

SKRIPSI

**KONSENTRASI MIKROPLASTIK *BIOFOULING* YANG
MENEMPEL PADA KERANG HIJAU (*Perna viridis*) YANG
HIDUP DI PERAIRAN PULAU LAE-LAE KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

HUDRIYAH

L21116508



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**KONSENTRASI MIKROPLASTIK *BIOFOULING* YANG
MENEMPEL PADA KERANG HIJAU (*Perna viridis*) YANG
HIDUP DI PERAIRAN PULAU LAE-LAE KOTA MAKASSAR**

**HUDRIYAH
L21116508**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

KONSENTRASI MIKROPLASTIK *BIOFOULING* YANG MENEMPEL PADA KERANG HIJAU (*Perna Viridis*) YANG HIDUP DI PERAIRAN PULAU LAE-LAE KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

HUDRIYAH

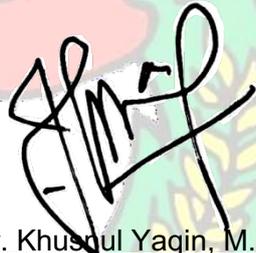
L21116508

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 Maret 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc.
NIP. 19680726 199403 1 002



Dr. Nita Rukminasari, S.Pi., MP.
NIP. 19691229 199802 2 001

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc
NIP: 19680106 199103 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hudriyah
NIM : L211 16 508
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Konsentrasi Mikroplastik *Biofouling* yang menempel pada kerang hijau (*Perna viridis*) yang hidup di perairan Lae-lae Kota Makassar

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Maret 2021

Yang menyatakan

A 6000 Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature and the name Hudriyah. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text 'METERAI TEMPEL', 'TGL 20', the serial number '50E1BAHF894668703', and '6000 ENAM RIBU RUPIAH'. The name 'Hudriyah' is printed below the stamp, and a handwritten signature is written over it.

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hudriyah
NIM : L211 16 508
Prodi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Jurusan : Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang- kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini maka pembimbing sebagai salah satu seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 08 Maret 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Manajemen Sumber Daya Perairan



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc.
NIP: 19680106 199103 2 001

Penulis



Hudriyah
NIM: L211 16 508

ABSTRAK

Hudriyah. L21116508. “Konsentrasi Mikroplastik *Biofouling* yang Menempel pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) yang Hidup di Perairan Pulau Lae-Lae Kota Makassar” dibimbing oleh **Khusnul Yaqin** sebagai Pembimbing Utama dan **Nita Rukminasari** sebagai Pembimbing Anggota.

Pencemaran mikroplastik merupakan permasalahan yang sangat besar dan berdampak buruk bagi ekosistem perairan terutama organisme yang bersifat *filter feeder* yang cara makannya memasukkan apa saja yang ada disekitarnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis konsentrasi mikroplastik yang terdapat pada *biofouling* yang menempel pada kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Pulau Lae-lae Kota Makassar. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive random sampling*, sehingga diperoleh kerang hijau sebanyak 110 ekor yang dibagi menjadi tiga kelompok ukuran panjang cangkang kerang yaitu kelas A (2.42-4.40 cm), kelas B (4.41-8.01 cm), kelas C (8.02-14.62 cm). Pengamatan partikel mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo dan bantuan *Software Image J*. Mikroplastik yang ditemukan berbentuk fiber, fragmen, dan film dengan warna dominan berwarna biru. Ukuran mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 0.15-4.49 mm. Hasil analisis konsentrasi mikroplastik secara statistik berdasarkan ukuran panjang cangkang kerang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata sedangkan konsentrasi mikroplastik berdasarkan media penyerap mikroplastik antara *biofouling* dan kerang hijau menunjukkan perbedaan yang nyata yakni kelompok kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada *biofouling* (C) dan kelompok kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang dan *biofouling* (D) berbeda nyata dengan kelompok kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang hijau (A) serta kelompok kerang tanpa *biofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang (B). Persentase frekuensi kehadiran mikroplastik berdasarkan media penyerap mikroplastik dibagi dalam empat kelompok yakni kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang (A), kerang tanpa *biofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang (B), kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada *biofouling* (C) dan kerang *berbiofouling* dengan mikroplastik pada daging kerang dan *biofouling* (D) secara berurutan memiliki persentase kehadiran mikroplastik sebesar 15,73% (A), 57,14% (B), 48,31% (C) dan 12,36% (D).

Kata Kunci: *Biofouling*, *Perna viridis*, Mikroplastik, Pulau Lae-lae

ABSTRACT

Hudriyah. L21116508. "The Concentration of Microplastic *Biofouling* Organisms Attached to Green Mussels (*Perna Viridis*) Living in The Waters of Lae-Lae Island, Makassar City" was advised by **Khusnul Yaqin** as the Principle Supervisor and **Nita Rukminasari** as the Co-Supervisor.

Microplastic pollution is a very big problem and has a bad impact on aquatic ecosystems, especially for organisms that are *filter feeders*, which their diet includes whatever is around them. The aim of this study was to analyze the form of microplastics and the concentration of microplastics contained in *biofouling* organism that attached to green mussels (*Perna viridis*) in the waters of Lae-lae Island, Makassar City. Sampling was carried out using *purposive random sampling method*, to obtain 110 green mussels which were divided into three groups of shell length, namely class A (2.42-4.40 cm), class B (4.41-8.01 cm), class C (8.02) -14.62 cm). Observation of microplastic particles was carried out using a stereomicroscope and the aid of *software* Image J. The microplastics found were in the form of fibers, fragments, and films with the dominant blue color. The microplastics found ranged from 0.15-4.49 mm in size. The results of the microplastic concentration statistically based on the length of the shells did not show a significant difference while the concentrations of microplastics based on the microplastic absorbent medium between *biofouling* and green mussels showed a significant difference, namely the *biofouling* and microplastic clams in *biofouling* (C) and the *biofouling* clams with microplastics on clam meat and *biofouling* (D) were significantly different from the *biofouling* clams with microplastic on meat green mussels (A) and clams without *biofouling* with microplastics on green mussels (B). The percentage of the frequency of the presence of microplastics based on microplastic absorbing media is divided into four groups, namely clams *biofouling* with microplastics on clam meat (A), clams without *biofouling* with microplastics on shellfish (B), *biofouling* shells with microplastics on *biofouling* (C) and *biofouling* shells with microplastics in clam meat and *biofouling* (D), respectively the presence of microplastics was 15.73% (A), 57.14% (B), 48.31% (C) and 12.36% (D).

Keywords: *Biofouling*, *Perna viridis*, Microplastics, Lae-lae Island

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat bantuan, dukungan dan doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Nita Rukminasari, S.Pi., MP. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Ibu Dwi Fajriyati Inaku, S.Kel., M.Si. selaku pembimbing akademik sekaligus sebagai penguji yang telah banyak memberikan nasehat, arahan dan saran kepada penulis.
4. Ibu Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST., M.Si. selaku dosen penguji atas arahan, saran dan kritikan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
5. Pengelola Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah membantu perizinan dan pelaksanaan penelitian.
6. Seluruh staf dan pengajar Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya para dosen Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan.
7. Orang tua penulis, Bapak Muh.Idris.M dan Ibu Nasmah serta kedua saudara penulis, Nurul Wakiah, S.TP. dan Muhammad Fathur Rafiat atas segala doa dan dukungan yang tak henti – hentinya baik secara moril dan materil.
8. Teman seperjuangan penulis dalam melaksanakan penelitian kanda Gita Natalia Taruk Linggi. Terima kasih atas bantuan dan semangat yang diberikan selama ini.
9. Nurul Huda, Fidiah Larasaty Asri, Sulfitratullah, Widya Ningsih, Rahmat Hidayat, Suharti, Andi Tenri Waru, Resky Ayu Ansar dan Muh. Irsyantoso Parembang yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.
10. Teman-teman MSP 2016 terkhusus dan seluruh warga KMP MSP KEMAPI FIKP UNHAS yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
11. Seluruh keluarga tercinta serta pihak-pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tak langsung dalam penyusunan proposal penelitian ini.

Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, oleh karena itu penulis sadar dalam proposal penelitian ini masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang destruktif dari pembaca.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini bermanfaat serta memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan selanjutnya dan segala amal baik serta jasa dari pihak yang membantu penulis mendapat berkah dan karunia-Nya. Aamiin.

Makassar, 17 Oktober 2020

Penulis

Hudriyah



BIODATA PENULIS

Hudriyah adalah anak kedua dari tiga bersaudara, lahir pada tanggal 07 Juni 1998 di Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Penulis merupakan anak dari pasangan Muh.Idris M dan Nasmah Katjo. Adapun riwayat pendidikan penulis yaitu Taman Kanak-kanak Raudhatul Akhyar Majene, Sekolah Dasar Negeri 65 Galung Selatan, Madrasah Tsanawiyah Negeri 01 Majene, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Majene dan melanjutkan pendidikannya sebagai mahasiswa Universitas Hasanuddin, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Departemen Perikanan, Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Angkatan 2016. Penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur Prestasi Olahraga Seni dan Keilmuan (POSK).

Selama menjadi mahasiswa, penulis tergabung menjadi anggota departemen keilmuan himpunan Keluarga Mahasiswa Profesi Manajemen Sumber Daya Perairan Universitas Hasanuddin (KMP MSP UNHAS) periode 2018-2019 dan anggota Dewan Pertimbangan Organisasi (DPO) KMP MSP UNHAS periode 2019. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten pada beberapa mata kuliah diantaranya Avertebra air, Limnologi, Planktonologi, Biologi Perikanan, Ikhtiologi dan mata kuliah Pengelolaan Sumber Daya Perairan (PSDP).

Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu kuliah kerja nyata (KKN) Tematik Kebencanaan Gowa Angkatan 102 di Kelurahan Sapaya pada tahun 2019, kemudian menyelesaikan praktik kerja lapang (PKL) di Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Makassar. Penulis melakukan penelitian dengan judul “Konsentrasi Mikroplastik *Biofouling* yang Menempel pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Hidup di Perairan Lae-lae Kota Makassar.”

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia, taufiq, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Konsentrasi Mikroplastik *Biofouling* yang Menempel pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Hidup di Perairan Lae-lae Kota Makassar”. Salawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam, yang telah memberikan teladan akal, fikiran dan akhlaq bagi umatnya.

Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini juga dilakukan sebagai bentuk sikap kritis penulis terhadap isu sampah plastik-mikroplastik yang belakangan ini banyak diperbincangkan. penelitian ini dilakukan selama 3 bulan (September-November 2020).

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini terdapat banyak kekurangan karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan penulis untuk kesempurnaan tulisan-tulisan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya kepada penulis.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 17 Oktober 2020

Hudriyah

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Pengertian <i>Biofouling</i>	3
B. Pengertian Mikroplastik	4
C. Bentuk-bentuk Mikroplastik.....	4
D. Sumber Mikroplastik	6
E. Dampak Mikroplastik	7
F. Konsentrasi Mikroplastik pada Kerang	8
III. METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Alat dan Bahan	10
C. Prosedur Penelitian	11
1. Pengambilan Sampel.....	11
2. Preparasi Sampel	12
3. Pengamatan Mikroplastik.....	12
4. Identifikasi Mikroplastik.....	13
D. Variabel Penelitian.....	14
1. Perhitungan Frekuensi Kehadiran	14
2. Perhitungan Konsentrasi Mikroplastik.....	14
3. Analisis Statistik	14
IV. HASIL	15
A. Bentuk Mikroplastik	16
B. Warna Mikroplastik	18
C. Frekuensi Kehadiran	20
D. Perbandingan Konsentrasi Mikroplastik	20
E. Ukuran Mikroplastik	21
F. Konsentrasi mikroplastik pada air.....	22

V. PEMBAHASAN	23
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran	28
VII. DAFTAR PUSTAKA	29
IX. LAMPIRAN	34

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Contoh bentuk-bentuk mikroplastik (a) serat; (b) pellet; (c) film; (d) foam	6
2. Peta lokasi pengambilan sampel di perairan Makassar.	10
3. Morfologi Kerang Hijau	12
4. Grafik konsentrasi mikroplastik <i>biofouling</i> berdasarkan ukuran	15
5. Bentuk mikroplastik yang ditemukan	16
6. Grafik konsentrasi bentuk mikroplastik.....	16
7. Grafik konsentrasi bentuk mikroplastik tiap kelas.....	17
8. Grafik warna mikroplastik yang ditemukan.....	18
9. Grafik konsentrasi mikroplastik berdasarkan warna.....	18
10. Grafik konsentrasi warna tiap kelas.....	19
11. Grafik frekuensi kehadiran mikroplastik.....	20
12. Konsentrasi mikroplastik pada daging kerang dan <i>biofouling</i>	21
13. Gambar mikroplastik pada sampel air	22

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Bentuk-bentuk mikroplastik	5
2. Kisaran panjang mikroplastik pada <i>biofouling</i>	22

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencemaran plastik telah menjadi perhatian global saat ini karena proses degradasinya membutuhkan waktu yang lama sehingga memiliki dampak sangat merugikan bagi alam terutama ekosistem laut (Espiritu *et al.*, 2019). Limbah plastik berasal dari berbagai aktivitas antropogenik yang terakumulasi dan tersebar di perairan pesisir hingga laut dalam di seluruh dunia. Berdasarkan hasil penelitian Moore (2008) menyatakan bahwa jumlah sampah plastik di laut hampir mencapai 60 - 80% dari total jumlah sampah laut.

Menurut hasil penelitian (Guldberg *et al.*, 2015), diperoleh informasi bahwa Indonesia menempati peringkat kedua di dunia sebagai penyumbang sampah plastik ke laut terbesar setelah China. Pada penelitian tersebut, disebutkan bahwa jumlah sampah plastik yang dihasilkan Indonesia lebih dari 5,4 juta ton dan sekitar 0,48 – 1,29 juta ton setiap tahun berakhir di laut. Ancaman sampah plastik di laut Indonesia semakin meningkat secara signifikan setiap tahunnya (Widianarko, 2018). Plastik memiliki sifat yang ringan, elastis, tahan lama dan memiliki harga murah sehingga sangat populer dan menjadi bagian dari kehidupan modern. Disamping memberikan kontribusi besar bagi aktivitas manusia, sampah plastik memiliki ancaman serius bagi kelangsungan ekologi. Sampah plastik membutuhkan waktu mencapai ratusan tahun agar dapat terdegradasi di alam (Victoria, 2017). Plastik yang telah mengalami proses degradasi dikenal dengan mikroplastik (Ayuningtyas *et al.*, 2019).

Fragment dari plastik yang mengalami degradasi biasa disebut dengan mikroplastik dan memiliki ukuran partikel kurang dari 5 mm. Mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang besar pada air laut dan sedimen (Hidalgo *et al.*, 2012). Kehadiran mikroplastik di lingkungan menjadi masalah karena selain berukuran kecil, mikroplastik juga memiliki sifat persisten yang seringkali mengandung bahan kimia dan berpotensi toksik dan karsinogenik bila dikonsumsi oleh organisme sehingga berujung mempengaruhi kehidupan perairan (Beaumont *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil penelitian Li *et al* (2016) menyatakan bahwa mikroplastik ditemukan pada biota laut. Selain pada ikan, mikroplastik juga ditemukan pada bivalvia yang merupakan organisme *filter feeder*. Hal tersebut juga sangat memungkinkan bahwa semua organisme laut dapat tercemari oleh polutan plastik termasuk organisme penempel atau biasa disebut dengan *biofouling*.

Biofouling adalah penempelan dan pertumbuhan organisme pada permukaan benda atau material yang terbenam di laut. Organisme ini dapat saja melekat sementara

maupun permanen pada permukaan material yang ditempelinya (Marhaeni, 2011). Hasil penelitian Sulistiawan (2007) menyatakan bahwa salah satu tempat penempelan *biofouling* yaitu cangkang kerang hijau. Penelitian tentang kandungan mikroplastik pada *biofouling* jenis *Balanus* sp. di perairan pantai timur Thailand telah dilakukan dan diperoleh konsentrasi mikroplastik sebesar 0,23 - 0,43 item/g (Gamage *et al.*, 2017). Sedangkan penelitian tentang kandungan mikroplastik pada kerang hijau juga telah dilakukan di berbagai perairan. Di China mikroplastik ditemukan pada kerang hijau dengan konsentrasi 1,52-5,36 partikel/gram (Qu *et al.*, 2018). Hasil penelitian Fachruddin *et al* (2020) yang dilakukan di perairan Pulau Lae-lae, Makassar menyatakan bahwa pada tubuh kerang hijau ditemukan mikroplastik jenis fiber dengan rata-rata konsentrasi yang tergolong rendah yaitu $0,04 \pm 0,02$ - $0,13 \pm 0,08$ fiber/g bobot basah. Namun dari beberapa penelitian tersebut belum terdapat penelitian mengenai penemuan mikroplastik pada *biofouling* yang menempel pada kerang hijau. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang konsentrasi mikroplastik *biofouling* kerang hijau yang hidup di perairan Makassar.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis konsentrasi mikroplastik yang terdapat pada *biofouling* yang menempel pada kerang hijau (*Perna viridis*) yang hidup di Perairan Pulau Lae-lae Kota Makassar.

Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi tentang keberadaan dan konsentrasi mikroplastik pada *biofouling* yang melekat pada kerang hijau yang dapat digunakan dalam aktivitas manajemen sumber daya perairan, seperti mengontrol keberadaan mikroplastik di perairan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biofouling

Secara umum *biofouling* merupakan penempelan dan pertumbuhan organisme pada permukaan benda atau material yang terbenam di laut. *Biofouling* dapat melekat pada permukaan material yang ada disekitarnya dan organisme tersebut bersifat melekat sementara maupun permanen (Sabdono, 2007). Hasil penelitian Taylor & Rittschof (2009) menyatakan bahwa semua benda yang berada di permukaan bawah air di dalam lingkungan perairan mendapat pengaruh dari adanya aktivitas penempelan *biofouling* yang pada umumnya berupa bakteri, alga dan invertebrata khususnya teritip. Faktor-faktor biologi, fisika, dan kimia juga sangat mempengaruhi kehidupan permukaan organisme di lingkungan laut. Adanya pengaruh yang bersifat alamiah di dalam perairan akan menghasilkan suatu lapisan kompleks yang biasa disebut dengan *microbiofouling* dan *macrobiofouling* atau yang lebih dikenal sebagai *biofouling*.

Biofouling merupakan proses kompleks yang melibatkan kolonisasi organisme yang ada di perairan (Vinagre *et al.*, 2020). Struktur atau substrat yang terendam di dalam air laut, tetap akan terkontaminasi oleh *biofouling*. Selain itu, proses terjadinya *biofouling* juga sangat cepat pada skala mikroskopis. Berdasarkan proses terbentuknya *biofouling* dibedakan menjadi dua yaitu *microbiofouling* dan *macrobiofouling*. *Microbiofouling* terbentuk akibat adanya proses pembentukan lapisan *biofilm* yang disebabkan oleh adanya kolonisasi bakteri dan mikroalga sedangkan pembentukan *macrobiofouling* terjadi akibat adanya aktivitas penempelan makroorganisme yang disebabkan oleh kolonisasi antara avertebrata dan makroalga. Proses *biofouling* pada permukaan substrat atau struktur yang keras dimulai dengan penempelan mikroorganisme yaitu berupa bakteri dan diatom yang memerlukan durasi waktu yang relative sangat cepat untuk tumbuh berlipat kali. Bakteri dan diatom merupakan mikroorganisme yang mempunyai peran penting sebagai awal mula bagi *biofouling* selanjutnya yang umumnya berukuran lebih besar. *Biofouling* yang menempel pada substrat tersebut umumnya berasal dari hewan dan tumbuhan yang hidupnya bersifat menempel (sesil) di sekitar substrat atau permukaan yang keras sebagai media penempelan *biofouling* seperti karang dan lain-lain (Raiklin, 2004).

Penyebab *biofouling* beranekaragam, yang dapat dikategorikan dalam dua golongan yaitu biota penempel mikroskopik dan biota penempel makroskopik. Biota mikroskopik yang hadir sebagai penempel adalah bakteri, diatom, protozoa dan rotifera. Sedangkan yang berukuran makroskopik adalah kelas Cirripedia, Pelecypoda, Gastropoda, Hydrozoa, Anthozoa, Ciliata (Infusoria), Ectoprocta, Polychaeta, Tunicata,

Echinodermata (Sugiyono, 2003). Moluska teritip, bryozoa, tunicata, decapoda, krustasea, hidroid dan anthozoa merupakan kelompok *biofouling* yang sangat umum ditemukan pada perairan. Moluska teritip, bryozoa merupakan kelompok organisme yang paling banyak dan paling besar jumlahnya di perairan, sedangkan selebihnya ditemukan dalam jumlah yang tidak terlalu signifikan (Dharmaraj *et al.*, 1987).

B. Mikroplastik

1. Pengertian Mikroplastik

Mikroplastik adalah pecahan plastik berukuran kurang dari 5 mm dengan berbagai ukuran, warna, bentuk, massa jenis dan komposisi kimia (Abreu & Pedrotti, 2019; Barboza *et al.*, 2018; Choudhury *et al.*, 2018). Sedangkan nanoplastik didefinisikan sebagai plastik yang berukuran lebih kecil yaitu 0,001 – 0,1 μm . Mikroplastik saat ini merupakan kontaminan yang tersebar diseluruh lingkungan akuatik (laut, air tawar dan muara) dan telah terdeteksi di semua kompartemen seperti sedimen pantai, sedimen sub-litoral dan laut dalam, permukaan air serta kolom air (FAO, 2017). Biasanya, partikel mikroplastik yang memiliki densitas tinggi akan tenggelam dan menumpuk di sedimen, sedangkan partikel mikroplastik dengan densitas rendah akan mengapung di kolom perairan (Choudhury *et al.*, 2018).

Pada dasarnya, mikroplastik dibedakan antara mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder berdasarkan sumbernya (LeMoine *et al.*, 2018). Partikel plastik yang sedari awal diproduksi dalam ukuran mikro seperti dalam produk perekat, komposit, ban, balon, pasta gigi, sabun mandi, lulur dan kosmetik disebut mikroplastik primer sedangkan hasil pemecahan dari plastik yang berukuran besar seperti perabotan rumah tangga, alat tangkap, kapal dan kemasan makanan menjadi plastik berukuran kecil disebut mikroplastik sekunder (Schwarz *et al.*, 2019). Perbedaan ini penting diketahui untuk mengindikasikan potensi sumber dan penyebab masuknya mikroplastik ke dalam lingkungan (GESAMP, 2015).

2. Bentuk-Bentuk Mikroplastik

Secara kasat mata mikroplastik tidak terlihat, akan tetapi potensi dampak negatifnya masih kurang jelas. Pelepasannya ke lingkungan laut juga memiliki konsekuensi terhadap jangkauannya. Masalah kesehatan manusia juga dicurigai akibat adanya akumulasi mikroplastik dalam rantai makanan organisme di perairan dan adanya penyerapan racun ke kedalam plastik saat terbawa melalui arus laut (Eriksen *et al.*, 2014). Jenis-jenis mikroplastik berdasarkan bentuk dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Bentuk-bentuk mikroplastik (FAO, 2017).

Bentuk Klasifikasi	Istilah lain yang digunakan
Fragments (Potongan)	Partikel berbentuk tidak teratur, kristal, bulu, bubuk, butiran, serutan, serpihan, film.
Fibers (Serat)	Filamen, serat mikro, helai, utas.
Beads (Manik-manik)	Biji-bijian, bola mikrobeads, mikrosper
Foams (Busa)	Polistirin, Expanded polistirin
Pellets (Pelet)	Resin pelet, pelet praproduksi, biji-biji

Fiber atau biasa juga disebut dengan serat memiliki ketebalan yang sama di seluruh bagiannya. Mikroplastik bentuk fiber memiliki sifat yang kuat dan tahan terhadap kerusakan, tergantung bahan dan kondisi degradasinya. Terdiri atas berbagai variasi warna yang berasal dari kain sintesis terlepas akibat pencucian pakaian, alat tangkap ikan, bahan baku yang dalam dunia industry, peralatan rumah tangga dan hasil pelapikan plastik (Browne *et al.*, 2011).

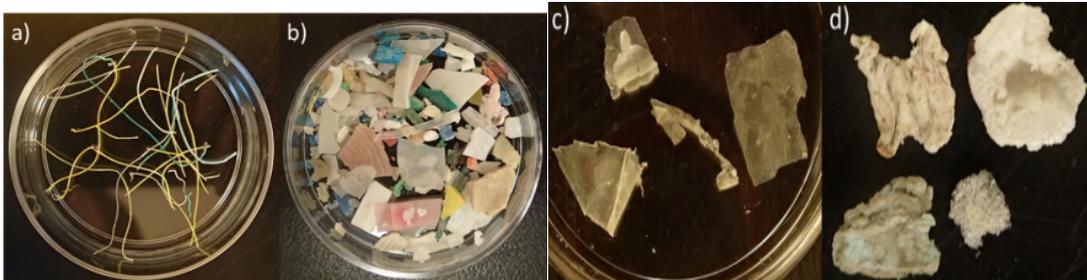
Fragmen merupakan bentuk mikroplastik yang memiliki bentuk tidak teratur dan bentuk potongan dengan patahan diujungnya, tidak selalu sama tebal di setiap bagiannya, memiliki susunan polimer yang kuat dan struktur kaku. Berasal dari sisa-sisa toples yang terbuang, botol-botol minuman, map mika, dan potongan pipa-pipa kecil. Fragmen dapat berupa satu warna atau kombinasi dari beberapa warna (Tanaka & Takada, 2016).

Film merupakan salah satu bentuk mikroplastik yang memiliki bentuk yang tidak beraturan, tipis dan lebih fleksibel jika dibandingkan dengan fragmen. Sumber mikroplastik berasal dari kemasan makanan. Film juga memiliki warna transparan dan memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan mikroplastik lainnya (Kovač Viršek *et al.*, 2016)

Bead atau butiran memiliki bentuk yang bulat dengan permukaan yang halus. Dapat hadir sebagai akibat kerusakan selama proses pembuatan, penggunaan, atau pelapukan. Biasanya berkisar antara 100 µm dan 2 mm. Sumber jenis mikroplastik ini yaitu produk kosmetik dan kebersihan (Lusher *et al.*, 2017). *Foam* atau busa memiliki sifat yang lunak, kompresibel dan menyerupai bentuk awan dan biasanya berwarna putih atau buram (Smith *et al.*, 2018). Mikroplastik bentuk pellet hampir menyerupai mikroplastik bentuk butiran tetapi pellet cenderung lebih besar, umumnya berkisar antara 3-5 mm. Pellet memiliki bentuk bulat bulat dan silindris dan berasal dari bahan industri (Rochman., *et al* 2019).

Mikroplastik di lingkungan laut biasanya ditemukan sebagai pelet, fragmen atau serat dan terdiri dari beragam polimer, beberapa diantaranya memiliki kepadatan lebih

tinggi daripada air laut dan akan tenggelam ke dasar laut seperti *Polyamide*, *Polyester*, *Polyvinyl Chloride* (PVC) dan *Acrylic*. Sedangkan mikroplastik dengan kepadatan lebih rendah dari air laut akan mengambang di permukaan seperti polietilen, polipropilen dan polistiren (Smith *et al.*, 2018). Beberapa contoh bentuk mikroplastik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Contoh bentuk-bentuk mikroplastik (a) serat; (b) pelet; (c) film; (d) foam (Wessel *et al.*, 2016)

Berbagai jenis plastik diproduksi secara global, tetapi terdapat 6 jenis plastik yang mendominasi dipasaran: *polyethylene* (PE, kepadatan tinggi dan rendah), *polypropylene* (PP), *polyvinyl chloride* (PVC), *polystyrene* (PS, termasuk EPS yang diperluas), *polyurethane* (PUR) dan *polyethylene terephthalate* (PET) (GESAMP, 2015; (Hastuti *et al.*, 2019; Prokic *et al.*, 2019).

3. Sumber Mikroplastik

Sumber utama limbah plastik di lingkungan laut berasal dari darat. Kebanyakan plastik memiliki densitas yang lebih rendah dibanding densitas air. Hal ini memungkinkan terjadinya perpindahan limbah plastik yang dibuang di daerah pesisir terbawa oleh arus hingga ke lingkungan laut yang lebih jauh dan terjadilah proses degradasi menjadi mikroplastik. Dalam ekosistem laut, proses terbentuknya mikroplastik dipengaruhi oleh arus, kolonisasi *biofilm* (misalnya campuran bakteri, ganggang dan jamur yang menempel pada permukaan padat), degradasi oleh sinar ultraviolet dan mikroba (Smith *et al.*, 2018). Proses degradasi plastik menjadi mikroplastik berlangsung selama 100 hingga 1000 tahun. Kantong plastik sekali pakai adalah salah satu sumber mikroplastik yang paling banyak karena sifatnya yang mudah terdegradasi oleh sinar matahari dan air laut (Abreu & Pedrotti, 2019)

Pada umumnya sumber mikroplastik dibedakan menjadi dua, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer yaitu butiran plastik murni yang masuk kedalam perairan disebabkan adanya kelalaian dalam penggunaan dan penanganannya. Sedangkan, mikroplastik sekunder yaitu mikroplastik yang berasal dari akibat adanya proses fragmentasi plastik yang lebih besar. Sumber mikroplastik primer

berasal dari kandungan plastik dalam produk-produk pembersih dan kecantikan, pelet untuk pakan hewan, bubuk resin, dan umpan produksi plastik. Masuknya mikroplastik ke wilayah perairan melalui saluran limbah rumah tangga, yang umumnya berupa polietilen, polipropilen, dan polistiren. Sumber mikroplastik sekunder yaitu berupa serat atau potongan hasil fragmentasi dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Potongan tersebut umumnya berasal dari jala ikan, bahan baku yang digunakan dalam industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang memang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, serat sintetis dari pencucian pakaian, atau akibat pelapukan produk plastik (Gregory, 1996).

Sifat mikroplastik yang mengapung ataupun tenggelam didalam perairan disebabkan oleh berat massa jenis mikroplastik yang lebih ringan dibandingkan dengan massa jenis air laut dan akan menyebar luas di lautan. Mikroplastik yang memiliki sifat yang lebih padat daripada air laut akan mengalami akumulasi di dasar perairan, yang menunjukkan bahwa sebagian besar jumlah mikroplastik akan terakumulasi dan akan mengganggu rantai makanan di perairan (Saltenrich, 2015). Besarnya dampak yang ditimbulkan dari efek kontaminasi mikroplastik menjadi perhatian utama untuk diatasi (Reed, 2015).

4. Dampak mikroplastik pada organisme

Konsumsi partikel mikroplastik telah diamati di wilayah lautan secara global pada berbagai organisme laut. Organisme yang menelan mikroplastik pada banyak kasus disebabkan oleh ketidaksengajaan karena mengira partikel mikroplastik adalah makanan (Khoironi *et al.*, 2018). Studi tentang konsumsi mikroplastik oleh organisme laut dilakukan dengan menganalisis isi lambung. Mikroplastik yang tertelan oleh organisme laut dapat menyebabkan kerusakan kimia dan fisik, seperti efek mekanis seperti menempelnya polimer ke permukaan luar sehingga menghambat mobilitas dan menyumbat saluran pencernaan, efeknya dapat pula berupa reaksi kimia seperti peradangan, tekanan hati dan penurunan pertumbuhan (Weis, 2019). Pada umumnya, konsumsi mikroplastik terjadi pada berbagai tingkatan trofik organisme seperti invertebrata, terutama kerang, teripang, zooplankton, burung pemakan ikan, ikan, kura-kura serta mamalia, hal ini dapat mengganggu rantai makanan karena mikroplastik yang dicerna oleh organisme pada tingkat trofik rendah dapat dimakan oleh organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi (Auta *et al.*, 2017).

Efek dari konsumsi mikroplastik ada berbagai macam diantaranya perubahan kebiasaan makan, pengurangan efisiensi asimilasi makanan, pertumbuhan terhambat, dampak negative pada reproduksi, mengubah ekspresi gen, stress oksidatif dan neurotoksisitas (Schirinzi *et al.*, 2020). Konsumsi mikroplastik dapat menyebabkan

malnutrisi dan kerusakan mekanis pada saluran pencernaan (Murphy & Quinn, 2018). Mikroplastik ditemukan dapat menghambat asimilasi makanan, mengurangi ukuran dan berat badan serta berdampak negatif pada pertumbuhan dan kesehatan reproduksi. Saluran pencernaan dapat mengalami lecet, perforasi atau bahkan penyumbatan karena mikroplastik. Dengan demikian, bentuk mikroplastik juga dapat berperan dalam tingkat kerusakan yang diberikan pada epitel usus, partikel yang kaku lebih memungkinkan menjadi penghalang dibanding fragmen yang lebih bulat dan halus. Lapisan mukosa usus sangat penting dalam menjaga kesehatan inang karena merupakan garis pertahanan pertama melawan patogen dalam imunitas inang dan mencegah translokasi bakteri (Fackelmann & Sommer, 2019).

5. Konsentrasi Mikroplastik pada kerang

Bivalvia merupakan organisme yang dapat beresiko terpapar oleh mikroplastik dan menjadi salah satu bahan pangan yang diminati oleh berbagai kalangan masyarakat (Beyer *et al.*, 2017). Sampai saat ini bivalvia sebagai organisme bentik merupakan organisme yang banyak digunakan oleh para peneliti dalam studi paparan mikroplastik atau paparan limbah lainnya (Lusher *et al.*, 2017).

Hasil penelitian Ke *et al.* (2019) menunjukkan bahwa limbah kantong plastik *polietilena* dapat merusak perkembangan awal kerang *M. meretrix*. Hal tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Bour *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa paparan jangka panjang mikroplastik *polietilena* (PE) menghasilkan penurunan cadangan energi pada dua species bivalvia bentik, *Ennucula tenuis* dan *Abra nitida*. Penurunan cadangan energi yang terjadi dihasilkan dari penurunan sintesis atau dari peningkatan katabolisme fraksi energi (misalnya lemak, protein dan karbohidrat). Konsumsi mikroplastik juga bisa menyebabkan kerusakan jaringan biota dan menyebabkan penurunan sintesis fraksi energi. Saat melewati saluran pencernaan, mikroplastik bisa merusak jaringan usus, sehingga menurunnya kemampuan serapan hara.

Pengamatan efek mikroplastik jenis polistiren pada kerang *Scrobicularia plana* dilakukan oleh Ribeiro *et al.* (2017) menemukan bahwa partikel mikroplastik pada insang dan kelenjar pencernaan kerang *Scrobicularia plana*. Efek yang dihasilkan oleh partikel mikroplastik tersebut yaitu berpengaruh terhadap kapasitas oksidan, kerusakan DNA, neurotoksitas, dan kerusakan oksidatif. Kehadiran mikroplastik pada system peredaran darah kerang juga menunjukkan kemungkinan terjadinya translokasi mikroplastik ke beberapa jaringan tubuh kerang.

Konsentrasi mikroplastik pada kerang dapat dipengaruhi oleh karakteristik air laut. Hasil penelitian Khoironi *et al.* (2018) menunjukkan bahwa kerang hijau yang

berada pada air laut salinitas tinggi (36 ppt) memiliki konsentrasi mikroplastik yang lebih tinggi daripada kerang yang berada pada air laut bersalinitas rendah (33 ppt) dan air payau (31 ppt). Tingkat salinitas yang lebih tinggi membuat lebih banyak partikel mikroplastik dalam tubuh kerang semakin bertambah. Metabolisme sistem pencernaan kerang tergantung pada salinitas perairan tempat kerang hidup. Dengan salinitas yang lebih tinggi, mikroplastik yang tertelan lebih berpotensi diambil oleh sel epitel dari saluran usus.