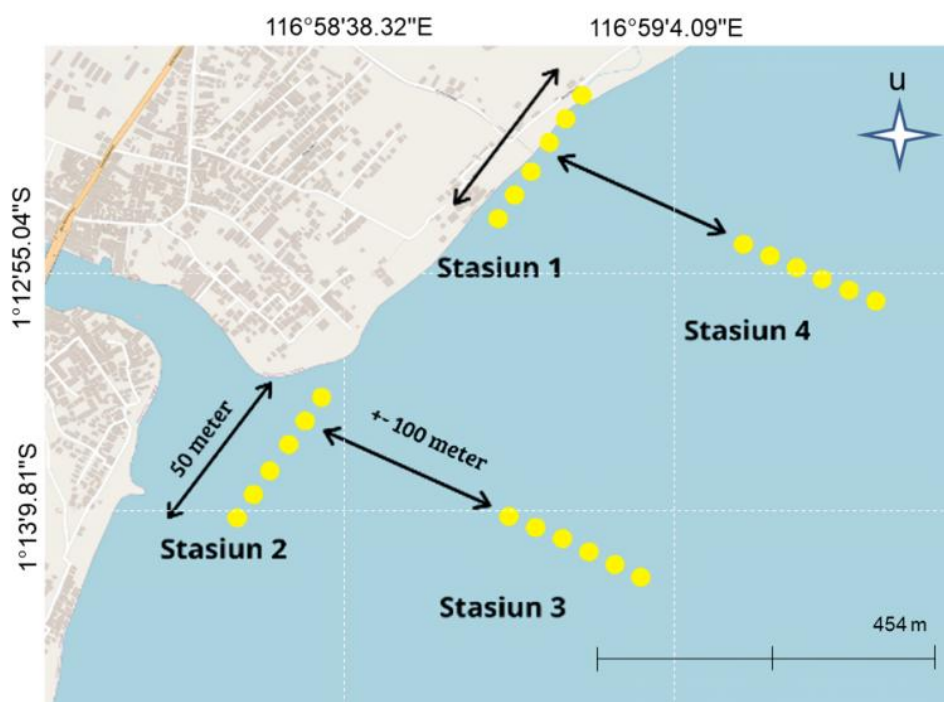


Figure 2. Illustration of Water Sampling Points in Manggar Baru Waters
Gambar 2. Ilustrasi Titik Sampling Air di Perairan Manggar Baru

Kelimpahan Plankton

Kelimpahan jumlah plankton dihitung dalam satuan ind/L untuk menghitung kelimpahan plankton berdasarkan APHA (1989):

$$N = n \times \frac{V_r}{V_0} \times \frac{1}{V_s} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: N = Kelimpahan plankton (ind/L); n = Jumlah sel yang diamati (ind); Vr = Volume air yang tersaring (mL); V₀ = Volume air yang diamati (mL); Vs = Volume air yang disaring (mL)

Kelimpahan Mikroplastik

Analisis kelimpahan mikropastik dilakukan dengan metode mikroskopi optik. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan menghitung jumlah mikroplastik dalam sampel, serta menentukan ukurannya. Metode ini memiliki beberapa keunggulan dari metode lain seperti relatif mudah digunakan, efisien dan fleksibilitas. Kelimpahan mikroplastik di penelitian ini dilakukan dengan membandingkan volume air yang disaring dengan jumlah partikel yang ditemukan (Masura *et al.*, 2015).

$$K = \frac{n}{v} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: K = Kelimpahan mikroplastik (partikel/m³); n = Jumlah mikroplastik (partikel); v = volume air tersaring (m³)

Rasio Kelimpahan Plankton & Mikroplastik

Perhitungan untuk perbandingan kelimpahan plankton dan mikroplastik sebagai berikut (Raintung *et al.*, 2021):

$$A : B \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: A = Rerata kelimpahan plankton (ind/L); B = Rerata kelimpahan mikroplastik (partikel/m³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis Plankton

Komposisi jenis dari kelompok fitoplankton yang ditemukan pada lokasi penelitian terdiri atas 7 kelas, yaitu Bacillariophyceae, Chlorophyta, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnematophyceae. Komposisi kelas tertinggi berasal dari kelas Bacillariophyceae, dengan sebanyak 20660 ind/L (Tabel 1).

Kelompok fitoplankton kelas Bacillariophyceae (Diatom) termasuk kelas fitoplankton yang cukup mendominasi diantara kelas lainnya pada suatu perairan. Bacillariophyceae termasuk kelompok alga yang hidup dan beradaptasi dengan mudah serta penyebarannya yang cukup luas. Sehingga dapat tumbuh melimpah pada suatu perairan disebabkan karena jenis ini memanfaatkan nutrisi yang ada perairan dengan lebih baik dan cepat, jika dibandingkan dengan kelas spesies lainnya (Suhadi *et al.*, 2020). Diduga nutrisi yang cukup serta parameter fisik-kimia yang mendukung dapat membuat pertumbuhan pada

kelas Bacillariophyceae paling banyak ditemukan. Hal ini sesuai dengan hasil investigasi yang dilakukan oleh Maulidhya *et al.*, (2024) dan Novia *et al.*, (2016) bahwa parameter fisika dan kimia perairan berpengaruh terhadap tumbuh dan perkembangan plankton di perairan. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, genus yang ditemukan dengan komposisi terbanyak di penelitian ini adalah *Chaetoceros* sp, *Nitzschia* sp, *Bacteriastrum* sp dan *Guinardia* sp dengan total sebesar 11246 ind/L, dan cukup melimpah dan tersebar pada setiap titik sampling.

Table 1. Number of Plankton Species (ind/L)

Tabel 1. Jumlah Spesies Plankton (ind/L)	
Kelas	Jumlah spesies
<i>Fitoplankton</i>	
Bacillariophyceae	20660
Chlorophyta	53
Cyanophyceae	153
Dinophyceae	320
Euglenophyceae	107
Trebouxiophyceae	40
Zygnematophyceae	340
<i>Zooplankton</i>	
Copepoda	93
Oligotrichea	660
Globothalamea	27
Total	22453

Komposisi jenis dari kelompok zooplankton yang ditemukan pada lokasi penelitian terdiri atas 3 kelas Copepoda, Oligotrichea, Globothalamea (Tabel 1). Kelompok zooplankton kelas Oligotrichea (660 ind/L) merupakan kelas zooplankton yang paling mendominasi pada penelitian ini. Rendahnya nilai komposisi pada kelompok zooplankton ini disebabkan oleh waktu pengambilan sampel yang berbeda-beda setiap titik samplingnya. Pengambilan sampel pada titik 2, 3 dan 4 dilakukan pada pagi menjelang siang hari, berbeda dengan titik 1 yang dilakukan pada sore hari sehingga terdapat pola pergerakan *nocturnal* yang terjadi pada mayoritas spesies zooplankton bergerak dari perairan dalam menuju permukaan perairan untuk memperoleh makanan berupa fitoplankton (Kye *et al.*, 2023).

Kelimpahan Plankton

Kelimpahan plankton terbagi menjadi 2 yaitu kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Pada dasarnya fitoplankton memiliki kelimpahan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan zooplankton. Hal itu dikarenakan dalam tingkatan rantai makanan fitoplankton berada di dasar dan dapat menghasilkan makanannya sendiri (*autotrof*) yang berasal dari proses fotosintesis (Wang *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2020). Sedangkan zooplankton sebagai konsumen pertama yang memanfaatkan fitoplankton sebagai sumber makanannya. Selain itu juga waktu pengambilan sampel yang dilakukan saat sinar matahari optimal dapat menjadi faktor melimpahnya fitoplankton dan melimpahnya zooplankton pada saat malam hari. Secara umum, kelimpahan total plankton di penelitian ini adalah 3.742 ind/L dan rerata 936 ind/L. Berdasarkan jenisnya, kelompok fitoplankton memiliki total kelimpahan 3.612 ind/L

dengan rerata 903 ind/L. Sedangkan total kelimpahan kelompok zooplankton adalah 130 ind/L dengan rerata 33 ind/L (Gambar 2).

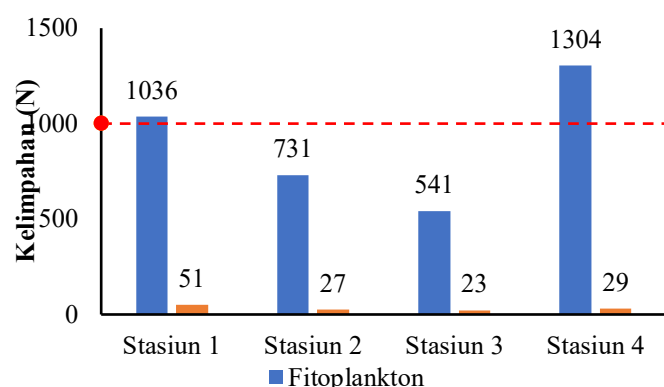


Figure 2. Plankton Abundance at Each Sampling Point
Gambar 2. Kelimpahan Plankton di Setiap Titik Sampling

Nilai kelimpahan (N) jenis plankton pada Gambar 4 dengan nilai terendah berada di titik 3 atau perairan laut di depan muara sungai Manggar dengan kelimpahan fitoplankton sebanyak 541 ind/L dan zooplankton 23 ind/L. Sama halnya dengan titik 2 dengan nilai kelimpahan fitoplankton sebanyak 731 ind/L dan zooplankton sebanyak 27 ind/L yang tergolong rendah karena kurang dari 1000 ind/L. Rendahnya nilai kelimpahan di titik 2 dan titik 3 ini disebabkan pada waktu pengambilan sampel plankton dilakukan saat pagi hari, di mana intensitas cahaya matahari yang masih kurang optimal untuk fitoplankton melakukan fotosintesis namun pada zooplankton akan melakukan migrasi turun ke dasar untuk bersembunyi dari predator. Hal lainnya bisa disebabkan karena adanya perubahan secara mendadak pada parameter fisik-kimia perairan oleh arus pasang surut yang menuju ke arah muara sungai. Hal ini yang dapat membuat beberapa plankton tidak bertahan pada lingkungan yang tidak stabil. Menurut Nazar *et al.*, (2024) bahwa kelimpahan jenis dan komposisi fitoplankton berpengaruh terhadap kualitas air dan kejernihan ekosistem perairan.

Komposisi Jenis Mikroplastik

Hasil identifikasi mikroplastik menunjukkan bahwa terdapat 3 tipe mikroplastik yaitu tipe fiber, film dan fragmen (Gambar 3). Temuan ini relatif sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarita *et al.*, (2023) di perairan Lamaru, kota Balikpapan menjelaskan bahwa tipe mikroplastik yang paling dominan masuk ke dalam perairan adalah sampah tipe fragmen, fiber dan film.

Tipe fragmen merupakan pecahan dari makroplastik yang terbentuk akibat proses degradasi membentuk potongan kecil (Layn *et al.*, 2020). Potongan-potongan kecil ini diduga merupakan hasil fragmentasi dari pecahan botol-botol minuman yang ada di sekitar lokasi sampling. Temuan ini selaras dengan yang dikemukakan Kapo *et al.*, (2020) bahwa mikroplastik fragmen dapat berasal dari fragmentasi sampah makro maupun berasal pecahan botol minuman, makanan, toples, galon, dan pecahan plastik keras dan potongan kecil pipa paralon hasil kegiatan masyarakat penduduk di sekitar muara sungai. Berdasarkan hasil analisis menggunakan mikroskop, tipe fragmen yang ditemukan berukuran mulai dari 30,72 hingga 892,28 μm .

Tipe serat atau fiber yang ditemukan pada penelitian ini ada yang berbentuk seperti benang, berserat maupun berwarna hitam pekat. Pada dasarnya perairan Manggar merupakan wilayah yang terdapat aktivitas wisatawan dan juga aktivitas nelayan di wilayah Kota Balikpapan. Terdapatnya mikroplastik jenis serat di lokasi pengambilan sampel mungkin berasal dari beberapa aktivitas pemukiman penduduk dan juga aktivitas penangkapan ikan yang berdekatan di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil analisis menggunakan mikroskop, terdapat perbedaan ukuran mikroplastik yang teridentifikasi di lokasi penelitian. Ditemukan ukuran fiber terpendek yakni 9,831 μm dan ukuran terpanjang sekitar 394,4 μm . Temuan ini menunjukkan bahwa proses penguraian mikroplastik telah terjadi dalam jangka waktu yang lama di perairan laut.

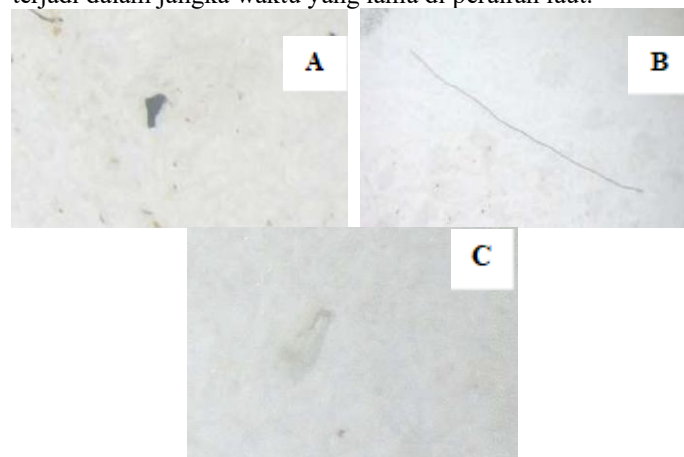


Figure 3. Fragment (A), Fiber (B) and Film (C) Types of Microplastics Indicated by Red Arrow Lines (10 x 10 μm Magnification)

Gambar 3. Tipe Mikroplastik Tipe Fragmen (A), Fiber (B) dan Film (C) yang Ditunjukkan dengan Garis Panah Merah (Perbesaran 10 x 10 μm)

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan mikroskop, tipe film yang teridentifikasi pada penelitian ini adalah yang bentuknya seperti lembaran plastik yang tipis dan transparan. Mikroplastik tipe film yang ditemukan di penelitian ini mungkin dipengaruhi oleh adanya faktor aktivitas manusia seperti wisatawan atau pengunjung pantai. Berdasarkan hasil observasi singkat di lokasi studi, stasiun pengambilan sampel merupakan kawasan pemukiman, pelabuhan perikanan, dan juga terdapat aktivitas Tempat Pelelangan Ikan (TPI Manggar) yang sangat berpotensi memberikan sumbangan sampah plastik (kresek) dan kemasan plastik wilayah perairan. Hasil identifikasi menemukan bahwa mikroplastik tipe film ditemukan dengan ukuran terkecil mulai dari 28,46 sampai 3524,24 μm .

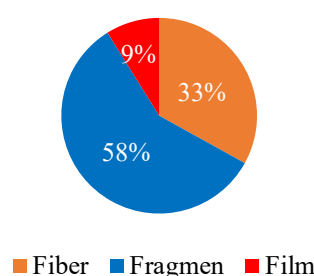


Figure 4: Percentage of Microplastic Types
Gambar 4. Persentase Tipe Mikroplastik

Secara umum, total keseluruhan tipe mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini sebanyak 823 partikel. Jumlah mikroplastik tertinggi berada pada tipe fragmen 478 partikel (58%), disusul tipe fiber 272 partikel (33%), dan tipe film ditemukan hanya 73 partikel (9%) (Gambar 4). Distribusi tertinggi berada pada titik 1 dan terendah berada pada titik 4. Tingginya mikroplastik yang ditemukan pada titik 1 mungkin lebih karena lokasi tersebut merupakan tempat wisata yang dimana langsung berhubungan dengan daratan.

Kelimpahan Mikroplastik

Hasil perhitungan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di setiap titik menunjukkan jumlah yang berbeda-beda. Pada titik 1 ditemukan rerata kelimpahan 435 partikel/m³, kemudian pada titik 2 sebesar 379 partikel/m³, titik 3 sebesar 378,3 partikel/m³ dan titik 4 sebesar 185 partikel/m³ (Gambar 5). Secara umum, total kelimpahan mikroplastik di penelitian ini adalah 1377,3 partikel/m³ dengan rerata 344,3 partikel/m³. Adanya perbedaan kelimpahan mikroplastik pada setiap titik sampling dapat diduga karena pengaruh aktivitas masyarakat di setiap titik juga berbeda.

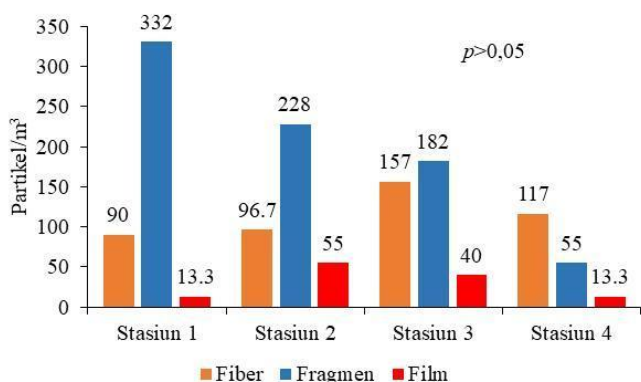


Figure 5. Microplastic Abundance at Each Sampling Point
Gambar 5. Kelimpahan Mikroplastik Di Setiap Titik Sampling

Tipe mikroplastik yang teridentifikasi memiliki jumlah yang bervariasi di setiap titiknya. Titik 1 merupakan lokasi tertinggi adanya mikroplastik fragmen yaitu mencapai 332 partikel/m³, kemudian disusul titik 2 dengan jumlah kelimpahan 228 partikel/m³. Selanjutnya titik 3 dengan jumlah kelimpahan 181,6 partikel/m³ dan terakhir pada titik 4 dengan jumlah kelimpahan 55 partikel/m³.

Tingginya mikroplastik tipe fragmen dapat dikarenakan lokasi penelitian merupakan objek wisata dan pemukiman penduduk yang dapat memberikan kontribusi besar berupa fragmen ke perairan. Menurut Azizah *et al.*, (2020) penampakan mikroplastik pada seluruh sampel bergantung pada kondisi lingkungan pengambilan sampel. Kelimpahan tipe fiber tertinggi berada pada titik 3 yaitu 157 partikel/m³. Kemudian disusul titik 4 dengan rerata 117 partikel/m³, lalu titik 2 dengan 96,7 partikel/m³ dan titik 1 dengan 90 partikel/m³. Keberadaan tipe fiber dapat disebabkan karena terdapat aktivitas nelayan di perairan Muara, sehingga memberikan kontribusi berupa fiber di lokasi pengambilan sampel (Layn *et al.*, 2020).

Pada titik 2 merupakan lokasi tipe film paling banyak ditemukan, yaitu mencapai 55 partikel/m³. Kemudian disusul

pada titik 3 dengan kelimpahan 40 partikel/m³. Selanjutnya titik 1 dan 4 ditemukan jumlah kelimpahan dengan nilai yang sama yaitu 13,3 partikel/m³. Pada dasarnya tipe film memiliki massa yang lebih rendah dibanding tipe fiber dan fragmen, karenanya tipe film adalah tipe yang paling minim ditemukan pada hasil penelitian ini. Hal ini terjadi mungkin dikarenakan mikroplastik tipe film memiliki densitas yang relatif rendah, sehingga mudah terbawa arus ataupun gelombang ke daerah laut terbuka (Tursi *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil uji *One Way Anova*, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan ($p>0,05$) antara kelimpahan mikroplastik (fiber, fragmen, film) terhadap 4 titik di penelitian ini.

Perbandingan Antara Kelimpahan Plankton dan Mikroplastik

Kelimpahan plankton (ind/L) di penelitian ini dikonversi terlebih dahulu menjadi ind/m³ agar bisa dibandingkan dengan kelimpahan mikroplastik ind/m³. Berdasarkan hasil konversi, rerata kelimpahan fitoplankton adalah 903 ind/L menjadi 903.000 ind/m³. Sedangkan rerata kelimpahan zooplankton sebelumnya 33 ind/L menjadi 33.000 ind/m³. Secara umum, rerata kelimpahan plankton yang ditemukan di perairan pantai wisata Manggar sebelumnya 936 ind/L menjadi 936.000 ind/m³ setelah dikonversi. Jika digabung, jumlah mikroplastik (fiber, fragmen, film) di penelitian ini mencapai 1.377 partikel/m³ dengan nilai rerata 459 partikel/m³.

Hasil perbandingan kelimpahan plankton (fitoplankton dan zooplankton) dengan kelimpahan mikroplastik di perairan Manggar terdapat pada tabel 1. Secara umum, rasio kelimpahan plankton (fito dan zoo) masih jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelimpahan mikroplastik di perairan Manggar. Sebagai contoh, perairan Manggar mengandung 2718 individu plankton dan 1 mikroplastik per m³. Kemudian, hasil perbandingan antara kelimpahan zooplankton dan mikroplastik di penelitian ini juga masih lebih tinggi dibanding beberapa hasil investigasi yang dilakukan oleh Sahardjo (2023), dan Raintung *et al.*, (2021) (Tabel 2).

Table 1. Comparison of the Ratio Between Plankton Abundance and Microplastics

Tabel 1. Perbandingan Rasio Antara Kelimpahan Plankton dengan Mikroplastik

Kelimpahan	Rasio
Plankton : Mikroplastik	2718 : 1
Fitoplankton : Mikroplastik	2623 : 1
Zooplankton : Mikroplastik	95,8 : 1

Table 2. Comparison between Zooplankton and Microplastic Abundance Ratios in Indonesian Regions

Tabel 2. Perbandingan Antara Rasio Kelimpahan Zooplankton dan Mikroplastik di Wilayah Indonesia

Lokasi	Rasio	Sumber
Perairan Manggar, Balikpapan	95,8 : 1	Penelitian ini
Perairan Mangrove Kwatisore Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua Barat	42 : 1	Sahardjo (2023)

Lokasi	Rasio	Sumber
Estuari Dusun Kepetingan, Sidoarjo, Jawa Timur	1928 : 1	Rahmawati <i>et al.</i> , (2023)*
Perairan Teluk Benoa, Bali	10 : 1	Raintung <i>et al.</i> , (2021)

*Perbandingan antara plankton dan mikroplastik

Rasio antara plankton lebih tinggi dibandingkan dengan mikroplastik di perairan Manggar, organisme tersebut masih rentan dengan paparan mikroplastik. Temuan ini mengindikasikan bahwa organisme pemakan plankton (udang, siput, kerang, kepiting dan ikan) dapat berpotensi terpapar mikroplastik di perairan Manggar. Terdapatnya mikroplastik pada plankton di penelitian ini mungkin ada kaitannya dengan aktivitas manusia yang berada di daratan. Sebagai contoh, penggunaan plastik pada kehidupan sehari-hari masyarakat kota Balikpapan hingga saat ini masih cukup tinggi, yakni 17% (Liang & Bagastyo, 2021). Jika ditinjau dari lokasinya, perairan Manggar dipengaruhi oleh adanya aliran sungai Manggar (*run off*) dari daratan. Perairan ini juga berdekatan dengan aktivitas industri, pemukiman, tempat pelelangan ikan (TPI) dan nelayan, yang menjadi jalur masuknya sampah plastik ke perairan laut (Azizah *et al.*, 2020; Pane *et al.*, 2020). Selain itu, perairan Manggar juga merupakan kawasan wisata yang dilengkapi dengan warung yang menjual makanan dan minuman yang terbuat dari plastik, *styrofoam*. Secara langsung maupun tidak langsung, beberapa kegiatan tersebut mungkin berpotensi dan berkontribusi menambah paparan limbah mikroplastik di perairan (Suriyanto *et al.*, 2020). Banyaknya aktivitas manusia (antropogenik) di sekitar perairan Manggar ini sangat mungkin berpotensi memberikan sumbangan limbah mikroplastik di perairan dan berpotensi membahayakan manusia melalui rantai makanan. Pada saat organisme perairan seperti ikan terpapar mikroplastik dan dikonsumsi oleh manusia secara terus menerus, maka dapat mempengaruhi kesehatan konsumen seperti menyebabkan gangguan imunitas, sitotoksitas dan neurotoksisitas (Bhuyan, 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukan investigasi secara berkala terhadap keberadaan mikroplastik pada plankton dan organisme lainnya (contohnya ikan) dari perairan Manggar. Hal ini bertujuan untuk memastikan apakah organisme tersebut telah terpapar mikroplastik. Selain itu, penelitian lanjutan tentang paparan mikroplastik pada organisme di perairan Manggar perlu dilakukan sebagai wujud peningkatan keamanan pangan bagi para konsumen yang berada di wilayah kota Balikpapan.

KESIMPULAN

Jenis plankton yang ditemukan sebanyak 7 kelas, yaitu Bacillariophyceae, Chlorophyta, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Trebouxiophyceae, Zygnematophyceae, dan pada kelompok zooplankton terdiri atas 3 kelas Copepoda, Oligotricha, Glotholamea. Rerata kelimpahan total individu plankton yang ditemukan adalah 936 ind/L atau 936.000 ind/m³. Sedangkan pada jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu fiber, fragmen dan film, dengan rerata kelimpahan mencapai 344,3 partikel/m³. Kelimpahan plankton masih lebih tinggi dibandingkan dengan mikroplastik di perairan Manggar dengan perbandingan 2718 : 1. Penelitian ini menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan tentang deteksi mikroplastik pada plankton dan organisme lainnya dari perairan Manggar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada laboratorium Kualitas Air, Biodiversitas Universitas Mulawarman, Bapak Iwan Suyatna dan Mohammad Sumiran Papatungan yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acarer Arat, S. (2024). An overview of microplastic in marine waters: Sources, abundance, characteristics and negative effects on various marine organisms. *Desalination and Water Treatment*, 317(January), 100138. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100138>
- Anwar, I. P., Putri, M. R., Setiawan, A., Tarya, A., Mandang, I., Nurfitri, S., & Purnaningtyas, D. W. (2024). Assessment of phytoplankton community and diversity dynamics on the neap tide in Balikpapan Bay, East Kalimantan, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(1), 77–88. <https://doi.org/10.15244/pjoes/168107>
- APHA (American Public Health Association). (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (20th editi). American Public Health Association.
- Arfina Shariani, Jailani, J., & Nurfadilah, N. (2023). Community structure of periphyton on seagrass beds (*Enhalus acoroides*) in the Waters of Balikpapan Bay, East Kalimantan. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis Nusantara (Nusantara Tropical Fisheries Science Journal)*, 2(2), 135–143. <https://doi.org/10.30872/jipt.v2i2.680>
- 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>
- Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan (BPS). (2024). *Jumlah penduduk menurut kelurahan di kecamatan Balikpapan Timur, 2021-2023. Diakses Mei 2025 pada*. <https://balikpapankota.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzIxIzI=/jumlah-penduduk-menurut-kelurahan-di-kecamatan-balikpapan-timur.html>
- Bersaldo, M. J. I., Lacuna, M. L. D. G., Orbita, M. L. S., Tampus, A. D., Avenido, P. M., & Macusi, E. D. (2024). First evidence of potential microplastic ingestion of yellow striped goatfish *Upeneus vitattus* (Forsskal, 1775) Caught in Malita, Davao Occidental, Philippines. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 29(1), 48–60. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.29.1.48-60>
- Bhuyan, M. S. (2022). Effects of microplastics on fish and in human health. *Frontiers in Environmental Science*, 10(March), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.827289>
- Budiarsa, A. A., & Rafii, A. (2013). Struktur komunitas plankton di muara Teluk Balikpapan. *Aquarine*, 4(1), 84–89. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5034.6081>
- Di Pane, J., Bourdaud, P., Horn, S., Moreno, H. D., & Meunier, C. L. (2024). Global change alters coastal plankton food webs by promoting the microbial loop: An inverse modelling and network analysis approach on a mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 921(February), 171272. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171272>

- Elizalde-Velázquez, G. A., & Gómez-Oliván, L. M. (2021). Microplastics in aquatic environments: A review on occurrence, distribution, toxic effects, and implications for human health. *Science of The Total Environment*, 780, 146551. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146551>
- Gan, M., Zhang, Y., Shi, P., Cui, L., Zhang, C., & Guo, J. (2024). Occurrence, potential sources, and ecological risk assessment of microplastics in the inland river basins in Northern China. *Marine Pollution Bulletin*, 205(April), 116656. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116656>
- Hartoko, A. (2013). *Oceanographic Characters and Plankton Resources of Indonesia*. Graha Ilmu.
- 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.
- Kovac, V., Manca, Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for microplastics sampling on the sea surface and sample analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, 118(e55161), 1–9. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Kye, H., Kim, J., Ju, S., Lee, J., Lim, C., & Yoon, Y. (2023). Microplastics in water systems: A review of their impacts on the environment and their potential hazards. *Heliyon*, 9(3), e14359. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14359>
- Layn, A. A., Emiyarti, & Ira. (2020). Distribusi mikroplastik pada sedimen di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 5(2), 115–122. <https://doi.org/10.33772/jsl.v5i2.12165>
- Liang, M. S. M. W. H., & Bagastyo, A. Y. (2021). *Kajian pengelolaan sampah plastik sekali pakai di Kota Balikpapan* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. https://repository.its.ac.id/93830/7/03211840000019-Undergraduate_Thesis.pdf
- Lolodo, D., & Nugraha, W. A. (2020). Mikroplastik pada Bulu Babi dari rata-rata terumbu Pulau Gili Labak Sumenep. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 112–122. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i2.6267>
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment. *NOAA Marine Debris Program National*, July, 1–31.
- Maulia, R., Eryati, R., & Ritonga, I. R. (2023). *Analisis kelimpahan mikroplastik pada perairan Pantai Seraya, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Samarinda. 67 hlm.
- Maulidhya, S., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2024). Phytoplankton community structure in the intensive cultivation system of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Situbondo, East Java. *Agrikan - Jurnal Agribisnis Perikanan*, 17(1), 8–16.
- Nazar, A., Utami, E., & Umroh, U. (2024). Korelasi keanekaragaman plankton dengan parameter fisika-kimia perairan di estuari sungai Selan Kabupaten Bangka Tengah. *Journal of Marine Research*, 13(3), 485–492. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.39310>
- Novia, R., Ritonga, I. R., Ilmu, K., Manajemen, J., Perairan, S., & Perikanan, F. (2016). Hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan plankton di Samudera Hindia bagian Barat Daya. *Depik*, 5(2), 67–76.
- Nursari, A., Ritonga, I. R., & Eryati, R. (2023). Karakteristik sampah makroplastik di pantai wisata Lamaru Kota Balikpapan. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(2), 342–351. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i2.431>
- Pane, L. R., Pelle, W. E., Undap, S. J., Rumampuk, N. D., Warouw, V., Mamujaja, J. M., & Lasut, M. T. (2020). Jenis, komposisi, dan kepadatan sampah laut di Teluk Manado, Sulawesi Utara, pada musim hujan. *Aquatic Science & Management*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.35800/jasm.8.1.2020.29570>
- Parolini, M., & Romano, A. (2024). Geographical and ecological factors affect microplastic body burden in marine fish at global scale. *Environmental Pollution*, 352(May), 124121. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124121>
- Rahmawati, L. S. (2023). *Analisis mikroplastik dan plankton di kawasan estuari dusun Pepetingan Kabupaten Sidoarjo* [Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya. 76 hlm]. [https://digilib.uinsa.ac.id/63605/2/Linda Setya Rahmawati_H01218007.pdf](https://digilib.uinsa.ac.id/63605/2/Linda_Setya_Rahmawati_H01218007.pdf)
- Rai, N., & Thapa, B. (2015). A study on purposive sampling method in research. *Kathmandu: Kathmandu School of Law*, 5(1), 8–15.
- Raintung, F. A., Hendrawan, I. G., & Widiastuti, W. (2021). Rasio jumlah mikroplastik dan plankton di kawasan perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(2), 8. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2021.v04.i02.p02>
- Ratnawati, D. P., Hendrawan, I. G., & Brasika, I. B. M. (2022). Potensi sampah masuk ke laut dari aktivitas darat di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2022.v05.i01.p02>
- Sahardjo, A. A. (2023). *Komposisi mikroplastik dan zooplankton di perairan mangrove kwatisore taman nasional teluk cenderawasih, papua barat*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 53 hlm.
- Sari, A., Murtini, J. T., & Peranginangin, R. (2004). Observasi lingkungan perairan dan biota penghasil biotoksin di muara sungai manggar besar Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(3), 57–66.
- Sarita, G., Mustakim, M., & Rafii, A. (2023). Jenis dan kelimpahan mikroplastik pada air laut pantai Lamaru Kecamatan Balikpapan Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Maiyah*, 2(1), 51–59. <https://doi.org/10.20884/1.maiyah.2023.2.1.8250>
- Suhadi, M., Gustomi, A., & Supratman, O. (2020). Struktur komunitas plankton sebagai bioindikator kualitas air di sungai Upang desa Tanah Bawah kecamatan Puding Besar. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 14(1), 26–32. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v14i1.2014>

- Suriyanto, B. A., Amin, B., & Nedi, S. (2020). Distribusi mikroplastik pada air laut di pesisir barat pulau Karimun provinsi Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(3), 613–620.
- Tursi, A., Baratta, M., Easton, T., Chatzisyneon, E., Chidichimo, F., De Biase, M., & De Filpo, G. (2022). Microplastics in aquatic systems, a comprehensive review: origination, accumulation, impact, and removal technologies. *RSC Advances*, 12(44), 28318–28340. <https://doi.org/10.1039/d2ra04713f>
- Wang, F., Guo, S., Liang, J., & Sun, X. (2024). In situ phytoplankton photosynthetic characteristics and their controlling factors in the eastern Indian Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 198, 115869. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115869>
- WORMS. (2024). *WORMS world register of marine species*. Flanders Marine Institute.
- Yang, X., Liu, L., Yin, Z., Wang, X., Wang, S., & Ye, Z. (2020). Quantifying photosynthetic performance of phytoplankton based on photosynthesis–irradiance response models. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00306-9>
- Yona, D., Samantha, C. D., & Kasitowati, R. D. (2021). Perbandingan kandungan mikroplastik pada kerang darah dan kerang tahu dari perairan Desa Banyuurip, Gresik. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(2), 108–114.