IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA UDANG FAMILI ATYIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:
RAFIKA APRILIANTI
NIM. 17620099

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA UDANG FAMILI ATYIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:
RAFIKA APRILIANTI
NIM. 17620099

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA UDANG FAMILI ATYIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:
Rafika Aprilianti
NIM. 17620099

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 21 Desember 2021

Pembimbing I	Pembimbing II
Bayu Agung Prahardika, M.Si.	Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19900807 201903 1 011	NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.
NIP. 19741018 200312 2 002

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA UDANG FAMILI ATYIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

SKRIPSI

Oleh:
Rafika Aprilianti
NIM. 17620099

Telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 21 Desember 2021

Ketua Penguji	Dr. Dwi Suheriyanto, M.P NIP. 19740325 200312 1 001	
Anggota Penguji 1	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc NIP. 19920507 201903 2 026	
Anggota Penguji 2	Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011	
Anggota Penguji 3	Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A NIP. 19740602 200901 1 010	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk semua orang yang telah mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini, khususnya:

1. Ayah dan Ibu tercinta, Bapak Nafik dan Ibu Rochmawati yang telah merawat, mendidik serta mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Dr. Nur Kusmiyati, M.Si, selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
3. Bayu Agung Prahardika, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta ilmu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A., selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
5. Teman-teman tim penelitian mikroplastik meliputi Ara, Alex, Alfin, Iqbal dan Muzammil serta teman-teman kontrakan meliputi ara, dynda, rika, nada, ni'matul, sasa, irma, iim, dan nuha yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan menemai peneliti hingga selesai proses pengambilan data.
6. Nelayan Waduk Selorejo yaitu Bapak Purwanto dan teman-temannya yang ikut membantu dalam pengambilan sampel.
7. Teman-teman Wolves Biologi 2017 dan Biologi kelas D 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Rafika Aprilianti
NIM	: 17620099
Program Studi	: Biologi
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Penelitian	: Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Udang Famili Atyidae Di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan dan/atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan/atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,

Rafika Aprilianti
NIM. 17620099

v

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya

MOTTO

“Teruslah menjadi orang yang mencari ilmu kapanpun dan di manapun."

“Berusaha, Berdo’a, dan Serahkan padaNya”

"Mengejar apa yang pantas untuk dikejar. Tinggalkan apa yang tidak pantas untuk dilanjutkan."

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA UDANG FAMILI ATYIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

Rafika Aprilianti, Bayu Agung Prahardika, M. Imamuddin

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan partikel plastik kecil dengan ukuran di bawah 5 mm. Mikroplastik telah banyak mengontaminasi ekosistem perairan ataupun daratan. Waduk Selorejo adalah salah satu tempat wisata yang berada di Kabupaten Malang Jawa Timur. Sekitar waduk terdapat pemukiman yang sebagian besar bermatapencaharian sebagai nelayan. Terdapat timbunan sampah yang berada di pinggir dan badan air Waduk Selorejo akibat adanya aktivitas antropogenik. Waduk Selorejo mendapatkan pasokan air dari Sungai Kwayangan, Konto, dan Pijal. Hal tersebut menyebabkan adanya dugaan keberadaan mikroplastik pada air dan biota khususnya udang famili atyidae yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Mikroplastik mengandung bahan kimia berbahaya yaitu bisphenol-A dan *pththalate* yang mengganggu sistem endokrin. Mikroplastik berpotensi dapat membawa bahan kimia beracun lainnya di ekosistem. Penelitian ini mengambil udang famili atyidae di *inlet* Sungai Kwayangan, pemukiman (Desa Kaumrejo), *inlet* Sungai Konto, wisata dan *outlet* waduk. Tiap stasiun terdapat 3 transek dan tiap transek diambil 40 ekor udang dengan ukuran 2 sampai 5 cm. Destruksi udang menggunakan larutan H_2O_2 30% dan asam H_2SO_4 30% untuk mempermudah pengamatan dibawah mikroskop stereo dengan perbesaran 4x10 sampai dengan 7x10. Tipe mikroplastik yang mendominasi adalah fiber. Rata-rata ukuran mikroplastik tipe fiber adalah 1 mm sampai dengan 2,1 mm, rata-rata ukuran mikroplastik tipe filamen adalah 0,95 mm sampai dengan 1,75 mm, tipe fragmen adalah 0,3 mm sampai dengan 0,5 mm, tipe granul adalah 0,3 mm sampai dengan 0,4 mm. Jumlah tipe fiber paling tinggi ditemukan di *inlet* Sungai Konto, tipe filamen paling tinggi ditemukan di stasiun pemukiman (Desa Kaumrejo), tipe fragmen paling tinggi ditemukan di stasiun wisata dan tipe granul paling tinggi ditemukan di stasiun *inlet* Sungai Konto. Kelimpahan total mikroplastik paling tinggi ditemukan pada sampel udang yang diambil di *inlet* Sungai Konto yaitu 0,36 partikel/udang, sedangkan paling rendah adalah pada *outlet* waduk yaitu 0,13 partikel/udang.

Kata Kunci : Atyidae, Mikroplastik, Udang, Waduk Selorejo

IDENTIFICATION OF MICROPLASTIC TYPE AND ABUNDANCE IN SHRIMP FAMILY ATYIDAE IN SELOREJO RESERVOIR MALANG EAST JAVA

Rafika Aprilianti, Bayu Agung Prahardika, M. Imamuddin

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology
Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang

ABSTRACT

Microplastics are small plastic particles with a size of less than 5 mm. Microplastics have contaminated a lot of aquatic or terrestrial ecosystems. Selorejo Reservoir is one of the tourist attractions in Malang Regency, East Java. Around the reservoir there are settlements, most of which work as fishermen. There is a pile of garbage on the edge and water body of the Selorejo Reservoir due to anthropogenic activities. Selorejo Reservoir gets its water supply from the Kwayangan, Konto, and Pijal rivers. This has led to allegations of microplastic contamination in water and biota, especially shrimp of the Atyidae family, which is widely consumed by the surrounding community. Microplastics contain harmful chemicals, namely bisphenol-A and phthalates that interfere with the endocrine system. Microplastics can potentially carry other toxic chemicals in the ecosystem. This study took shrimp from the Atyidae family at the Kwayangan river inlet, settlements, Konto river inlet, tourism and reservoir outlets. Each station has 3 transects and 40 shrimps with a size of 2 to 5 cm were taken. Shrimp destruction using 30% H_2O_2 solution and 30% H_2SO_4 acid to facilitate observation under a stereo microscope with a magnification of 4x10 to 7x10. The type of the microplastic that dominates is fiber. The average size of fiber type microplastic is 1 mm to 2.1 mm, the average size of filament type microplastic is 0.95 mm to 1.75 mm, fragment type is 0.3 mm to 0.5 mm, granule type is 0.3 mm to 0.4 mm. The highest number of fiber types was found at the Konto River inlet, the highest filament type was found at the residential station, the highest fragment type was found at the tourist station and the highest granule type was found at the Konto River inlet station. The highest total abundance of microplastics was found in shrimp samples taken at the Konto River inlet, which was 0.36 particles/shrimp, while the lowest was at the reservoir outlet at 0.13 particles/shrimp.

Keywords: Atyidae, Microplastic, Selorejo Reservoir, Shrimp

الملخص

أبريليانتي، رفيقة، ٢٠٢١، **تحديد نوع ميكروبلاستيك ووفرته في الجنبري من عائلة *Atyidae* في خزان سيلوريجو مالانج جاوى الشرقية**

المشرف الأول: بايو أغونج براهارديكا الماجستير، والمشرف الثاني: الدوكتور محمد إمام الدين الليسانس الماجستير.

دراسة علم الحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الإسلامية الحكومية مالانج

ميكروبلاتيك هي ذرة بلاستيك صغيرة لا يزيد حجمها عن 5 ميلي متر. لقد لوثت ميكروبلاستيك من الأنظمة البيئية المائية أو الأرضية. خزان سيلوريجو هو أحد الأمكنة السياحية في مالانج، جاوى الشرقية. وفي حول الخزان يوجد عيني يعيش معظم عمل السكان كصياد السمك. وتوجد كومة من الزبالة على حافة الخزان ومسطحتها في بسبب أنشطة الناس. ينال خزان سيلوريجو على إمدادات المياه من نهر كوايانجان وكونتو وبيجال. وقد أدى ذلك إلى الادعاء وهو وجود تلوث ميكروبلاستيك في المياه والكائنات الحية فيه، وخاصة الجنبري من جنس *Atyidae*، وهو الذي يستهلكه المجتمع في حول الخزان. ويحتوي ميكروبلاستيك على مواد كيميائية ضارة مثل بيسفينول أ والفثالات (*pththalate*) التي تزعج نظام الغدد الصماء. ويمكن لمكروبلاستيك أن يحمل موادا كيميائية سامة للأنظمة البيئية. أخذ لهذا البحث الجنبري من عائلة *Atyidae* في مدخل نهر كوايانجان، وفي عيني (قرية قوم ريجو)، وفي مدخل نهر كونتو وولاية السياحة ومخرج الخزان. وكل محطة لها 3 قطاعات ويؤخذ من كل مقطع 40 جمبريا بحجم 2 إلى 5 سنتي متر. وتدمير الجمبري باستخدام محلول $_2O_2H$ ٣٠٪ و ٣٠٪ حمض $_4SO_2H$ لتسهيل الملاحظة تحت مجهر ستيريو مع تكبير من 4×10 إلى7×10. أما نوع و لون من مكروبلاستيك هو الألياف. ويبلغ حجم ميكروبلاستيك من نوع الألياف هو من 1 ميلي متر إلى 2,1 ميلي متر. وأما حجم ميكروبلاستيك من نوع الشعيرة هو 0,95 ميلي متر إلى 1,75 ميلي متر، ونوع الجزء من 0,3 ميلي متر إلى 0,5 ميلي متر، ونوع الحبيبات 0,3 ميلي متر إلى 0,4 ميلي متر. والجملة التي لها أكبر عدد من أنواع الألياف هي في مدخل نهر كونتو، والجملة التي لها أعلى نوع خيوط هي في المحطة السكنية (قرية قوم ريجو) ، والجملة التي لها أعلى نوع شظية هي في المحطة السياحية، والجملة التي أعلى نوع حبيبات في محطة مدخل نهر كونتو. والجملة التي لها أعلى وفرة إجمالية لوفرة ميكروبلاستيك هي عينات الجنبري المأخوذة في مدخل نهر كونتو وهي 0,36 ذرة/جنبري، وأما الأقل هي عند مخرج الخزان يعني 0,13 ذرة/جنبري.

الكلمات المفتاحية: *Atyidae* , ميكروبلاستيك ، الجنبري ، خزان سيلوريجو.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT atas segala ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Udang Famili Atyidae Di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur". Tidak lupa sholawat serta salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin. Penulis memahami tanpa bantuan do'a, bimbingan dari semua pihak yang terlibat akan sulit untuk menyelesaikan penelitian ini. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarmya kepada semua pihak yang terlibat dan telah membantu dalam memenuhi penelitian ini, khususnya kepada :

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.Si selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Bayu Agung Prahardika, M.Si dan Dr. H. M. Imamuddin, Lc., M.A selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ke ikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Dr. Nur Kusmiyati, M.Si selaku Dosen wali yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen, laboran dan seluruh civitas akademik di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah dan Ibuku, Bapak Nafik dan Ibu Rochmawati serta keluarga tercinta yang telah memberikan Do'a, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Biologi UIN Malang.

   Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila da kekurangan, saran dan, kritik yang membangun sangat penulis harapkan

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Malang, 06 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.** iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI vii
MOTTO vii
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
الملخص xi
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xii
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR TABEL xvii
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Tujuan Penelitian 8
1.4 Manfaat Penelitian 8
1.5 Batasan Masalah 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1 Kajian Keislaman Keberadaan Sampah Plastik di Perairan 10
2.2 Pengertian Waduk 12
2.2.1 Waduk Selorejo 13
2.3 Udang 14
2.3.1 Gambaran Umum Udang 14
2.3.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Udang 16

2.3.3 Udang Famili Atyidae 17
2.4 Jenis dan Bahan Plastik 19
2.5 Mikroplastik 21
2.5.1 Deskripsi Mikroplastik 21
2.5.2 Tipe dan Sumber Mikroplastik 23
2.7 Kelimpahan Mikroplastik 27
2.8 Efek Mikroplastik dan Proses Transfer Mikroplastik Pada Organisme 28
BAB III METODE PENELITIAN 32
3.1 Rancangan Penelitian 32
3.2 Waktu dan Tempat 32
3.3 Alat dan Bahan 32
3.3.1 Alat 32
3.3.2 Bahan 33
3.4 Prosedur Penelitian 33
3.4.1 Penetapan Lokasi Pengambilan Sampel 33
3.4.2 Pengambilan Sampel Udang Pada Setiap Stasiun 35
3.4.3 Pembuatan Larutan 37
3.4.4 Uji Sampel Udang 37
3.4.5 Identifikasi Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Udang 38
3.5 Analisis Sampel Mikroplastik 38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 40
4.1 Analisis Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Udang 40
4.1.1 Udang Famili Atyidae 40
4.1.2 Tipe Mikroplastik Pada Udang 42
4.1.3 Ukuran Mikroplastik Pada Udang 48
4.2 Analisis Kelimpahan Total Mikroplastik Pada Udang 50
4.3 Penanggulangan Keberadaan Mikroplastik Berdasarkan Sudut Pandang Islam 54
BAB V PENUTUP 60
5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 60

DAFTAR PUSTAKA 62
LAMPIRAN 82

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1 Waduk Selorejo 13
2.2 Peta Lokasi Waduk Selorejo 14
2.3 Bagian Tubuh Udang Secara Umum 15
2.4 Anatomi Udang 16
2.5 Udang Famili Atyidae 17
2.6 Seta yang Tebal Pada Ujung Pereiopoda Pertama dan Kedua 18
2.7 Mikroplastik Tipe Film 24
2.8 Mikroplastik Tipe Fiber 24
2.9 Mikroplastik Tipe Filamen 25
2.10 Mikroplastik Tipe Fragmen 25
2.11 Mikroplastik Tipe *Foam* *26*
2.12 Mikroplastik Tipe Granul 27
2.13 Transfer Mikroplastik Pada Organisme Air 29
2.14 Rute Masuknya Mikroplastik ke dalam Tubuh 31
3.1 Peta Lokasi Penelitian 35
3.2 Jarak Antar Transek Tiap Stasiun 36
4.1 Udang Famili Atyidae 40
4.2 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Klasifikasi Tipe 42
4.3 Mikroplastik Tipe Fiber 43
4.4 Mikroplastik Tipe Filamen 44
4.5 Mikroplastik Tipe Fragmen 45
4.6 Mikroplastik Tipe Granul 46
4.7 Ukuran Mikroplastik 49
4.8 Kelimpahan Total Mikroplastik Tiap Stasiun 51
4.9 Kelimpahan Tipe Mikroplastik Tiap Stasiun 52

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1 Jenis-Jenis Plastik..... 21
3.1. Titik Koordinat Stasiun Pengambilan 34

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kondisi Tiap Stasiun Pengambilan Sampel 82
2. Pengambilan Sampel Udang 84
3. Pengolahan Sampel di Laboratorium 87
4. Titik Koordinat Pada Tiap Titik Pengambilan Sampel Udang 89
5. Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Sampel Udang Tiap Stasiun 93
6. Kelimpahan Total Mikroplastik Pada Udang..... 94

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak tahun 1960-an produksi plastik di dunia selalu mengalami peningkatan hingga tahun 2015. Kini plastik sudah menjadi kepentingan masyarakat umum (Ortiz *et al*., 2020; Smith *et al*., 2018; Geyer *et al*., 2017). Berdasarkan data Kementerian Perindustrian Indonesia, produksi plastik di Indonesia sejak tahun 2013 sudah menginjak angka 1,9 juta ton (Cordova, 2017). Awalnya plastik dimanfaatkan karena memiliki karakter bahan yang tahan lama, fleksibel dan tidak berkarat, namun akhir-akhir ini plastik sekali pakai yang digunakan semakin banyak (Emmerik & Schwaraz, 2019 and Lambert, 2017). Allah ﷻ berfirman dalam Q.S: Al-An'am [6]: 141.

۞وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَ جَنَّٰتٍ مَّعۡرُوشَٰتٍ وَغَيۡرَ مَعۡرُوشَٰتٍ وَٱلنَّخۡلَ وَٱلزَّرۡعَ مُخۡتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيۡتُونَ
وَٱلرُّمَّانَ مُتَشَٰبِهًا وَغَيۡرَ مُتَشَٰبِهٍۚ كُلُواْ مِن ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثۡمَرَ وَءَاتُواْ حَقَّهُۥ يَوۡمَ حَصَادِهِۦۖ وَلَا تُسۡرِفُوٓاْۚ إِنَّهُۥ
لَا يُحِبُّ ٱلۡمُسۡرِفِينَ ١٤١

Artinya : Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.(Q.S: Al-An'am [6]: 141)

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir bersumber dari ayat Al-Quran diatas, Ibnu Jarir beranggapan pada penggalan ayat

وَلَا تُسۡرِفُوٓاْۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلۡمُسۡرِفِينَ

Artinya : "…..dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan".

Termuat kata larangan berlebih-lebihan pada suatu hal (Ibnu Katsir, 2004). Semestinya sebagai individu memiliki perilaku yang konservatif, tidak berlebih-

lebihan, serta memelihara keseimbangan lingkungan. Apabila setiap individu menyimpang dari sikap tersebut, maka akan lalai dan berbuat kerusakan pada lingkungan atau alam (Qardhawi, 2002).

Faktor pendukung dari persoalan diatas yakni sistem manajemen yang belum tepat dalam memanfaatkan plastik, serta minimnya penjelasan mengenai konsekuensi akibat penggunaan plastik (Trihadiningrum *et al*., 2020). Selain itu, terdapat tingginya pola konsumtif masyarakat pada jumlah barang yang dibeli. Hasilnya akan terjadi penimbunan sampah-sampah plastik dari pembungkus barang tersebut (Krisyanti dkk., 2020; Septiani dkk., 2019; Tanjung dkk., 2020 dan Wang *et al*., 2019). Minimnya kontribusi masyarakat dalam meminimalisir jumlah penggunaan plastik sekali pakai mememicu adanya timbunan sampah plastik di lingkungan semakin melonjak (Septiani dkk., 2019). Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan di bumi, sebagaimana yang telah diuraikan dalam Q.S: Al-Rum [30]: 41 Allah ﷻ berfirman,

ظَهَرَ ٱلۡفَسَادُ فِي ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِ بِمَا كَسَبَتۡ أَيۡدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعۡضَ ٱلَّذِي عَمِلُواْ لَعَلَّهُمۡ يَرۡجِعُونَ

٤١

Artinya : Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (Q.S: Al-Rum [30]: 41)

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir mengenai ayat tersebut, kata ٱلۡبَرِّ yang dimaksud adalah daratan dan ٱلۡبَحۡرِ adalah lautan. Abul ‘Aliyah menjelaskan bahwa siapa saja yang bertingkah kefasikan kepada Allah ﷻ di muka bumi, dia telah berbuat kerusakan di dalamnya. Karena kebajikan bumi dan langit adalah sebab ketaatan (Ibnu Katsir, 2004)

Konsekuensi dari pencemaran plastik di lingkungan akan memicu kerusakan pada ekosistem bahkan biota flora, fauna, dan manusia di dalamnya (Gasperi *et al*., 2018; Mardiyana & Kristiningsih, 2020; Simon, 2017). Akibat pembakaran plastik mengakibatkan pencemaran udara karena menyimpan zat

aditif berbahaya sehingga dapat merusak kesehatan makhluk hidup (Da Costa *et al*., 2020). Apabila plastik tersebut ditumpuk di tanah nantinya akan mengganggu kesuburan tanah, ketahanan pangan, serta mengarah pada kesehatan manusia (Stubenrauch & Ekardt, 2020). Manusia sebagai salah satu makhluk Allah ﷻ yang telah diberikan akal untuk berfikir, maka seharusnya dapat memahami akan ciptaan Allahﷻdan segala perubahan yang ada di lingkungan, seperti yang dijelaskan dalam Al-Quran surat Ali-Imran.

إِنَّ فِي خَلْقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ وَٱخْتِلَٰفِ ٱلَّيْلِ وَٱلنَّهَارِ لَءَايَٰتٍ لِّأُو۟لِى ٱلْأَلْبَٰبِ ﴿١٩٠﴾ ٱلَّذِينَ يَذْكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَٰطِلًا سُبْحَٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.(Q.S Ali-Imran [3]: 190-191)

Berdasarkan ayat Al-Quran surat Ali-Imran diatas, dijelaskan dalam tafsir Ibnu Katsir bahwa pada langit dan bumi terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah ﷻyang dapat dijangkau oleh indera manusia, meliputi bintang, komet, daratan, dan lautan, pegunungan dan pepohonan, tumbuhan-tumbuhan, tanaman, buah-buahan, binatang, serta berbagai macam makanan. Silih bergantinya malam dan siang, terkadang ada malam yang lebih panjang dan siang yang lebih pendek, kemudian menjadi seimbang. Semuanya merupakan ketetapan Allah ﷻ yang mahaperkasa dan maha mengetahui. Maka terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (*ulul albab*). *Ulul albab* adalah mereka yang senantiasa berdzikir kepada Allah ﷻ dan memikirkan alam ciptaan-Nya. Sebagai manusia yang berjiwa *ulul albab* maka selalu mengingat Allah ﷻ dalam melaksanakan tugas keilmuwan dan kesehariannya dan selalu menggunakan akal pikiran untuk selalu

mempelajari semua yang diciptakan Allah ﷻ melalui penelitian ilmiah. Al-Quran menekankan pentingnya mengamati gejala alam yang terjadi, contohnya adalah adanya sampah plastik yang ada di lingkungan perairan. Sampah plastik tersebut menyebabkan terganggunya ekosistem perairan dan biota di dalamnya, selain itu juga dapat mengganggu kesehatan manusia. Terdapat perintah agar sampah plastik tidak merugikan orang lain pada Hadist Ibnu Majah berikut,

Hadist Rasulullah ﷺ, dari Ibn Abbas RA berkata: Rasulullah ﷺ bersabda:

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رضى الله عنهما قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ

Artinya : *"Tidak boleh membahayakan diri sendiri maupun orang lain"* (HR Ibnu Majah No. 2340 dan 2341).

Kata *dharar* artinya tujuan dari hukum yang ditetapkan Allah dan tidak menyebabkan efek negatif bagi hamba-Nya. Kata *dhirâr* artinya adalah larangan kepada orang beriman untuk perkataan dan perbuatan yang menimbulkan *mudharat* (Rezi dkk., 2018). Sebagaimana yang dijelaskan pada hadist diatas, jika pelaku pengguna plastik tersebut melakukan perbuatan membuang sampah plastik ke ekosistem perairan, maka secara langsung dapat merusak 2 komponen. Pertama adalah ekosistem perairannya sendiri dan kedua adalah organisme di dalamnya. Artinya selain berbahaya bagi tubuh manusia itu sendiri, keberadaan plastik dapat membahayakan tubuh organisme lain.

Plastik menjadi polutan yang mengancam daratan dan ekosistem laut di seluruh dunia. Antara 4,8 sampai 12,7 juta ton plastik dilepaskan ke badan air setiap tahun (Tunali *et al.*, 2020). Terdapat bahan kimia beracun pada pembuatan plastik kemasan meliputi *phthalates*, logam berat, penghambat api, *bisphenol-a* (BPA), brominasi, *nonylphenol*, *polychlorinated biphenylethers*, *dichlorodiphenantherene* (Alabi *et al.*, 2019). Senyawa berbahaya dari mikroplastik yang bersifat hidrofobik dapat mengontaminasi organisme air, meliputi burung air, zooplankton, bivalvia, ikan, invertebrata bentik dan menyebabkan *toxicity* (Cole *et al.*, 2014).

Plastik membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat terdegradasi sempurna dalam ukuran yang lebih kecil atau ukuran mikro yaitu disebut dengan

mikroplastik (Chatterjee & Sharma, 2019). Mikroplastik merupakan partikel plastik kecil dengan ukuran di bawah 5 mm (Aziza dkk., 2020 dan Kalcíkova, 2017). Mikroplastik yang terakumulasi di lingkungan perairan berasal dari produk konsumen melalui radiasi ultraviolet, kekuatan fisik, hidrolisis, degradasi biologi dan merupakan disintegrasi dari makroplastik maupun megaplastik (Kalcíkova, 2017).

Mikroplastik telah terakumulasi dibeberapa ekosistem darat dan perairan tawar maupun laut, sehingga dapat mengancam kehidupan organisme di dalamnya akibat mengonsumsi mikroplastik secara sengaja maupun tidak sengaja (Pariatamby *et al*., 2020). Mikroplastik yang terakumulasi dapat ditransfer dari satu tingkat biologis ke tingkat berikutnya pada jaring-jaring makanan (Mani *et al*., 2015 and McNeish *et al.,* 2018). Selain itu, mikroplastik dapat ditemui di perairan yang jauh dari kegiatan manusia, misalnya dasar laut, laut lepas dan pulau terpencil (Yona dkk., 2020). Terdapat beberapa jenis kegiatan yang berpotensi menghasilkan sampah plastik di lingkungan, meliputi pariwisata, pemukiman, industri dan pusat perbelanjaan (Sahil dkk., 2016; Sari dkk., 2021; dan Qodriyatun, 2018). Qodriyatun (2018) menyatakan bahwa wisatawan pada kegiatan pariwisata secara langsung ataupun tidak langsung berpotensi menimbulkan adanya timbunan sampah khususnya plastik.

Waduk Selorejo adalah tempat wisata perairan yang terkenal di Kabupaten Malang Jawa Timur. Selain itu waduk tersebut juga menerima pasokan air dari Sungai Konto, Sungai Pijal dan Sungai Kwayangan. Pada aliran sungai-sungai tersebut mendapatkan masukan limbah dari sektor pemukiman dan pertanian sebelum masuk ke area Waduk Selorejo (Suryanto, 2011). Penelitian sebelumnya oleh Muljaningsih (2019) menyebutkan bahwa adanya kunjungan wisatawan menyebabkan potensi timbunan sampah pada sekitar area Waduk Selorejo. Gregory (2009) menyatakan kondisi tersebut berpotensi menyebabkan dampak yang kompleks bagi lingkungan, yaitu kualitas air sungai menurun yang dapat menimbulkan ancaman terhadap keanekaragaman hayati perairan, dan gangguan kesehatan manusia melalui konsumsi air dan biota tidak langsung. Aktivitas manusia di sekitar bantaran sungai juga akan memengaruhi suplai air yang bermula dari zona tangkapan (Arnop dkk., 2019).

Penelitian seputar mikroplastik pada udang famili Atyidae dilangsungkan di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur. Udang famili Atyidae adalah kelompok udang yang dapat dijumpai di semua perairan tropis dan beberapa perairan di dunia (Epilurahman dkk., 2018). Udang famili Atyidae adalah udang pribumi Indonesia, kosmopolitan dan banyak ditemukan di ekosistem perairan khususnya danau dan sungai (Dwiyanto dkk., 2018 dan Said & Sadi, 2018). Udang famili Atyidae dapat hidup pada habitat air tawar, termasuk badan air yang tercemar logam berat ataupun pestisida (Nan *et al*., 2020 and Webb, 2011). Udang air tawar termasuk organisme perairan yang bernilai komersial dan banyak dikonsumsi oleh masyakarat (Abbasi *et al*., 2018).

Penelitian ini bemaksud untuk mengamati adanya potensi keberadaan mikroplastik yang terakumulasi di ekosistem Waduk Selorejo yaitu udang famili Atyidae. Berdasarkan studi pendahuluan pada penelitian ini terdapat faktor pendukung yang menyebabkan adanya mikroplastik di perairan waduk selorejo, yaitu adanya timbunan sampah plastik di bibir waduk. Muljaningsih (2019) menyatakan bahwa Waduk Selorejo termasuk area pariwisata yang terkenal dan dalam proses pengembangan wisata di Kabupaten Malang. Selain itu terdapat juga kumpulan warung makan yang menyajikan hasil tangkapan nelayan berupa ikan dan udang dari Waduk Selorejo. Hal ini berpotensi adanya penyaluran mikroplastik dari biota waduk ke tubuh manusia. Saputri & Febriyanti (2019) menjelaskan bahwa udang merupakan produk hasil perikanan yang paling banyak dikonsumsi. Udang sangat bermanfaat untuk dikonsumsi, karena termasuk bahan makanan yang memiliki kandungan protein hewani serta asam lemak yang tinggi.

Penelitian sebelumnya oleh Nan *et al*. (2020) mengatakan bahwa pada 100 sampel udang air tawar famili Atyidae (*Paratya australiensis)* biota sungai di negara Victoria, telah teridentifikasi adanya mikroplastik. Pada penelitian eksperimental sebelumnya dengan paparan mikroplastik selama 3 jam oleh Gray & Weinstein (2017) menjelaskan bahwa keberadaan mikroplastik pada udang air tawar menyebabkan tersumbatnya salurann usus oleh adanya penumpukan mikroplastik tipe fiber. Secara tidak sengaja atau sengaja udang berpotensi terpapar mikroplastik dengan cara tertelan melalui mulut atau tertempel pada

insang. Moore (2008) menjelaskan bahwa jika mikroplastik terdegradasi menjadi nanoplastik nantinya akan masuk ke sel epitel usus.

Sebagai lokasi wisata, pada Waduk Selorejo masih ditemukan adanya titik timbunan sampah plastik yang terdapat di badan air serta pinggir waduk. Hal tersebut memicu adanya mikroplastik pada air serta organisme perairan. Sehingga mikroplastik dapat masuk ke tubuh manusia. Penelitian keberadaan mikroplastik di area waduk daerah Malang masih jarang dilakukan, dan di Waduk Selorejo masih belum pernah dilakukan. Penelitian ini nantinya dapat dijadikan himbauan dalam pengelolaan perikanan di Waduk Selorejo yang berbasis ramah lingkungan. Penelitian sebelumnya lebih banyak difokuskan pada keberadaan mikroplastik terhadap trofik yang lebih tinggi seperti ikan daripada *crustacea* (udang-udangan), dan penelitian keberadaan mikroplastik pada spesies air laut lebih banyak diteliti daripada spesies air tawar (Nan *et al.*, 2020; Sanchez *et al*., 2014; and Su *et al*., 2019).

Peneliti berinisiatif menganalisis mikroplastik meliputi tipe, ukuran, dan kelimpahan yang telah didapatkan pada udang konsumsi yaitu famili Atyidae di Waduk Selorejo. Analisis tipe dan ukuran mikroplastik bertujuan untuk mengetahui asal jenis plastiknya. Data yang digunakan untuk menyusun penelitian ini meliputi data hasil studi pendahuluan untuk mendapatkan data gambaran lokasi dan informasi terkait daerah penangkapan udang, periode atau waktu penangkapan, jenis serta ukuran udang dan data penelitian serta data hasil penelitian. Selain itu, menggunakan data dari literatur terkait identifikasi mikroplastik pada udang. Penelitian ini juga memerhatikan adanya potensi keberadaan mikroplastik di perairan Waduk Selorejo saat studi pendahuluan dan pengambilan sampel. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diteliti hingga tingkat toksikologi atau dampak negatif mikroplastik pada organisme udang famili Atyidae.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tipe dan ukuran mikroplastik pada udang famili Atyidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur ?

2. Berapa kelimpahan mikroplastik pada udang famili Ayidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah **:**

1. Mengetahui tipe dan ukuran mikroplastik pada sampel udang famili Atyidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur
2. Mengetahui kelimpahan total mikroplastik pada sampel udang famili Atyidae Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan kepada masyarakat terkait dampak keberadaan mikroplastik pada manusia dan biota perairan Waduk Selorejo Jawa Timur
2. Menghimbau kepada nelayan agar lebih menerapkan sektor perikanan berbasis ramah lingkungan
3. Bagi masyarakat diharapkan untuk tidak membuang sampah plastik di ekosistem perairan khususnya Waduk Selorejo Malang Jawa Timur dan ikut melestarikan ekosistem perairan
4. Bagi pemerintah diharapkan untuk segera membentuk peraturan pelarangan penggunaan bahan plastik sekali pakai, menegakkan peraturan tidak membuang sampah di ekosistem perairan terutama waduk, dan membuat baku mutu tentang mikroplasik di perairan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Pengambilan sampel udang dilakukan di Waduk Selorejo Kabupaten Malang
2. Pengambilan udang dilakukan dengan membuat 5 stasiun, meliputi stasiun 1 di *inlet* Sungai Kwayangan, stasiun 2 di daerah pemukiman (Desa

Kaumrejo), stasiun 3 di *inlet* Sungai Konto, stasiun 4 di daerah wisata, dan stasiun 5 di *outlet* Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

3. Penelitian ini menggunakan data penelitian, data hasil studi pendahuluan untuk mendapatkan infromasi gambaran lokasi penelitian, informasi terkait daerah penangkapan udang, periode atau waktu penangkapan, jenis serta ukuran udang yang didapatkan dan data literatur terkait penelitian.
4. Menggunakan metode garis transek yang dibuat sepanjang 10 meter dengan 3 ulangan garis transek pada tiap stasiun.
5. Udang yang diambil adalah udang famili Atyidae dari semua genus dan spesies.
6. Udang ditangkap dengan menggunakan jaring penangkap udang
7. Penelitian ini tidak menguji kualitas perairan (parameter fisika dan kimia) Waduk Selorejo Malang Jawa Timur
8. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tipe, ukuran dan kelimpahan mikroplastik pada sampel udang famili Atyidae, tidak menganalisis jenis polimer plastiknya
9. Pengambilan sampel udang dilakukan pada musim kemarau bulan September
10. Identifikasi tipe mikroplasik berdasarkan morfologinya menggunakan buku karangan (Widianarko dan Inneke, 2018)
11. Identifikasi udang famili Atyidae menggunakan buku karangan (Yule dan Sen, 2004)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Keislaman Keberadaan Sampah Plastik di Perairan

Air merupakan salah satu komponen di alam yang sangat bermanfaat bagi kebutuhan makhluk hidup termasuk manusia, tanaman dan hewan. Seperti yang dijelaskan di Al-Quran, Allah ﷻ berfirman dalam (QS: An-Nahl [16]: 10)

ه هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً ۖ لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾

Artinya : "Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan, padanya kamu menggembalakan ternakmu" QS: An-Nahl [16]: 10

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir menjelaskan terkait penggalan ayat لَّكُمْ مِّنْهُ شَرَابٌ, artinya air hujan diturunkan oleh Allah ﷻ dalam bentuk air tawar dan cair dan Allah ﷻ tidak menjadikan air tersebut asin atau pahit, supaya dapat dijadikan air minum oleh makhluk hidup meliputi manusia, hewan ataupun tumbuhan **(**Ibnu Katsir, 2004**).** Makhluk hidup tidak dapat terpisahakan oleh air dalam kehidupan sehari-hari. Namun, ketika menggunakan air harus dalam keadaan seimbang (tidak mengeksploitasi) dan harus melestarikannya. Artinya tidak melakukan tindakan yang sifatnya merusak sumberdaya air di alam. Upaya pelestarian sumberdaya air wajib dilakukan oleh oleh siapa saja (Mawardi, 2014). Salah satu contoh ekosistem air tawar menggenang adalah waduk, yang dibuat melalui pembendungan aliran sungai (Frasawi dkk., 2013).

Allah ﷻ telah menurunkan perintah pada makhluk hidupnya untuk melestarikan dan berbuat baik pada makhluk hidup lainya. Sebagaimana pada firman Allah ﷻ dalam (QS: Al-Qashash [28]: 77)

وَٱبۡتَغِ فِيمَآ ءَاتَىٰكَ ٱللَّهُ ٱلدَّارَ ٱلۡأٓخِرَةَۖ وَلَا تَنسَ نَصِيبَكَ مِنَ ٱلدُّنۡيَاۖ وَأَحۡسِن كَمَآ أَحۡسَنَ ٱللَّهُ إِلَيۡكَۖ
وَلَا تَبۡغِ ٱلۡفَسَادَ فِي ٱلۡأَرۡضِۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلۡمُفۡسِدِينَ ٧٧

Artinya : "Berbuatlah kebajikan kepada orang lain sebagaimana Allah telah berbuat kebajikan kepadamu, dan jangan kamu berbuat kerusakan di muka bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan" (QS: Al-Qashash [28]: 77)

Berdasarkan ayat diatas dijelaskan dalam tafsir Ibnu Katsir bahwa berbuatlah baik antar sesama makhluk Allah ﷻ selayaknya Allah ﷻ berbuat baik kepadamu, dan janganlah menjadi pengacau di bumi (Ibnu Katsir, 2004**).** Membuang sampah plastik secara sembarangan di lingkungan darat ataupun perairan adalah haram dikarenakan akan merugikan organisme lain pada ekosistem. Selayaknya seorang muslim wajib untuk menjadi seseorang yang saling menguntunkan antar organisme**.** Namun masih banyak manusia yang acuh dalam persoalan sampah. Kegiatan membuang sampah ditempat yang tidak semestinya masih banyak dilakukan. Hal tersebut dapat merusak ekosistem, contohnya ekosistem perairan tawar. Kegiatan yang sifatnya merusak lingkungan dapat digolongkan sebagai perbuatan yang tidak terpuji dan dapat dikenakan hukuman. Seperti hal nya dalam hukum islam, kegiatan yang sifatnya merusak dan membahayakan ekosistem tanah, air, ataupun udara. Kegiatan tersebut termasuk perbuatan *jinayat* dan wajib diperbaiki oleh orang yang mencemari. (Siroj, 2019)**.**

Faktanya Indonesia dapat menghasilkan sampah plastik sekali pakai sebanyak 130.000 ton tiap hari nya. Sampah tersebut sebagian dibuang dan diolah di TPS (Tempat pembuangan Sampah) dan sisanya ada yang dibakar, bahkan ada pula yang dibuang ke badan perairan. sampah plastik yang dibuang ke lingkungan akan berpotensi menjadi mikroplastik. Hal tersebut akan mengacam kehidupan makhluk hidup didalamnya. Akibat adanya sampah plastik dengan jumlah besar di lingkungan dan tidak dikelola dengan baik dikarenakan oleh penggunaan plastik yang berlebih oleh manusia (Siroj, 2019)**.** Maka upaya pengurangan penggunaan plastik sekali pakai harus lebih ditegakkan, seperti yang sudah dititahkan oleh Allah ﷻ dalam (QS: Al-Isra' [17]: 27)

إِنَّ ٱلۡمُبَذِّرِينَ كَانُوٓاْ إِخۡوَٰنَ ٱلشَّيَٰطِينِۖ وَكَانَ ٱلشَّيۡطَٰنُ لِرَبِّهِۦ كَفُورٗا ٢٧

Artinya : "Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya."(QS: Al-Isra' [17]: 27)

Berdasarkan penjelasan tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa manusia yang berkelakuan sebagai pemboros merupakan manusia yang serupa dengan syaitan (Ibnu Katsir, 2004). Maka akan lebih baik sebagai khalifah bumi untuk melindungi atau melestarikan lingkungan, sebagaimana hadis dibawah ini :

عَنْ سَعْدِبْنِ اَبِى وَقَّاصٍ عَنْ اَبِيْهِ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللهُعَلَيْهِ وَسَلَّمَ اِنَّ اللهَ طَيِّبٌ يُحِبُّ الطَّيِّبَ نَظِيْفٌ يُحِبُّالنَّظَافَةَ كَرِيْمٌ يُحِبُّ الْكَرَمَ جَوَادٌيُحِبُّالْجَوَادَفَنَظِّفُوْااَفْنَيْتَكُمْ

Artinya : "Sesungguhnya Allah Ta'ala itu baik (dan) menyukai kebaikan, bersih (dan) menyukai kebersihan, mulia (dan) menyukai kemuliaan, bagus (dan) menyukai kebagusan. Oleh sebab itu, bersihkanlah lingkunganmu."(HR. At- Tirmidzi No. 2799)

2.2 Pengertian Waduk

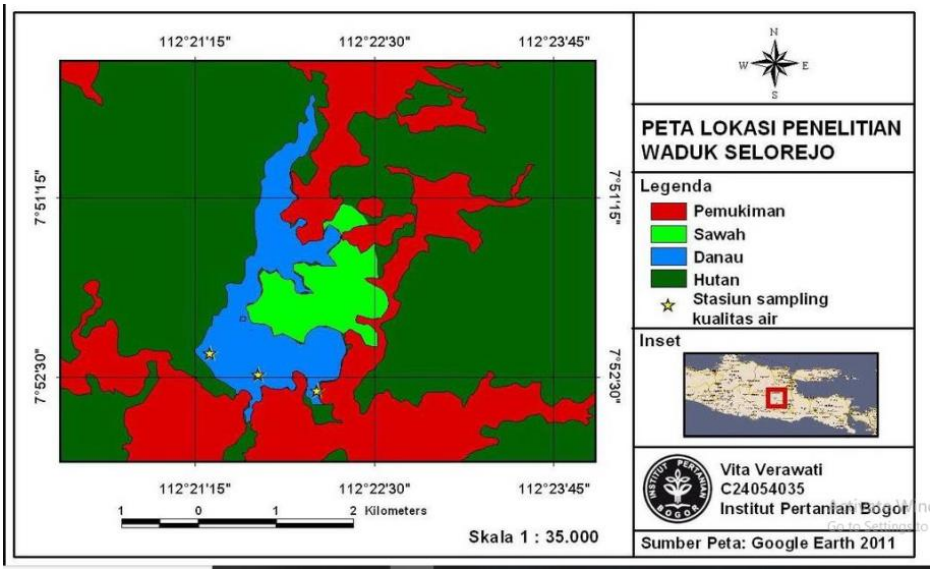
Berdasarkan Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia No.37 Tahun 2020, "bendungan merupakan bangunan dengan adanya urukan tanah, batu, beton dan/atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, juga dibentuk sebagai penahan dan penampung limbah tambang atau penampung lumpur sehingga terbentuk waduk. Pengertian Waduk yaitu wadah buatan yang terbentuk akibat dibangunnya bendungan". Fungsi lain dari waduk adalah sebagai irigasi pertanian, pariwisata, industri, pembangkit tenaga mikrohidro dan untuk menyimpan air (Simanjuntak dkk., 2016). Terdapat beberapa macam waduk berdasarkan fungsi serta jenis sungai yang dibendung, meliputi waduk irigasi dengan luas sekitar 10-500 Ha berasal dari pembendungan sungai intermiten, tipe waduk lapangan dengan luas sekitar 10 Ha, berasal dari pembendungan sungai episodik, dan tipe waduk serbaguna dengan luas sekitar 500 Ha berasal dari pembendungan sungai permanen dan difungsikan sebagai PLTA, irigasi, dan sumber air minum (Sellang, 2020). Terdapat beberapa zona dalam sebuah waduk

berdasarkan sifat biologis, kimia dan fisika meliputi zona *revirineI* adalah zona mengalir yang cenderung memiliki arus, zona *transtition* adalah zona peralihan antara mengalir dan tergenang dan zona *lacustrine* adalah zona dengan lingkungan menggenang sepanjang tahun (Cristoper dkk., 2018).

2.2.1 Waduk Selorejo

Waduk merupakan jenis danau buatan manusia, salah satunya adalah Waduk Selorejo (Gambar 2.1). Waduk tersebut memiliki luas 750 hektar (Hartono, 2007). Secara administratif Waduk Selorejo terletak di Desa Selorejo, Kecamatan Ngantang, di bagian timur Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waduk Selorejo berperan untuk pengendali banjir, perikanan, pembangkit listrik, pariwisata dan pengairan, yang telah beroperasi sejak tahun 1972 (Yudiarso dkk., 2014 dan Suherman dkk., 2015). Sedangkan secara geografis berada di utara Gunung Kelud tepatnya terletak di 112° 21’55”BT dan 7° 51’ 35” LS (Nugroho,2013 dan Setyono & Ismijayanti, 2015). Waduk ini dikelola oleh salah satu anak perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yaitu Perum Jasa Tirta I. Air Waduk Selorejo berpangkal dari Sungai Konto, Sungai Kwayangan dan Sungai Pinjal (Setyono & Ismijayanti, 2015). Peta lokasi waduk bisa dperhatikan pada (Gambar 2.2).

Gambar 2.1 Waduk Selorejo (Dokumentasi Pribadi)



Gambar 2.2 Peta Lokasi Waduk Selorejo (Verawati, 2011)

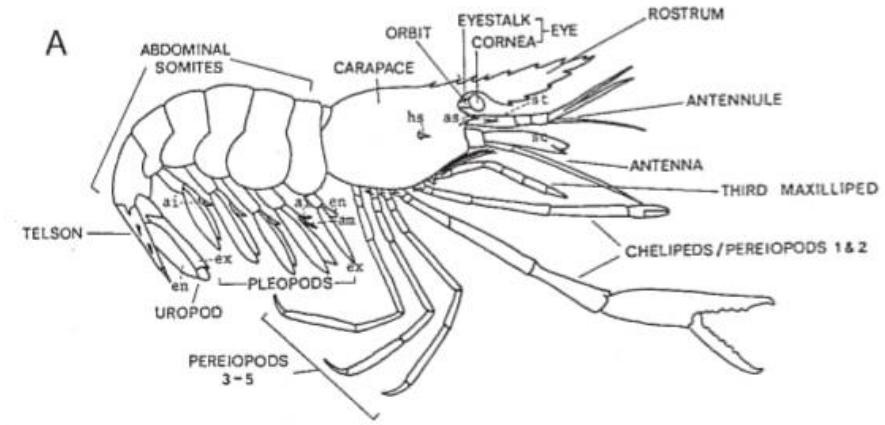
Waduk Selorejo berperan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan voltase 4,5 kW dan irigasi area sawah seluas 5.700 Ha di Kabupaten Jombang dan Kediri (Nugroho, 2013 dan Puspitaningrum, 2020). Lokasinya yang sejuk membuat Waduk Selorejo berpotensi untuk dijadikan tempat wisata sekaligus terdapat adanya villa, rumah makan, tempat istirahat, penginapan hotel, *cottage*, wisma, lapangan olahraga, gedung pertemuan, masjid, pos keamanan, toilet, tempat outbound, dan bumi perkemahan. (Puspitaningrum, 2020 dan Putra, 2018). Beberapa desa yang berada disekitar Waduk Selorejo meliputi Desa Waturejo, Baturejo, Jombok, Pegersari, Ngantru, Mulyorejo, Sidodadi, Tulungrejo, Sumberagung, Banjarejo dan Kaumrejo (Puspitaningrum, 2020). Waduk Selorejo difungsikan pada musim hujan untuk tempat menampung air sedangkan pada musim kemarau air dikeluarkan (Nugroho, 2013).

2.3 Udang

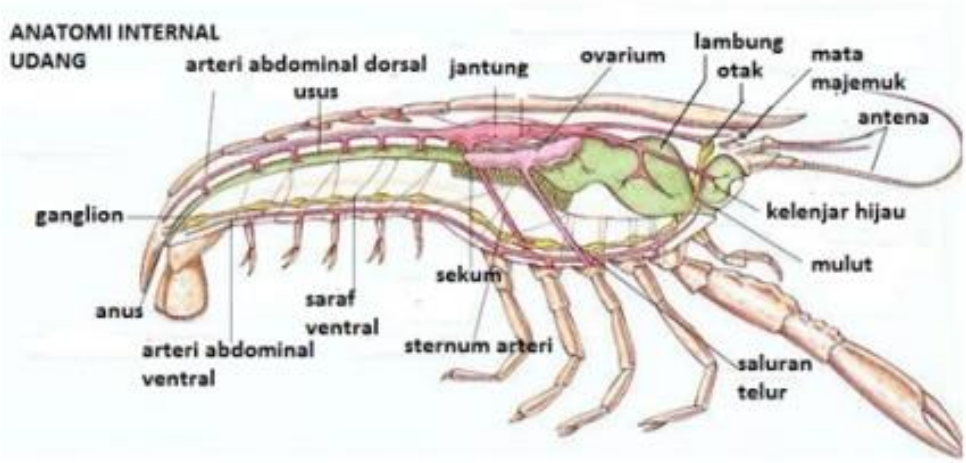
2.3.1 Gambaran Umum Udang

Secara morfologi, umumnya udang mempunyai 3 bagian tubuh meliputi karapaks, abdomen dan *cepalotorax* (Gambar 2.3). Terdapat lima pasang tungkai kaki elemen depan, dan satu pasang tungkai depan atau capit yang tebal yang difungsikan untuk bergerak, mengambil makanan serta pertahanan (Castro &

Huber, 2003). Udang memiliki banyak ruas diseluruh bagian tubuhnya. Segmen kepala terdiri dari 5 ruas, bagian dada 8 ruas dan bagian perut terdiri dari 6 ruas (Sugiarto, 2010). Udang air tawar merupakan anggota dari subfilum malacostraca, kelas crustacea, dan ordo decapoda, terdiri dari famili palaemonidae, atyidae dan alpheidae (Mulyati dkk., 2016 dan Oktavia, 2017). Decapoda ialah ordo pada subfilum crustacea, terdiri dari udang serta kepiting yang merupakan organisme perairan tawar (Yule & Sen, 2004). Terdapat sistem reproduksi udang di dalam karapas. Sistem pencernaan udang secara umum terdiri dari mulut kerongkongan, lambung, usus dan anus. Sistem peredaran darah pada udang adalah terbuka, yaitu tidak memiliki arteri atau vena untuk mengalirkan darahnya. Darah tidak mengandung hemoglobin, melainkan hemosianin dengan daya ikat oksigen rendah (Gambar 2.4) (Lukito dan Prayugo, 2007).



Gambar 2.3 Bagian Tubuh Udang Secara Umum (Yule & Sen, 2004)



Gambar 2.4 Anatomi Udang (Lukito dan Prayugo, 2007)

2.3.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Udang

Udang merupakan salah satu fauna makroinvertebrata yang paling banyak ditemukan pada perairan. Udang telah banyak dibudidayakan oleh banyak orang di dunia karena memiliki nilai penting untuk konsumsi, sebagai pakan ikan, dan sebagai bioindikator pada ekosistem perairan. Sebagian besar udang mempunyai peran sebagai detritus (Yule & Sen, 2004). Sebanyak 89% ordo decapoda berada di laut, 20% di akuatik tawar dan 1% hidup di terestrial. Sub-ordo caridea terdiri dari sekitar 2.500 spesies yang terdiri dari 3 famili. Terdapat 655 spesies udang air tawar didominasi oleh famili atyidae dan palaemonidae (Purnamasari dkk., 2016) Udang air tawar famili palaemonidae dan atyidae mendominasi perairan di Indonesia (Annawaty *et al*., 2015 and Cai *et al*., 2017).

Udang air tawar banyak tersebar pada zona perairan sungai, danau dan rawa (Dwiyanto dkk., 2018). Menurut Mangesa dkk. (2016) dan Von & Cai (2009) Udang air tawar yaitu famili Atyidae dapat ditemukan di beberapa titik perairan meliputi dibawah akar tanaman air, sekitar rerumputan, serasah dedaunan, pada kayu yang telah lapuk dan di sela-sela bebatuan. Menurut Putro (2011) umumnya makrobentos berada pada kedalam air 5-10 cm, khususnya famili molusca dan crustacea dapat ditemui pada habitat yang lebih dalam lagi. Nan *et al*. (2020) menyebutkan bahwa dalam mengambil sampel udang adalah pada kedalam air 0-5 cm. Udang mempunyai banyak warna terutama di daerah

tropis. Udang yang hidup di permukaan biasanya memakan parasit yang ada dikulit ikan. Udang yang hidup di kedalaman memakan plankton udang kecil (Castro & Huber, 2003). Udang memperoleh makanan dengan cara menangkap kemudian memasukkan kedalam mulut dan dicerna di saluran pencernaan udang. udang memiliki periode makan 2 kali 1 hari, yaitu pagi dan malam atau sore (Indarjo dkk., 2021).

2.3.3 Udang Famili Atyidae

Udang famili Atyidae memiliki klasifikasi sebagai berikut (Yule & Sen, 2004):

Kingdom : Animalia

Filum : Arthopoda

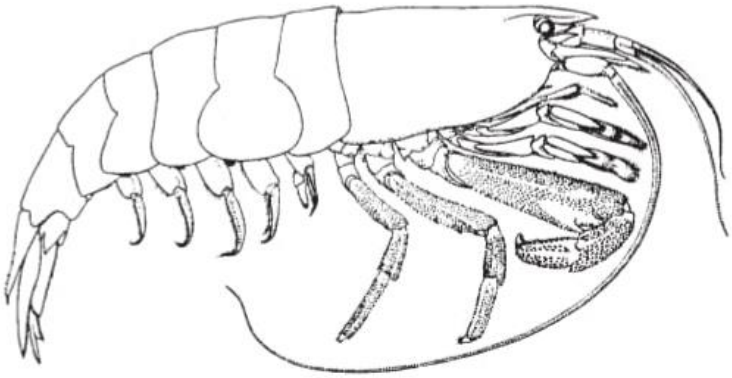
Subfilum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

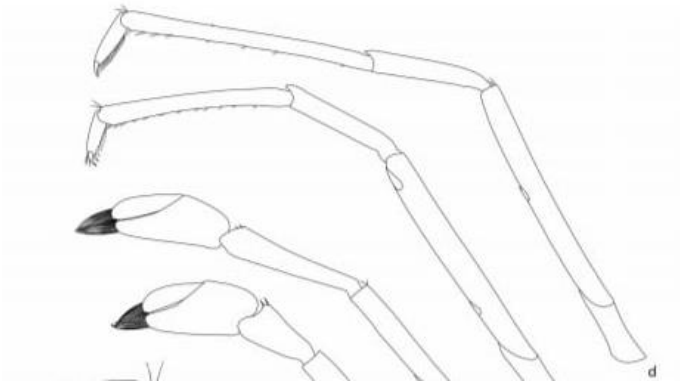
Famili : Atyidae

Anggota famili Atyidae memiliki capit pada kaki pertama dan kedua yang umumnya kecil, pendek, dan ukurannya sama (Gambar 2.5) (Yule & Sen, 2004).



Gambar 2.5 Udang Famili Atyidae (Yule & Sen, 2004)

Famili atyidae memiliki rostrum yaitu bagian depan kepala yang berujung tajam dan bergerigi, dengan jumlah gerigi 5 dan ada juga yang tidak memiliki gerigi. Famili Atyidae memiliki karapas tanpa *hepatic* spine. Pereiopoda pertama dan kedua pada famili Atyidae terdapat seta yang tebal berjumbai di ujung pereiopodanya (Gambar 2.6) (Rahayu & Annawaty, 2019 dan Yule & Sen, 2004). Famili Atyidae memiliki 2 genus yaitu Atyopsis dan Caridina. Pada genus Atyopsis terdapat sudut pterygostomian lancip pada bagian karapas, dengan 5-10 gigi ventral. Pada genus Caridina terdapat sudut pterygostomian membulat pada bagian karapas, dengan 1-2 gigi ventral pada rostrum dan ada yang tidak memiliki gigi ventral (Yule & Sen, 2004).



Gambar 2.6 Seta yang Tebal Pada Ujung Pereiopoda Pertama dan Kedua (Mazancourt *et al*., 2020)

Famili Atyidae terdiri dari 469 spesies, mayoritas dari anggota genus caridina yang memiliki 290 spesies anggota (Annawaty *et al*., 2015). Atyidae dikenal sebagai udang beras karena ukurannya yang kecil. Atyidae adalah kelompok udang yang dapat dijumpai di semua perairan tropis dan beberapa perairan di dunia. Individu dewasa dari keluarga udang ini hampir selalu terbatas pada air tawar. Udang ini banyak dijumpai di wilayah sungai dengan aliran air yang cenderung tenang, terutama di bagian tepi sungai yang masih memiliki genangan air (Epilurahman dkk., 2018). Udang famili Atyiae memiliki ukuran tubuh lebih kecil daripada udang famili Palaemonidae, dan jumlahnya sangat melimpah terutama di sungai dan danau. Hal yang membedakan udang famili

Atyidae dengan udang Famili Palaemonidae adalah Atyidae mempunyai ukuran kaki pertama dan kedua sama yang relatif pendek, dan terdapat seta yang menebal. Udang famili Atyidae mengambil makananannya (hewan kecil, detritus, dan plankton) dengan menggunakan jari seta (Yule & Sen, 2004).

2.4 Jenis dan Bahan Plastik

Plastik terdiri dari rantai panjang polimer yang terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen silikon, klorida dan diperoleh dari gas alam, minyak serta batubara (Chatterjee & Sharma, 2019). Tipe plastik terbagi menjadi 2 berdasarkan penggunaannya yaitu polimer komoditi dan polimer industri. Plastik komoditi antara lain *Polyethylene (*PE), *Polypropylene* (PP), *Polyestyrene* (PS), *Poly Vinyl Chloride* (PVC), *Poly Metil Pentena* (PMP), *Polyethylene Perepthalate* (PET) dan *Poly Tetrafluoroetilen* atau teflon. Sedangkan plastik industri antara lain *Polyamide* (Nilon), *Polyoxymetilene* (POM), *Polycarbonate* (PC) dan *Acrylonithrile Butadiene Styrene* (ABS), seperti yang tercantum pada tabel 2.1 (Mawardi & Lubis, 2019). Plastik berasal dari bahan baku minyak bumi. Bahan baku plastik diproduksi melalui reaksi campuran dari bermacam bahan mentah meliputi gas bumi,batu bara serta minyak bumi. Plastik ialah sintesis polimer yang penyusun primernya adalah karbon dan hidrogen. Plastik jenis *polypropelina* banyak ditemui dalam komoditas tas plastik. Sedangkan *Polyethylene Threphtyalate* cukup besar digunakan dalam pabrikasi gelas dan botol minum dalam kemasan (Pani dkk., 2017).

Berdasarkan *American Society of Plastic Industry* terdapat beberapa kode jenis plastik antara lain kode 1 diduduki oleh plastik jenis PET, merupakan resin *polyester* yang awet, kokoh, ringan, dan elastis ketika panas. Memiliki kepekatan 1,35 hingga 1,38 gram/cc. PET dalam bentuk produk berupa botol air, botol soda, botol jus, botol minyak goreng, tempat perkakas, kemasan makanan, dan cangkir gerai kopi. Kode 2 diduduki oleh plastik jenis HDPE, diproduksi dalam kondisi liat, kokoh, keras, tekanan dan temperatur tinggi. HDPE memilki kelebihan tahan terhadap air asam, basa, dan pelarut lainnya. HDPE biasa digunakan pada keranjang plastik, pipa, mainan anak, pembungkus/botol susu, botol detergen, botol obat, botol oli mesin, botol shampo, kemasan jus, botol sabun cair, kemasan

kopi dan botol sabun bayi. Kode 3 diduduki oleh PVC, ialah jenis plastik yang paling sukar didaur ulang. Biasa digunakan pada kemasan plastik pembungkus, tanda lalu lintas, botol minyak goreng, kabel listrik, botol pembersih kaca, mainan, botol shampo, pipa air, dan kemasan makanan cepat saji (Fuziah dkk., 2020; Trisunaryanti, 2018; Widiyatmoko dkk., 2017; Yuyun & Gunarsa, 2011).

Kode 4 diduduki oleh jenis plastik LDPE, adalah plastik yang gampang dibentuk ketika panas, resin yang keras, kuat dan tidak bereaksi terhadap zat kimia lainnya. Biasa dibuat untuk wadah makanan, botol-botol yang lemberk, tas plastik, pakaian, mebel, perangkat komputer, mainan dan kotak penyimpanan. Kode 5 diduduki oleh jenis plastik PP, *polipropilen* lebih ringan serta kuat dengan adanya tembus uap yang rendah, kekuatan yang baik terhadap lemak, stabil pada suhu tinggi dan cukup mengkilap. Kode 6 diduduki oleh jenis plastik PS, merupakan polimer aromatik yang dapat meninggalkan bahan *styrene* ke dalam makanan ketika bersentuhan langsung. Kode 7 diduduki oleh jenis plastik other, meliputi SAN, ABS,Nilon dan PC (Widiyatmoko dkk., 2017; dan Yuyun & Gunarsa, 2011).

Khusus kode 3 dan 7 adalah jenis plastik yang terdeteksi mengandung bahan yang berbahaya *bisphenol-a* (BPA). Bahan baku plastik adalah dari senyawa polimer yang mendukung fungsi plastik yaitu bening, kuat, toleransi terhadap suhu dan fleksibel. Bahan baku plastik tersebut secara umum disebut *platicizers,* yang termasuk bahan *plasticizers* adalah *pththalates* dan *bisphenol-a* (BPA) (Fariz dkk., 2015). Bahan kimia penyusun plastik meliputi oligomer yang mempunyai berat molekul rendah, katalis, pelarut, dan berbagai macam senyawa organik dan anorganik. Selain itu terdapat senyawa aditif yang mempunyai komposisi tinggi saat pembuatan bahan plastik yaitu mencapai 50% pada beberapa kasus. Bahan-bahan tersbut meliputi penghambat api termasuk polibrominasi difenil, poliester, *phthalates*, fenol, arilamina, dan *bisphenol-a.* Sebagian besar komponen aditif plastik tidak terikat secara kovalen pada polimer plastik, akibatnya komponen aditif tersebut dapat bermigrasi ke permukaan material, dan berpotensi dilepaskan ke lingkungan (Capolupo *et al*., 2020).

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Plastik

Jenis Plastik	**Densitas (g/cm^3)**
Polietilena	0,917-0,965
Polipropilena	0,9-0,91
Poliestirena	1,04-1,1
Poliamida	1,02-1,05
Poliester	1,24-2,3
Acrylic	1,09-1,2
Polyoximetrylene	1,41-11,61
Polivinil alkohol	1,19-1,31
Polivinil klorida	1,16-1,58
Polimetil metakrilat	1,17-1,2
Polietilene tereftalat	1,37-1,45
Alkid	1,24-2,1
Poliuretane	1,2

Sumber : Widianarko dan Inneke, 2018

2.5 Mikroplastik

2.5.1 Deskripsi Mikroplastik

Ketergantungan pada polimer plastik untuk produksi produk konsumen tidak dapat dihindari, khususnya dalam mengurangi biaya produksi untuk yang ringan namun barang tahan lama. Terbukti dalam produksi barang-barang pokok seperti pakaian dan kosmetik. Bahkan di bidang medis, barang plastik memainkan peran penting sebagai alat aseptik dan sekali pakai yang menjamin tingkat higienis tertinggi. Karena itu, pentingnya plastik bagi konsumen saat ini tidak dapat disangkal. Namun, terdapat konflik setelah penggunaan plastik dalam skala besar dapat mengancam peradaban manusia dan keseimbangan ekosistem (Hamid *et al*., 2018).

Jenis sampah plastik terakumulasi di lingkungan meliputi megaplastik (> 1 m), plastik makro (<1 m), mesoplastik (<2,5 cm) dan mikroplastik (<5 mm) (GESAMP, 2016) Mikroplastik di lingkungan laut biasanya ditemukan sebagai

pelet, fragmen, atau serat dan terdiri dari beragam polimer, beberapa lebih padat dari air laut dan tenggelam ke dasar laut, meliputi *poliamida*, *poliester*, *Poly Vinyl Chloride* (PVC), dan *acryilic*. Sedangkan yang lebih ringan dari air laut dan kerap didapati mengambang di permukaan, termasuk polietilen, polipropilen, dan polystyrene. Produk plastik terdiri dari monomer bergabung untuk membuat struktur polimer dan bahan kimia tambahan (Smith *et al*., 2018). Mikroplastik juga dapat ditemukan pada sedimen perairan. Adanya mikroplastik pada sedimen ditentukan oleh besaran gravitasi dan densitas plastik. Plastik dengan densitas lebih tinggi daripada air akan dan tertambun di sedimen (Woodal *et al*., 2015).

Istilah mikroplastik mengacu ke plastik partikel yang ukurannya lebih kecil dari 5 mm (mulai dari milimeter ke mikrometer) dengan variasi mengenai warna dan bentuknya (mulai dari kecil fragmen ke untaian panjang seperti serat) (Kovacvirsek *et al*., 2016). Mikroplastik dilaporkan ditemukan di daerah tropis mereka bahkan terlihat di perairan kutub Antartika dan Arktik. Ketika seseorang melihat vertikal distribusi, mikroplastik ada di zona bentik badan air, kolom air, air permukaan dan pantai. Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi termasuk skala besar kekuatan sebagai arus yang digerakkan oleh angin dan sirkulasi geostropik, turbulensi dan efek oseanografi (Li *et al*., 2018).

Sebagai faktor kunci, sifat-sifat yang melekat dari plastik mikro seperti kerapatan, bentuk dan ukuran plastik dapat mempengaruhi pola transportasi dan distribusi. Mikroplastik terbuat dari senyawa polimer yang dapat menyebabkan efek kesehatan tertentu (Li *et al*., 2018). Berbagai aditif ditambahkan selama produksi plastik meningkatkan sifat fisik, seperti warna, tahan api, dan kekerasan. Mereka dapat menjadi molekul rendah atau polimer, anorganik atau zat organik. Aditif yang paling umum adalah *plasticizer* untuk peningkatan plastisitas atau viskositas. Misalnya, *Poly Vinyl Chloride* (PVC) harus memiliki *plasticizer* seperti *phthalate* dan bisphenol-A agar degradasi termal dan foto dapat diminimalkan (Hammer *et al*., 2012). Mikroplastik dapat menyerap minyak pelumas dan logam berat. Polutan tersebut awalnya diserap pada permukaan mikroplastik dapat dilepaskan ketika mikroplastik dicerna dan tetap di dalam tubuh manusia, di mana pH agak rendah, suhunya relatif tinggi dan adanya cairan pencernaan (Li *et al.*, 2018).

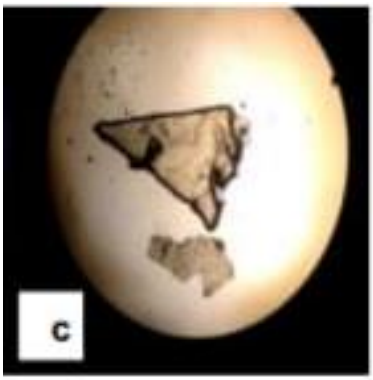
2.5.2 Tipe dan Sumber Mikroplastik

Mikroplastik, partikel kecil dengan panjang di bawah 5 mm diketahui hadir di udara, tanah dan sedimen, air tawar, laut, lautan, tanaman, hewan dan berasal dari produk plastik, tekstil, industri, pertanian, dan limbah umum (Handerson & Green, 2020). Terdapat mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder yang dibedakan berdasarkan asal sumbernya (Avio *et al*., 2016). Mikroplastik Primer merupakan hasil dari pembentukan pertama kali pada industri (Murphy *et al*., 2017). Mikroplastik yang diproduksi dalam ukuran mikron dan digunakan dalam produk kosmetik, seperti scrub dan pengelupasan kulit, dan dalam pemrosesan industri, seperti *sand blasting* (Syberg *et al*., 2015). Selain itu untuk pemeliharaan berbagai produk plastik dan juga dalam pembuatan pakaian sintetis (Chatterjee *et al*., 2019). Sumber dari mikroplastik sekunder meliputi serat mikro dari bahan tekstil, ban, dan barang plastik besar yang mengalami degradasi (Da Costa *et al*., 2016 and Smith *et al*., 2018).

Mikroplastik sekunder berasal dari produk yang terfragmentasi dari makro atau penguraian dari plastik yang lebih besar melalui proses biodegredasi, fotodegredasi, gelombang fisik (Cole *et al*., 2011). Selain itu melalui proses degradasi termo-oksidatif, degradasi termal dan hidrolisis (Sharma, 2017). Mikroplastik dibagi menjadi beberapa tipe berdasarkan morfologi nya meliputi ukuran, bentuk dan warna. Pembagian mikroplastik berdasarkan karakter tipe dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu film, filamen, fiber, fragmen, granul dan *foam* (Virsek *et al*., 2016)

A. Film

Film ialah mikroplastik yang bermula dari tas plastik dan bungkus makanan yang lebih tembus pandang, berbentuk lembaran dan memiliki sifat lentur, seperti pada Gambar 2.7 (Dewi *et al*., 2015 and Virsek *et al*., 2016). Jenis ini memiliki densitas lebih rendah daripada tipe mikroplastik lainnya (Widianarko & Inneke, 2018). Hal ini menjadikan mikropastik film dapat ditransportasikan melalui media air (Claessen *et al*., 2011 and Hastuti *et al*., 2014).

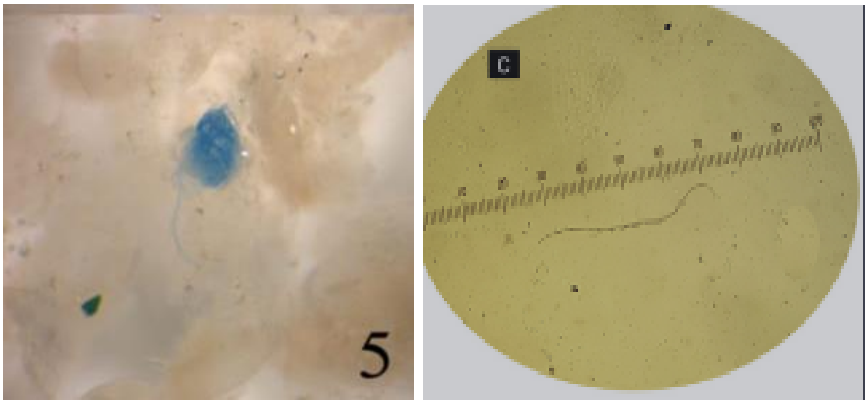


Gambar 2.7 Mikroplastik Tipe Film (Ayuningtyas dkk., 2019)

B. Filamen dan Fiber

Fiber dan filamen merupakan serat plastik yang memiliki bentuk memanjang. Mikroplastik ini dari pecahan monofilamen jala ikan, tali, jaring atau pancing, dan kain sintetis atau sintetis pakaian (Hastuti *et al*., 2014 dan Nor & Obbard, 2014). Fiber berasal dari serat pakaian karena kegiatan mencuci baju yang dapat mendegredasi serat pakaian, seperti pada Gambar 2.8 (Browne *et al*., 2008). Aktivitas nelayan dilaut dapat menghasilkan mikroplastik jenis filamen meliputi kapal, jaring, dan lain-lain, seperti pada Gambar 2.9 (Katsanevakis & Katsarou, 2004)

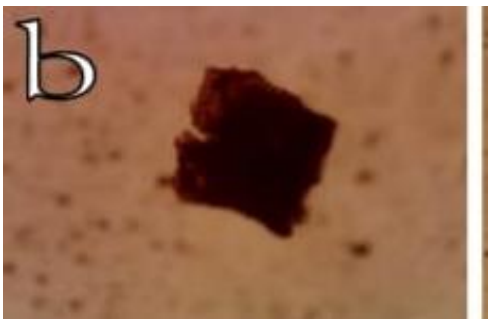
Gambar 2.8 Mikroplastik Tipe Fiber (Lolodo dkk., 2019)



Gambar 2.9 Mikroplastik Tipe Filamen (Frias *et al*., 2018 dan Hossan *et al*., 2020)

C. Fragmen

Fragmen adalah mikroplastik yang terbentuk dari bungkus plastik yang memilki polimer yang sangat kokoh (Hastuti *et al*., 2014). Fragmen adalah pecahan dari produk plastik yang tebal, kaku dan memiliki bentuk yang tidak konsisten (Gambar 2.10) (Yona *et al*., 2019), sehingga kegunaannya dalam kegiatan manusia sangat banyak karena terbentuk dari fragmentasi dan degradasi dari megaplastik atau makroplastik (Dewi *et al*., 2015). Berasal degradasi dari sampah makro diakibatkan oleh proses pancaran sinar ultraviolet, ombak dan arus air laut, material oksidatif dari plastik, serta sifat hidrolitik dari air laut (Andrady, 2011).



Gambar 2.10 Mikroplastik Tipe Fragmen (Dewi dkk.,2015)

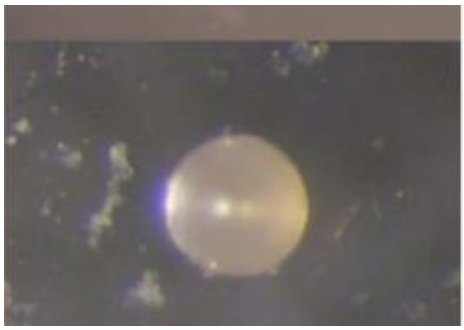
D. *Foam*

Foam adalah mikroplastik yang berasal dari kemasan *polysrtyrene* (Nor dan Obbard, 2014). Mikroplastik *foam* merupakan mikroplastik paling banyak ditemukan setelah fragmen. Karakteristik *foam* memiliki densitas paling rendah, lunak, bulat berwarna putih atau kekuningan (Gambar 2.11). Hal ini menjadikan *foam* lebih banyak dijumpai pada permukaan air dari pada di kedalaman air (McCormick *et al*., 2016 and Zhou *et* al., 2018).

Gambar 2.11 Mikroplastik Tipe *Foam* (Zhaou *et al*., 2017)

E. Granul

Mikroplastik granul yaitu mikroplastik primer yang diproduksi berukuran mikro dan mudah dikonsumsi oleh organisme perairan (Hastuti *et al.*, 2014). Granul bebentuk butiran, berwarna putih atau kecoklatan, padat, berukuran kurang dari 1 mm, dan dipakai untuk bahan produk industri (Virsek, 2016). Mikroplastik tipe granul dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Mikroplastik Tipe Granul (Strand *et al*., 2015)

2.7 Kelimpahan Mikroplastik

Berdasarkan analisis Jambeck *et al*. (2015) kelimpahan atau jumlah mikroplastik di perairan negara Indonesia dapat dikatakan mempunyai nilai yang sangat tinggi, dikarenakan negara ini berstatus sebagai penyumbang sampah plastik terbanyak kedua ke perairan. Nilai kelimpahan tipe mikroplastik dapat digunakan untuk mengetahui sumber dari jenis plastik nya (Kapo dkk., 2020 dan Ayuningtyas dkk., 2019). Adanya timbunan sampah plastik di daratan maupun di badan perairan, menyebabkan meningkatnya suatu kelimpahan mikroplastik pada ekosistem ataupun biota di dalamnya (Manalu, 2017). Hal ini, dapat mengganggu kehidupan biota perairan, yang mana mereka tidak dapat membedakan makanan aslinya dan mikroplastik (Brate *et al*., 2016). Timbunan sampah plastik yang dimaksud berasal dari kegiatan manusia disertai sumber pencemarannya (Ayuningtyas dkk., 2019). Faktor lain penyebab adanya kelimpahan mikroplastik di suatu ekosistem adalah faktor lingkungan, termasuk angin, pasang surut air, dan aliran sungai (Yu *et al*., 2020). Terdapat rumus untuk menghitung kelimpahan partikel mikroplastik pada tubuh organisme menurut Hidalgo-Ruz *et al*. (2012) adalah sebagai berikut

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{jumlah\ organisme\ (ekor)}$$

2.8 Efek Mikroplastik dan Proses Transfer Mikroplastik Pada Organisme

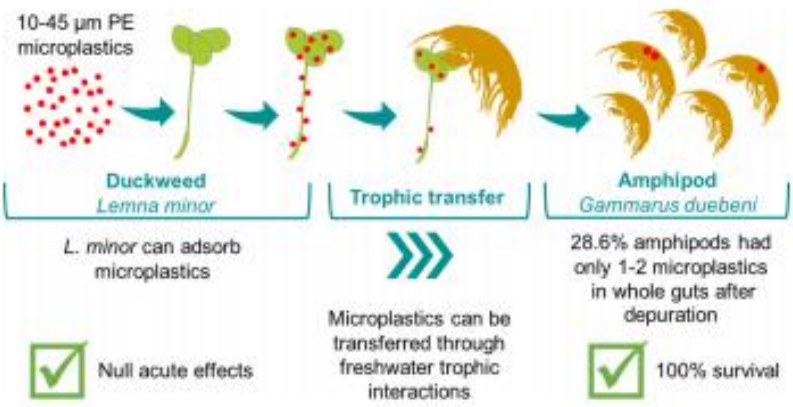
Mikroplastik mengandung bahan kimia campuran yang berbahaya yang berfungsi untuk meningkatkan sifat polimer dan memperpanjang usia plastik. Mikroplastik berpotensi dapat membawa bahan kimia beracun lainnya di ekosistem, maka akan berefek pada kesehatan manusia (Campanale *et al*., 2020). Komponen aditif yang menjadi bahan campuran plastik umumnya adalah bisphenol-A dan *pththalate*. Komponen tersebut merupakan bahan kimia yang dapat menganggu sistem endokrin, yaitu merusak sistem regulasi hormon pada organisme (Capolupo *et al*., 2020). Bahan plastik terbuat dari material hidrofobik. Logam berat meliputi Cd, Cr, Cu, Co, Ni, dan Pb dapat ikut pada plastik pelet yang dipengaruhi oleh kadar garam dan keasaman (Holmes, 2013). Mikroplastik dapat larut ke udara, air, makanan, dan, berpotensi masuk ke jaringan tubuh manusia (Campanale *et al*., 2020 and Kontrick, 2018). Salah satu kandungan mikroplastik yaitu PCB (*Polychlorinated Bisphenyls*) tidak bisa terdegradasi meskipun telah termakan oleh hewan atau pun tumbuhan, dan dapat masuk pada rantai makanan sesuai urutan memakannya (Qodriyantun, 2018).

Mikroplastik telah terdeteksi di lingkungan bentik dan sedimen, biota laut bentik menelan mikroplastik yang ada di laut dalam bentuk *microbeads* maupun *microfibers* (Chatterjee *et al.*, 2019). Partikel yang dicerna oleh organisme di lingkungan dapat memengaruhi keseluruhan rantai makanan. Misalnya, zooplankton yang makan terlalu banyak mikroplastik menjadi peluang terbuangnya produksi energi di tingkat trofik dari jaring makanan. Jadi untuk organisme tingkat trofik yang lebih rendah, pengurangan energi total dapat mengurangi populasi semua organisme lain yang terlibat dalam jaring makanan. Partikel plastik mempunyai kemampuan untuk menjadi kapal pengangkut polutan dan rumah bagi bakteri hadir di lingkungan perairan (Reimon *et al*., 2019).

Mikroplastik yang sudah terpecah menjadi nanopartikel polistiren dengan ukuran 64 nm menyebabkan peradangan pada jaringan paru-paru tikus. Nanoplastik polistiren telah terbukti menghambat fotosintesis alga, karena pengurangan aliran udara dan intensitas cahaya. Selanjutnya, sebuah penelitian menunjukkan bahwa nanoplastik dicerna oleh ikan beras Jepang dewasa *(Oryzias latipe*) dapat terakumulasi dalam insang, usus, testis, hati, darah, dan otak,

menunjukkan bahwa nanoplastik mampu melewati sawar darah otak. Selain itu, studi juga telah menunjukkan bahwa nanoplastik dapat menembus sel. Nanoplastik dapat menembus dengan mudah ke dalam membran lipid, yang memungkinkan mereka untuk merembes lebih lanjut melalui sel dan berinteraksi dengan makromolekul biologis yang ditemukan di dalam sel, seperti lipid dan protein, dan DNA (Reimon *et al*., 2019).

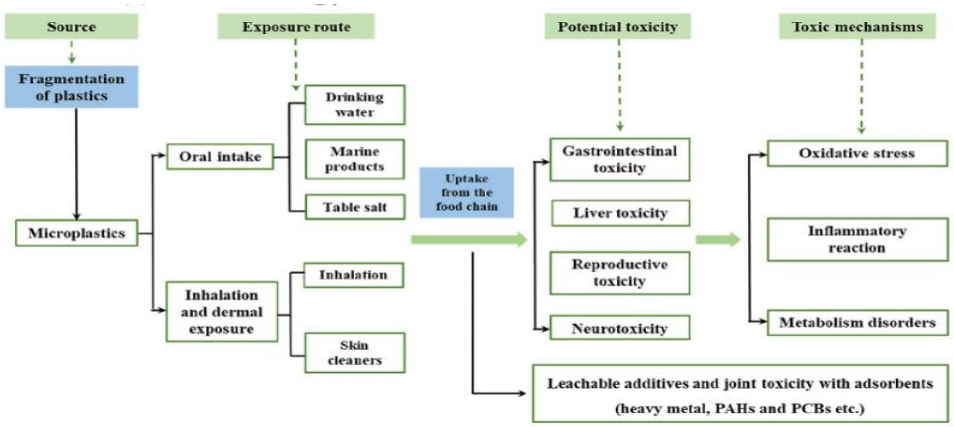
Mikroplastik menimbulkan risiko bagi kesehatan organisme, reproduksi, pertumbuhan dan kelangsungan hidup spesies invertebrata dan vertebrata (Setala *et al.*, 2018). Mikroplastik juga berbahaya bagi biota pada suatu ekosistem, karena mikroplastik dapat didistribusi pada jaring-jaring makanan dari tingkat trofik yang paling rendah sampai ke tinggi (Cardenas *et al*., 2018). Distribusi mikroplastik berasal diduga dari produsen pada tingkat jaring-jaring makanan. Namun, mikroplastik tidak berdampak negatif secara signifikan pada anatomi makrofita. Pada sebuah penelitian mikroplastik dapat menempel dibagian akar makrofita bahkan dapat terserap dalam ukuran nano (Weert *et al*., 2019). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa tanaman Duckweed (*Lemna minor*) yang telah terpapar mikroplastik hingga 30–600 μm partikel plastik dapat menurunkan viabilitas dan pertumbuhan (Dovidat *et al.*, 2020). Mikroplastik juga sudah terdeteksi pada makroinvetebrata air tawar yaitu air sungai dengan alur seperti pada Gambar 2.13 (Cardenas *et al.*, 2018).



Gambar 2.13 Transfer Mikroplastik Pada Organisme Air (Cardenas *et al*., 2018)

Plastik mikro dapat masuk pada sistem jaring makanan pada suatu ekosistem ditransfer. Mikroplastik berasal dari beberapa hewan yang telah teridentifikasi mikroplastik, meliputi mamalia laut, ikan, invetebrata, yang kemudian dikonsumsi oleh manusia (Smith *et al.*, 2018 and Critchell *et al*., 2018). Nantinya partikel plastik tersebut masuk ke saluran pencernaan organisme hewan ke sistem peredaran darah atau jaringan sekitarnya. Mikroplastik yang termakan dapat mengakibatkan peradangan pada proliferasi sel, jaringan, nekrosis, serta dapat membahayakan sel imun, respon kardiopulmoner, perubahan metabolit endogen,genotoksisitas, respons inflamasi, stres oksidatif, efek pada penyerapan nutrisi, mikroflora usus, dan reproduksi (Smith *et al*., 2018). Spesies di perairan yang rentan tertelan mikroplastik meliputi penyu, mamalia, burung laut, dan krustasea (Gilardi *et al.*, 2010).

Sistem ekskresi tubuh manusia menghilangkan lebih dari 90% mikro dan nanoplastik melalui feses. Selama pencernaan, kurang dari 10% mikroplastik yang tertelan diserap ke dalam aliran darah manusia. Meskipun demikian, dan memberikan fakta bahwa mikroplastik dianggap tidak dapat terdegradasi (Peixoto *et al*., 2019). Mikroplastik dengan ukuran lebih besar dari 150 μm mungkin tidak akan diserap sementara mikroplastik lebih kecil dari 150 μm mentranslokasi dari rongga usus ke getah bening dan sistem peredaran darah, menyebabkan paparan sistemik. Namun, penyerapan plastik ini diperkirakan akan terbatas (≤ 0,3%), hanya plastik mikro dengan ukuran ≤ 20μm yang dapat menembus ke dalam organ sedangkan fraksi terkecil (0,1> 10μm) akan dapat mengakses semua organ. Jika demikian, memungkinkan terjadi distribusi mikroplastik di jaringan sekunder, seperti hati, otot, dan otak (Barboza *et al*., 2018). Terdapat empat rute utama mikroplastik dapat menyusup ke jaring makanan laut meliputi konsumsi, inhalasi, keterikatan dan transfer trofik, seperti pada Gambar 2.14 (Setala *et al*., 2018).



Gambar 2.14 Rute Masuknya Mikroplastik ke dalam Tubuh (Chang *et al.*, 2019)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan metode eksploratif dalam pengumpulan data sampel. Data kuantitatif diambil dari data nilai kelimpahan dan ukuran mikroplastik, sedangkan data kualitatif diambil dari data tipe mikroplastik. Pengambilan data sampel dilakukan secara langsung di Waduk Selorejo. Penelitian ini juga didukung dengan data hasil studi pendahuluan untuk mendapatkan gambaran lokasi penelitian dan data wawancara penangkap udang serta menggunakan beberapa literatur yang berkaitan dengan pokok penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian Identifikasi Tipe Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Udang Famili Atyidae Di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur dilakukan mulai bulan September-November 2021. Pengambilan sampel udang famili Atyidae dilakukan langsung di Waduk Selorejo pada pukul 06.00-11.00 WIB. Identifikasi jenis udang dan analisis mikroplastik dilakukan di laboratorium Optik, laboratorium Genetika dan Molekuler, dan laboratorium Ekologi, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat meliputi jaring penangkap udang, botol toples kaca 250 ml, *coolbox*, botol duran 500 ml, perahu, kain filter nylon tipe TI65 mesh 420, kamera Smartphone, Mikroskop stereo nikon SMZ1500, alat tulis, cawan petri, beaker glass 500 ml, spatula kimia, gelas ukur 100 ml, corong kaca, botol semprot aquades, aplikasi GPS (*Global Positioning System*) *essential*, aplikasi QGIS (*Quantum Geographic Information System*), wadah sampel, alat penangas air (*waterbath*), sentrifuge, tabung eppendorf 15 ml, jarum pengambil

mikroplastik, pinset, sarung tangan laboratorium, wadah nampan, masker dan jas laboratorium, penggaris 30 cm, timbangan analitik HL-200i dan laptop.

3.3.2 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan meliputi pakan udang, kertas label, buku, sampel mikroplastik yang didapat, sampel udang famili atyidae Waduk Selorejo, kertas milimeter, tisu, aquades, alkohol 70%, alumunium foil, H_2O_2 30 % , H_2SO_4 98 %, NaCl.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penetapan Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel ditetapkan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Mukhsin dkk. (2017) metode *purposive sampling* adalah metode pengumpulan sampel dengan menetapkan kriteria tertentu pada setiap stasiun. Pengambilan sampel dilakukan saat musim kemarau. Terdapat 5 stasiun pengambilan sampel, meliputi Stasiun 1 di *inlet* Sungai Kwayangan yang merupakan aliran air dari Sungai Kwayangan yang masuk ke Waduk Selorejo. Berdasarkan studi pendahuluan pada terdapat Tempat Pembuangan Sampah (TPS) warga Desa Kaumrejo, Ngantang, Kabupaten Malang, berupa gunungan atau timbunan sampah plastik yang berpotensi masuk ke badan air waduk. Stasiun 2 di daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) berdasarkan studi pendahuluan pada stasiun ini dekat dengan pemukiman padat penduduk dan terdapat juga timbunan sampah liar di beberapa titik. Stasiun 3 di *inlet* Sungai Konto yang merupakan aliran air dari Sungai Konto yang masuk ke Waduk Selorejo, berdasarkan studi pendahuluan pada stasiun tersebut terdapat beberapa sampah plastik yang terbawa dari aliran Sungai Konto ke badan air waduk.

Stasiun 4 di daerah wisata, berdasarkan studi pendahuluan stasiun tersebut terdapat beberapa sampah plastik yang ada di badan air waduk. Stasiun ini merupakan kawasan wisata dengan adanya banyak rumah makanan, serta terdapat wisatawan yang berkunjung. Stasiun 5 di *outlet* Waduk Selorejo, berdasarkan studi pendahuluan stasiun ini merupakan aliran akhir dari waduk, terdapat juga

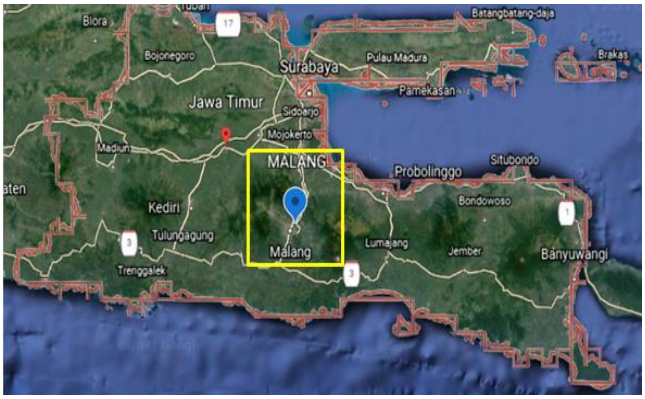
beberapa sampah plastik di badan air. Selanjutnya, air akan mengalir ke sungai-sungai di dekatnya.

Tabel 3.1. Titik Koordinat Stasiun Pengambilan Sampel

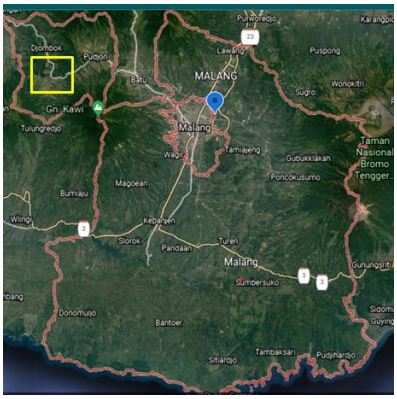
No	Stasiun	Lokasi	Koordinat	
			LS	BT
1	Stasiun 1	*Inlet* Sungai Kwayangan	7°51.262'	112°22.008'
2	Stasiun 2	Daerah Pemukiman (Desa Kaumrejo)	7°51.771'	112°21.854'
3	Stasiun 3	*Inlet* Sungai Konto	7°52.264'	112°21.856'
4	Stasiun 4	Daerah Wiisata	7°52.620'	112°21.671'
5	Stasiun 5	*Outlet* Waduk Selorejo	7°52.211'	112°21.370'

Sumber: Data Penelitian, 2021

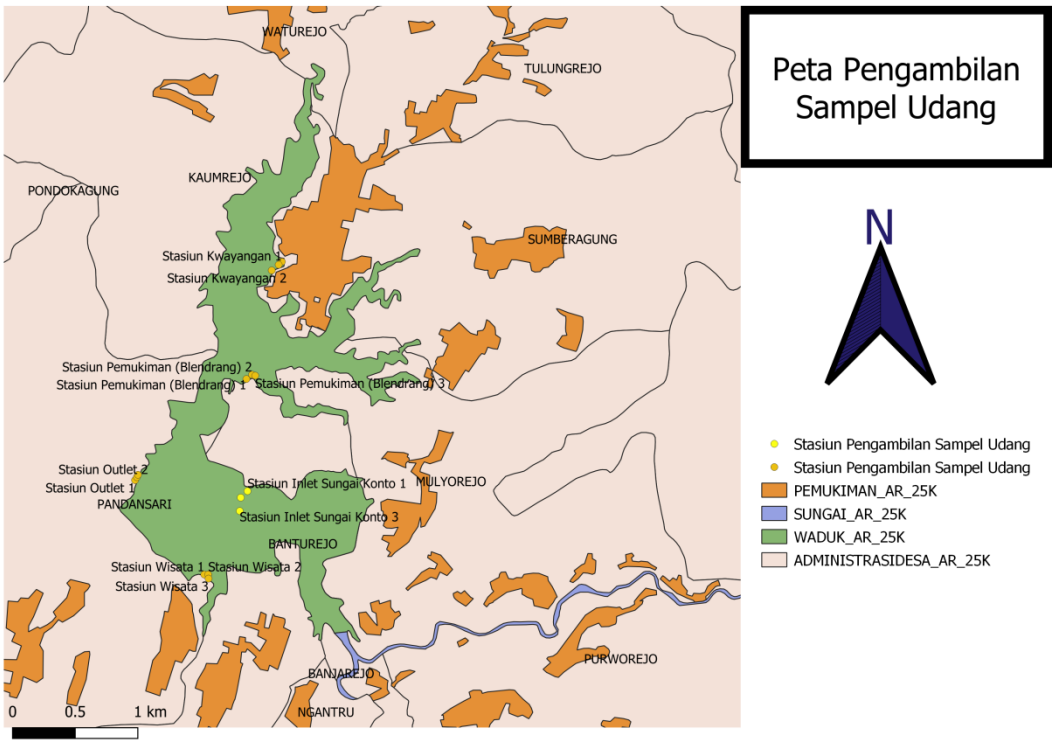
Peta stasiun pengambilan sampel udang dapat dilihat pada gambar 3.1. Deskripsi titik koordinat stasiun pengambilan sampel tercantum pada tabel 3.1, dan titik koordinat tiap titik pengambilan sampel udang dapat dilihat pada (*Lampiran 4*)



(a)



(b)



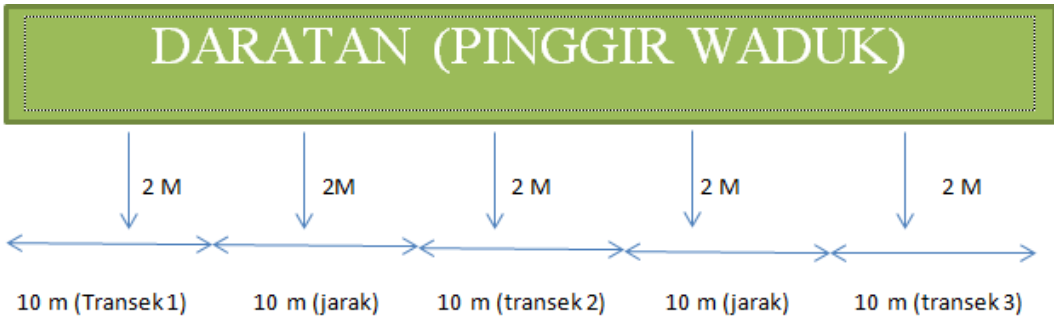
(c)

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian, (a) Peta Jawa Timur (Google Earth, 2021), (b) Peta Kota dan Kabupaten Malang (Google Earth, 2021), (c) Peta Waduk Selorejo (Dokumentasi Pribadi).

3.4.2 Pengambilan Sampel Udang Pada Setiap Stasiun

Area pengambilan sampel udang di daerah pinggir waduk. Pengambilan sampel udang famili Atyidae di waduk dengan memerhatikan ciri-ciri udang sesuai pada buku identifikasi *Freshwater Invertebrates of The Malaysian Region*.

Tiap stasiun dibuat 3 garis transek masing-masing sepanjang 10 meter, dengan jarak antar garis transek adalah 10 meter (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Jarak Antar Transek Tiap Stasiun (Dokumentasi Pribadi)

Udang famili Atyidae diambil pada tiap transek menggunakan jaring udang. Pakan udang diletakkan pada tiap jaring, kemudian jaring ditebar dan ditenggelamkan 2-3 meter ke badan air. Setelah 10 menit, jaring yang sudah berisi udang diambil (diangkat). Sampel udang didapatkan kemudian diletakkan di wadah nampan. Tiap sampel udang dibersihkan dari sedimen. Udang-udang yang sudah bersih di foto morfologi tubuh luarnya dan diukur panjang tubuhnya. Udang direndam alkohol 70% di botol toples kaca sebanyak 30 ml. Sampel udang disimapan di dalam *coolbox* hingga siap diamati di laboratorium. Foto pengambilan sampel dapat dilihat pada (*Lampiran 2*).

3.4.3 Pembuatan Larutan

Pengenceran H_2SO_4	**Larutan NaCl**
M1 . V1 = M2 . V2 98% . x = 30% . 500 ml x = 15000 : 98 x = 153 ml, V1= 153 ml V2 = V1 + $V_{aquades}$ V2 – V1 = $V_{aquades}$ 500 ml -153 ml = $V_{aquades}$ 347 ml = $V_{aquades}$	6 gram serbuk NaCl dilarutkan dalam 20 ml aquades (Ayuningtyas dkk., 2019). 6 gram NaCl . 15 botol sampel = 90 gram NaCl 20 ml aquades . 15 botol sampel = 300 ml aquades Jadi, serbuk NaCl 90 gram dilarutkan dalam 300 ml Aquades.

3.4.4 Uji Sampel Udang

Sampel udang kemudian dibersihkan dari alkohol dengan menggunakan akuades. Empat puluh sampel udang tiap botol sampel ditimbang dan catat beratnya. Tiap larutan H_2O_2 30% dan H_2SO_4 30% ditambahkan sebanyak 30 ml untuk destruksi tubuh udang. Tiap botol toples kaca yang berisi sampel udang diletakkan di alat penangas air (*waterbath)* dengan suhu 60°C untuk menghancurkan jaringan-jaringan tubuh udang selama 2x24 jam, tujuannya agar mempermudah dalam pengamatan mikroplastik dalam tubuh udang di bawah mikroskop. Kemudian ditambahkan larutan NaCl 20 ml pada tiap botol sampel selama 1x24 jam. Senyawa H_2SO_4 dan H_2O_2 berfungsi menghancurkan dan melarutkan senyawa organik (Ayuningtyas dkk., 2019 dan Wagner & Lambert, 2018). Bahan organik termasuk kitin diputihkan, dilarutkan dan dipecah menggunakan larutan H_2O_2 tanpa memengaruhi polimer mikroplastik. Kitin pada susunan tubuh udang dapat dilarutkan dengan penambahan enzim kitinase

(Kallenbach *et al*., 2021). NaCl berfungsi untuk pemisahan densitas mikroplastik dan memisahkan senyawa organik (Ayunigtyas dkk., 2018 dan Laila dkk., 2020).

Sampel udang tiap botol sampel di letakkan ke tiap tabung eppendorf untuk di sentrifuge selama 15 menit dengan kecepatan 350 rpm. Setelah dilakukan sentrifuge, sampel udang telah terpisah menjadi pelet dan supernatan. Supernatan diambil menggunakan pipet dan disaring menggunakan kain filter nilon. Hal tersebut dilakukan berdasarkan metode Abbasi *et al*. (2018) yang bertujuan untuk memisahkan sampel mikroplastik dari jaringan tubuh udang dan memudahkan saat pengamatan dibawah mikroskop. Hasil mikroplastik yang terjebak pada kain saring disemprot menggunakan aquades hingga dipastikan sampel mikroplastik turun ke cawan petri. Hasil akhir penyaringan diamati dibawah mikroskop dan analisis tipe dan ukuran mikroplastik menggunakan mikroskop stereo. Dokumentasi pengolahan sampel dapat dilihat di (*Lampiran 3*)

3.4.5 Identifikasi Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Udang

Hasil saring sampel yang sudah diletakkan pada tiap cawan petri kemudian dilakukan identifikasi tipe dan ukuran mikroplastik serta dicatat perolehannya, dalam mengidentifikasi ukuran mikroplastik dibantu oleh kertas milimeter block yang diletakkan dibawah cawan petri. Identifikasi dilakukan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 4 x 10 sampai dengan 7 x 10. Mikroplastik akan terlihat pada layar monitor yang terhubung dengan mikroskop. Identifikasi mikroplastik dapat menggunakan buku acuan Mikroplastik dalam *Seafood* dari Pantai Utara Jawa dan *Microplastic Pollutans*. Hasil tiap mikroplastik yang didapatkan kemudian difoto.

3.5 Analisis Sampel Mikroplastik

Data jumlah tipe mikroplastik tiap sampel dan jumlah udang yang telah didapatkan dapat digunakan untuk menghitung kelimpahan total partikel mikroplastik. Rumus untuk menghitung kelimpahan mikroplastik pada sampel organisme misalnya udang adalah sebagai berikut (Hidalgo-Ruz *et al*., 2012)

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{jumlah\ organisme\ (ekor)} \text{.....}\textbf{(Persamaan 3.1)}$$

Hasil perhitungan kelimpahan total mikroplastik dan perolehan jumlah tipe dan ukuran yang telah didapat disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Udang

4.1.1 Udang Famili Atyidae

Udang yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari famili Atyidae (Gambar 4.1). Penelitian ini mengambil sampel udang dari semua genus yang termasuk dalam famili Atyidae, famili Atyidae memiliki 2 genus yaitu Atyopsis dan Caridina. Sampel udang yang diambil adalah 40 ekor tiap transek pada stasiun dengan ukuran udang adalah 2-5 cm, tiap stasiun didapatkan 120 ekor udang. Udang famili Atyidae memiliki klasifikasi sebagai berikut (Yule & Sen, 2004) :

Kingdom : Animalia

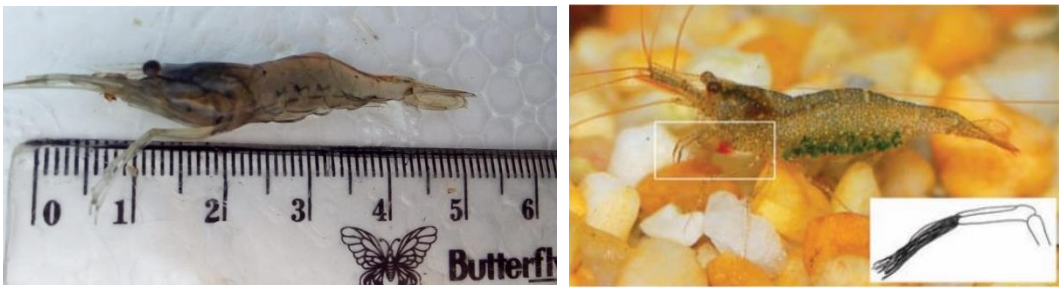
Filum : Arthopoda

Subfilum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Atyidae



(a) (b)

Gambar 4.1 Udang Famili Atyidae. (a) udang famili Atyidae (Dokumentasi Pribadi), (b) udang famili Atyidae (*Caridina sarasinorum*) (Von Rintelen *et al*., 2009)

Udang famili Atyidae memiliki ciri-ciri utama yang membedakan dengan famili udang air tawar lainya meliputi mata tidak tertutup karapas. Karapas tanpa *hepatic spine*. Periopoda pertama dan kedua memiliki jumbai ada seta di ujung nya. Pada penelitian Lesmana (2015) ditemukan udang famili Atyidae dari genus Caridina yang memiliki ukuran tubuh 2-5 cm. Spesies dari genus Caridina yang memiliki ukuran 5 cm meliputi *C. cantonensis, C. lanceolata, C. spongicola, C. williamsi* dan lain sebagainya.

Menurut Murtidjo (1992), pada umumnya udang memakan segala jenis hewan renik, baik cacing, plankton maupun zooplankton. Karena udang termasuk hewan yang rakus. Menurut Fast & Lester (1992) udang berenang dengan kaki jalan yang memiliki capit. Makanan ditangkap dengan capit kaki jalan (periopoda) dan dimasukkan ke bagian mulut. Parra *et al*. (2019) menjelaskan bahwa umumnya udang hidup di bagian substrat dasar perairan. Mempunyai perilaku makan dengan membawa partikel organik dan anorganik ke mulutnya.

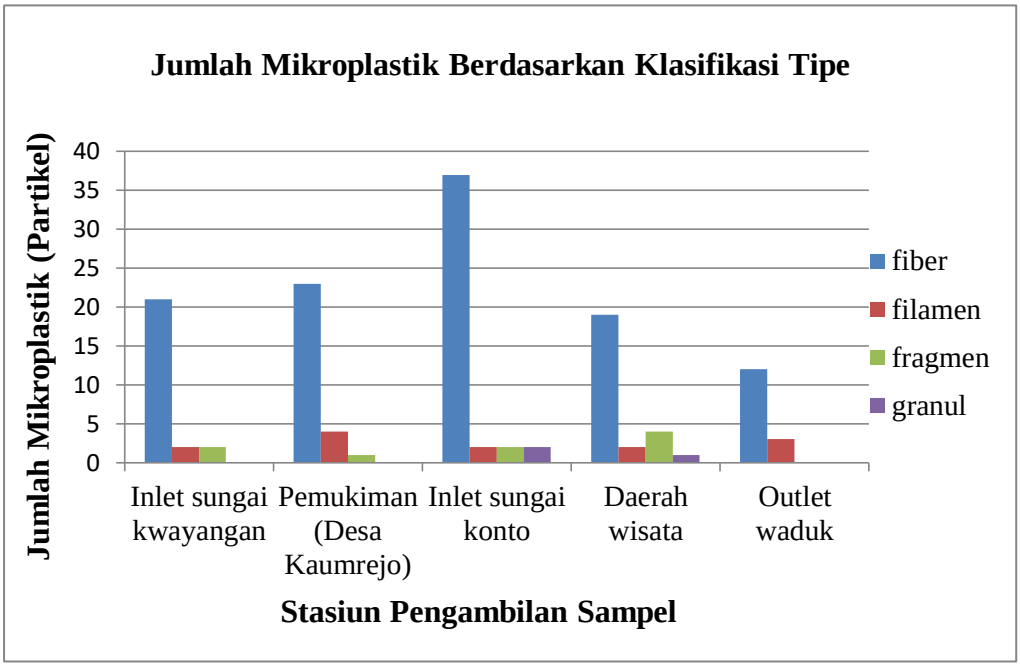
Jimoh *et al*. (2011) menjelaskan bahwa udang sungai mempunyai kebiasaan makan yang oportunistik nonselektif. Menurut Annawaty *et al*. (2016) udang dicirikan dengan memiliki *cheliped* dengan *setae* di ujung jari yang digunakan untuk menyaring organisme air kecil atau mengikis detritus selama makan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Gutierrez *et al*. (2016) isi perut udang terdeteksi terdapat puing-puing detritus. Devriese *et al*. (2015) menjelaskan bahwa mikroplastik memiliki ukuran dan warna yang sama dengan sedimen dan mangsa planktonik, hal ini memungkinkan masuknya partikel-partikel mikroplastik pada udang. Walkhinshaw *et al*. (2020) menjelaskan bahwa secara garis besar terdapat dua cara biota perairan terpapar mikroplastik yaitu mikroplastik secara tidak sengaja termakan oleh udang atau konsumsi secara tidak langsung dari transfer trofik yang berasal dari mangsa yang dikonsumsi. Manalu (2017) menjelaskan bahwa temuan mikroplastik dengan berbagai warna didalam tubuh organisme dikarenakan oleh warna mikroplastik serupa dengan mangsa alami organisme, misalnya zooplankton atau fitoplankton. Suwartiningsih *et al*. (2020) menjelaskan lebih lanjut bahwa mikroplastik berwarna coklat mirip dengan mangsa alami organisme perairan yaitu polychaeta dan bacillariophyceae.

Smith *et al*. (2018) menjelaskan bahwa sebagian besar mikroplastik dapat terdeteksi pada saluran pencernaan organisme, bahkan ukuran mikroplastik yang lebih kecil dapat ditransfer dari saluran pencernaan ke sistem peredaran darah dan jaringan tubuh yang lainnya. Berdasarkan hasil penelitian Devriese *et al*. (2015) mikroplastik dapat ditemukan pada tubuh udang tepatnya pada saluran pencernaan, kepala atau insang udang tetapi tidak dapat ditemukan pada jaringan perut (daging). Pada umumnya ketika mengonsumsi udang kecil saluran pencernaan udang tidak dipisahkan, sehingga dapat berpotensi mikroplastik dapat ditransfer ke tubuh manusia melalui proses memakan udang.

4.1.2 Tipe Mikroplastik Pada Udang

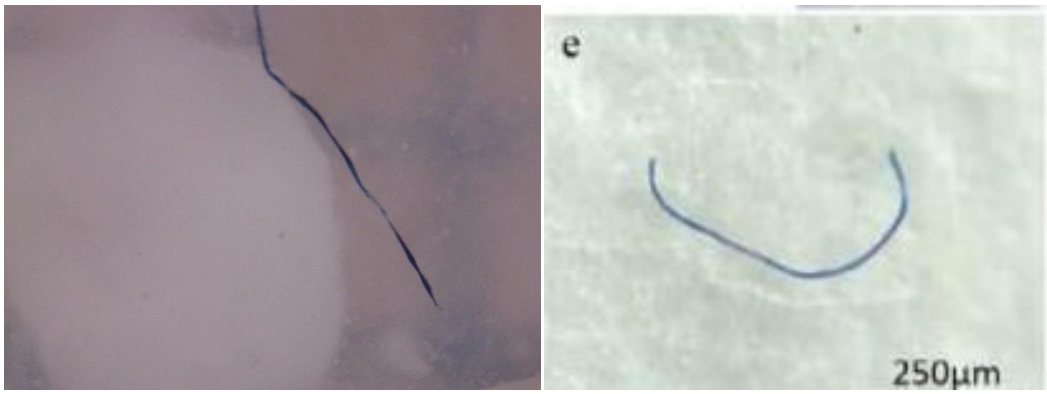
Sampel-sampel udang yang didapatkan kemudian dianalisis di laboratorium untuk dilakukan pengamatan mikroplastik meliputi tipe dan ukuran di bawah mikroskop. Aryunita *et al*. (2021) menyebutkan bahwa karakterisasi mikroplastik bertujuan untuk penduga awal sumber mikroplastiknya. Semua sampel udang yang telah diambil dari Waduk Selorejo di 5 titik stasiun terdapat mikroplastik dengan jumlah yang berbeda-beda. Data perolehan jumlah, tipe dan ukuran mikroplastik pada tiap sampel udang tiap stasiun dapat dilihat pada (*Lampiran 5*). Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menyebabkan adanya mikroplastik pada ekosistem Waduk Selorejo, meliputi adanya jumlah timbunan sampah plastik di lima stasiun pengambilan sampel udang.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, mikroplastik dikelompokkan menjadi beberapa tipe meliputi tipe fiber, filamen, fragmen dan granul. Jumlah mikroplastik tipe fiber paling banyak dapat ditemui di *inlet* Sungai Konto, jumlah mikroplastik tipe filamen paling banyak dapat ditemui di stasiun pemukiman (Desa Kaumrejo), jumlah mikroplastik tipe fragmen paling banyak dapat ditemui di stasiun daerah wisata, jumlah mikroplastik tipe granul paling banyak dapat ditemui di stasiun *inlet* Sungai Konto (Gambar 4.2). Waduk Selorejo mendapat suplai air dari Sungai Konto. Sungai Konto melewati dusun Sukoanyar, desa Mulyorejo, kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang.



Gambar 4.2 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Klasifikasi Tipe

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan, terdapat aktivitas masyarakat yaitu mencuci baju pada Sungai Konto. Aktivitas yang dilakukan masyarakat tersebut merupakan salah faktor adanya mikroplastik tipe fiber di aliran sungai konto dan berpotensi masuk ke Waduk Selorejo melalui *inlet* Sungai Konto. Mikroplastik tipe fiber dapat dilihat pada Gambar 4.3. Mikroplastik tipe serat atau fiber merupakan mikroplastik sekunder yang berasal dari plastik yang lebih besar.



(a) (b)

Gambar 4.3 Mikroplastik Tipe Fiber. (a) Mikroplastik Tipe Fiber (Dokumentasi Pribadi), (b) Mikroplastik Tipe Fiber (Abbasi *et al*., 2018)

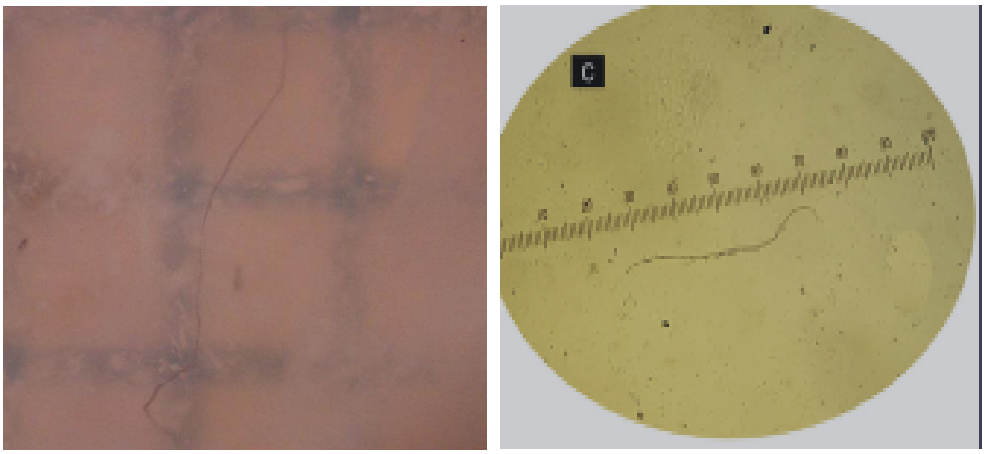
Su *et al*. (2019) menyebutkan bahwa mikroplastik tipe fiber lebih banyak ditemukan di lingkungan, sedangkan tipe fragmen, filamen, dan granul jumlanya lebih sedikit. Hal tersebut dikarenakan, potongan plastik yang lebih besar tidak dapat dipecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dalam waktu yang singkat di lingkungan. Mikroplastik tipe fiber dapat langsung dihasilkan oleh manusia dari aktivitas manusia sehari-hari dan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi di dalam air daripada mikroplastik yang lainnya, sehingga lebih mudah ditangkap oleh makroinvertebrata di lingkungan air. Tuhumury dkk. (2021) menjelaskan bahwa sumber utama mikroplastik tipe fiber umunya berasal dari proses pencucian pakaian atau baju yang menghasilkan sisa serat, kemudian dikeluarkan dan dibuang ke perairan.

Boucher and Friot (2017) menjelaskan bahwa sumber terbesar adalah serat mikroplastik yang berasal dari pencucian tekstil sintetis dan partikel erosi ban. Acharya *et al*. (2021) menjelaskan bahwa mikroplastik tipe fiber adalah yang paling melimpah di antara berbagai tipe mikroplastik yang ditemukan di lingkungan. Saluran pembuangan domestik dan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dianggap sebagai jalur utama pelepasan mikroplastik fiber di lingkungan. Mikroplastik tipe fiber dapat dengan mudah lolos dari IPAL dan industri karena ukurannya yang relatif lebih kecil, sehingga dapat masuk sungai, danau dan lautan. Berdasarkan data penelitian Opperskalski *et al*. (2019) jumlah penggunaan dan produksi bahan tekstil sintetis terus meningkat (misalnya poliester), sehingga dapat berpotensi menyumbang mikroplastik fiber di lingkungan semakin tinggi. Napper dan Thompson (2016) menjelaskan bahwa campuran poliester dan kapas melepaskan serat lebih sedikit dibandingkan dengan kain akrilik atau poliester murni.

Hasil dari penelitian Browne *et al*. (2011) menjelaskan bahwa pakaian poliester tunggal dapat melepaskan serat atau fiber sekali pencucian. Pada umumnya bahan dari mikropastik tipe serat adalah poliester, *poliester-cotton*, akrilik, poliamida, *polyprophylene*, dan *polyethylene*. Rebelein *et al*. (2021) menjelaskan, selain adanya aktivitas mencuci yang menyebabkan tingginya jumlah mikroplastik tipe fiber, disintegrasi bahan tekstil tanpa adanya proses

mencuci meliputi bendera, furnitur, karpet, dan kasur juga dapat mengkontribusikan mikroplastik tipe fiber di lingkungan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan mikroplastik tipe filamen pada beberapa titik pengambilan sampel (*Lampiran 5)*. Foto pengamatan mikroplastik tipe filamen dapat dilihat pada Gambar 4.4. Jumlah mikroplastik tipe filamen yang paling banyak adalah pada sampel udang yang diambil dari daerah pemukiman (Desa Kaumrejo). Sedangkan jumlah mikroplastik yang paling sedikit adalah pada sampel udang yang diambil dari stasiun wisata, *inlet* Sungai Konto, dan *inlet* Sungai Kwayangan (Gambar 4.2). Mikroplastik tipe filamen memiliki bentuk hampir sama dengan tipe fiber, tetapi memiliki warna yang berbeda yaitu transparan. Mikroplastik tipe filamen berasal dari aktivitas nelayan yaitu dari jaring nelayan yang telah rapuh.



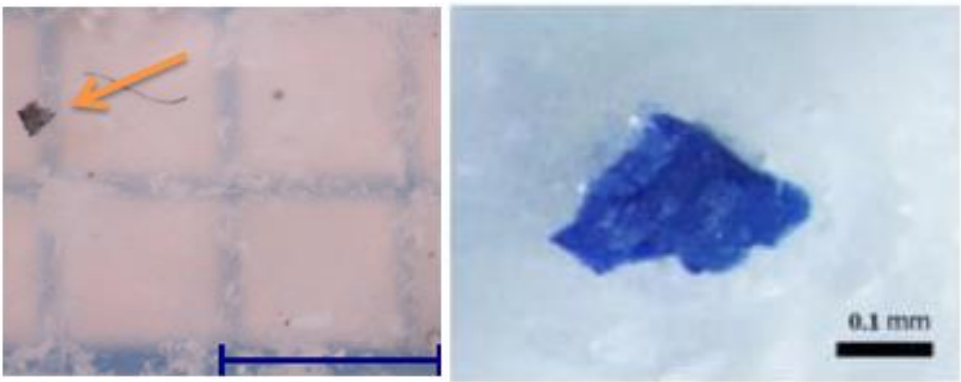
(a) (b)

Gambar 4.4 Mikroplastik Tipe Filamen. (a) Mikroplastik Tipe Filamen (Dokumentasi Pribadi), (b) Mikroplastik Tipe Filamen (Hossan *et al.*, 2020)

Frias *et al*. (2018) menjelaskan bahwa mikroplastik tipe filamen memiliki warna putih buram dan transparan. Menurut Lolodo dan Nugroho (2019) mikroplastik filamen berasal dari sampah rumah tangga yang secara umum merupakan tas plastik transparan. Hasil penelitian Nunes *et al*. (2021) menjelaskan bahwa ikan *Eugerres brasilianus* terpapar 16 mikroplastik tipe filamen dan 45 mikroplastik tipe fragmen. Berdasarkan hasil penelitian Tanaka

and Takada (2016) mikroplastik tipe filamen adalah polimer seperti benang yang terfragmentasi dari tali dalam penangkapan ikan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan mikroplastik tipe fragmen pada beberapa titik pengambilan sampel (*Lampiran 5)*. Foto pengamatan mikroplastik tipe fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.5. Jumlah mikroplastik tipe fragmen yang paling banyak adalah pada sampel udang yang diambil dari stasiun wisata waduk selorejo, sedangkan tidak ditemukan mikroplasik fragmen pada sampel udang yang diambil dari stasiun *outlet* sungai Konto (Gambar 4.2). Sumber mikroplastik tipe fragmen adalah dari pecahan kantong dan kemasan plastik berukuran besar ke bentuk yang lebih kecil (mikro) yang tidak beraturan. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, dapat ditemui kantong plastik sekali pakai hasil aktivitas masyarakat atau wisatawan di badan air waduk. hal tersebut berpotensi adanya mikroplastik tipe fragmen yang terakumulasi di Waduk Selorejo.



(a) (b)

Gambar 4.5 Mikroplastik Tipe Fragmen. (a) Mikroplastik Tipe Fragmen (Dokumentasi Pribadi), (b) Mikroplastik Tipe Fragmen (Chamchoy *et al*., 2021)

Nugroho dkk (2018) menjelaskan mikroplastik tipe fragmen adalah hasil pecahan plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat. Pada penelitian Tanaka and Takada (2016) menjelaskan bahwa mikroplastik fragmen memiliki permukaan tepi tajam dengan adanya retakkan. Mikroplastik tipe fragmen berasal dari polimer tipis. Mateos *et al*. (2020) menjelaskan lebih lanjut bahwa bentuk

mikroplastik yang terfragmentasi digambarkan dengan fragmen kecil yang tidak beraturan, retak berbentuk setengah bola. Fragmentasi plastik melalui proses fotodegradasi, mekanis (abrasi), dan aktivitas mikrobiologis. Plastik bahan polietilen adalah polimer yang menghasilkan jumlah fragmen paling sedikit dibandingkan dengan polypropylene dan styrofoam. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Mateos *et al*. (2020) ditemukan mikroplastik tipe fragmen di bagian *thorax*, abdomen, dan saluran usus hewan *Gammarus duebeni*. Pada penelitian Dodson *et al.* (2020) mikroplastik tipe fragmen pada umumnya berasal dari plastik jenis polietilen (PE). Menurut Amin *et al*. (2020) mikroplastik tipe fragmen bersumber dari degradasi plastik besar, botol minuman, toples bekas, mika, serpihan galon, bungkus nasi, dan kemasan makanan cepat saji.

Berdasarkan penelitian yanag telah dilakukan, ditemukan mikroplastik tipe granul pada beberapa titik pengambilan sampel (*Lampiran 5),* foto pengamatan mikroplastik tipe granul dapat dilihat pada Gambar 4.6. Jumlah mikroplastik tipe granul paling banyak ditemukan pada stasiun *inlet* Sungai Konto dan tidak ditemui pada sampel udang yang diambil dari stasiun *outlet* waduk, pemukiman (Desa Kaumrejo) dan *inlet* Sungai Kwayangan (Gambar 4.2). Mikroplastik tipe granul memiliki bentuk bulat dan termasuk mikroplastik primer.

(a)

(b)

Gambar 4.6 Mikroplastik Tipe Granul. (a) Mikroplastik Tipe Granul (Dokumentasi Pribadi), (b) mikroplastik tipe granul (Wu *et al*., 2018).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rahim *et al*. (2019) menjelaskan bahwa ditemukan mikroplastik tipe granul atau butiran dari sabun,

dan termasuk jenis plastik polietilen. Bour *et al*. (2020) menjelaskan bahwa adanya *microbeads* dalam tubuh udang dikarenakan ukurannya yang sangat kecil sehingga dapat lolos dalam pengolahan limbah, kemudian *microbeds* dapat tenggelam ke dasar perairan akibat adanya proses biofuling. Hal tersebut mengakibatkan udang sebagai hewan yang biasanya mencari makan di dasar perairan tidak sengaja memakan *microbeads*, karena *microbeads* memiliki warna dan bentuk mirip makanannya. Faruqi (2019) menjelaskan bahwa mikroplastik tipe granul adalah partikel kecil yang dimanfaatkan untuk bahan produk industri.

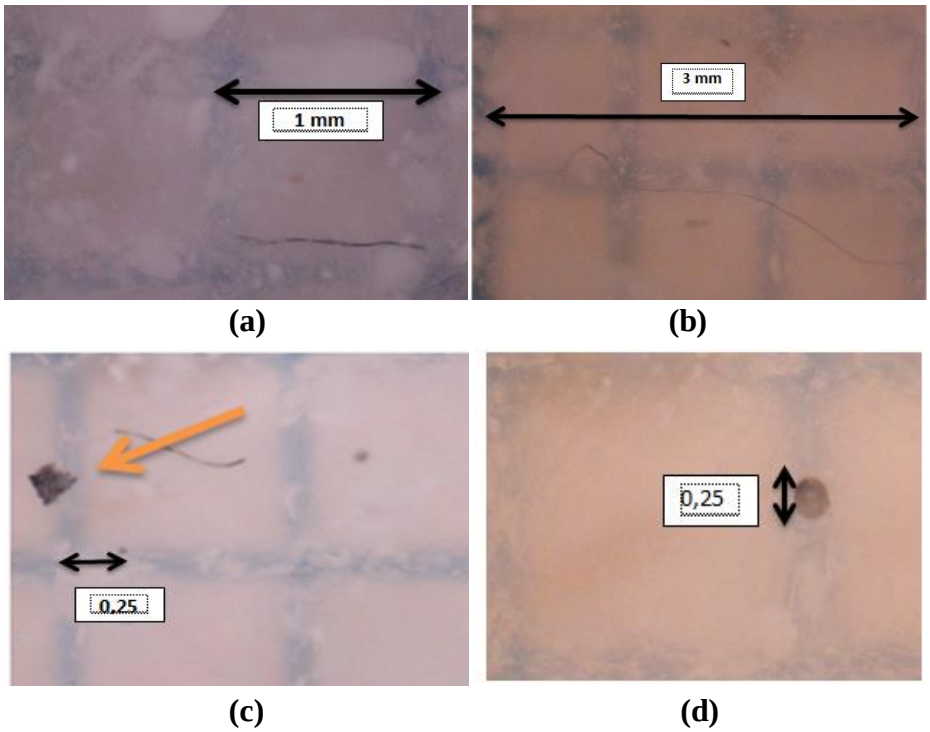
Zhang *et al*. (2017) menjelaskan bahwa selain digunakan dalam industri kecantikan, mikroplastik tipe granul juga digunakan pada produk kebersihan dengan nama lain *microbeads*. Miraj *et al*. (2019) menjelaskan bahwa mikroplastik tipe granul digunakan untuk menggantikan bahan alami pengelupasan kulit (*scrub*). Menurut Eriksen *et al*. (2013) & Gouin *et al*. (2015), mikroplastik tipe granul memiliki ciri-ciri ukuran yang lebih kecil daripada mikroplastik tipe pellet, dengan ukuran 1 mm atau lebih kecil. Pada umumnya, mikroplastik tipe granul termasuk jenis plastik polietilen (PE), polipropilen (PP), polimetil metakrilate (PMMA), polietilen tereftalat (PET), dan Nilon. Wang *et al*. (2018) menjelaskan bahwa ukuran *microbeads* yang kecil dapat dengan mudah melewati sistem penyaringan dan melewati badan air. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Napper *et al*. (2015) menunjukkan bahwa *microbeads* bertindak sebagai vektor transportasi bahan kimia yang diserap.

4.1.3 Ukuran Mikroplastik Pada Udang

Rata-rata ukuran mikroplastik tipe fiber yang ditemukan di waduk selorejo adalah 1 mm sampai dengan 2 mm. Rata-rata ukuran mikroplastik tipe filamen yang ditemukan di Waduk Selorejo adalah 0,95 mm sampai dengan 1,75 mm. Rata-rata ukuran mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan di Waduk Selorejo adalah 0,3 mm sampai dengan 0,5 mm. Rata-rata ukuran mikroplastik tipe granul yang ditemukan di Waduk Selorejo adalah 0,3 mm sampai dengan 0,4 mm, data rata-rata ukuran mikroplastik tiap tipe dapat dilihat pada (*Lampiran 5*). Eriksen *et al.* (2013) ukuran mikroplastik tipe granul di badan air adalah kurang dari 1 mm. Berdasarkan hasil penelitian Nan *et al*. (2020) Jumlah mikroplastik yang dominan ditemukan pada tubuh udang famili Atyidae adalah tipe fiber. Rata-

rata ukuran mikroplastik dari semua tipe yang ditemukan adalah 0,036 hingga 4,668 mm.

Mikroplastik secara umum memiliki ukuran kurang dari 5 mm. Penelitian ini menggunakan saring sablon tipe TI65 ukuran mesh 420 sama dengan 31 µm, jika dikonversikan maka menjadi 0,031 mm. Mikroplastik yang tersaring dan diamati saat penelitian adalah mikroplastik dengan ukuran lebih dari 31 µm atau 0,031 mm dan mikroplastik dengan ukuran kurang dari 0,031 mm akan lolos saat penyaringan dan tidak diamati. Pengamatan ukuran mikroplastik dilakukan dibawah mikroskop stereo dengan bantuan kertas milimeter block dan skala pada mikroskop, jika dikonversikan 0,1 cm sama dengan 1 mm. Maka umumnya mikroplastik yang didapatkan dan diamati memiliki ukuran ≥ 0,031 mm sampai dengan ≤ 5 mm (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Ukuran Mikroplastik, (a) Mikroplastik Fiber Ukuran 1 mm, (b) Mikroplastik Filamen Ukuran 3 mm, (c) Mikroplastik Fragmen Ukuran 0,25 mm, (d) Mikroplastik Granul Ukuran 0,25 mm (Dokumentasi Pribadi)

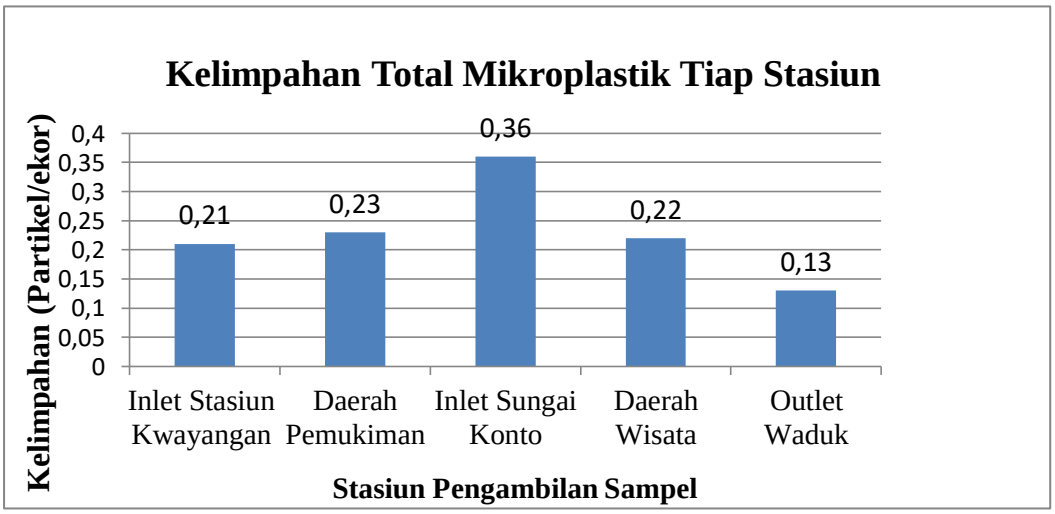
Azizah dkk. (2020) menjelaskan bahwa ukuran mikroplastik yang bervariasi di pengaruhi oleh waktu pada proses fragmentasi mikroplastik di perairan, semakin lama waktu fragmentasi mikroplastik maka ukuran mikroplastik akan semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan oleh adanya radiasi sinar UV dan gelombang perairan. Wessel *et al*. (2016) menyebutkan bahwa umumnya ukuran mikroplastik berkisar antara 0,2 mm dan 1 mm atau 1 mm dan 5 mm. Pada penelitian Nan *et al*. (2020) menjelaskan bahwa udang air tawar memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil, sehingga mereka cenderung menelan mikroplastik yang berukuran relatif kecil juga. Kankanige and Babel (2020) menjelaskan dalam hasil penelitiannya bahwa ukuran dan tipe mikroplastik adalah karakteristik utama yang memengaruhi penyerapan mikroplastik dan translokasi setelah mikroplastik tertelan dalam tubuh organisme. Plastik dengan ukuran mikro dan nano dapat melintasi sel epitel usus. Mikroplastik dengan ukuran 50 µm telah terdeteksi bertranslokasi dari kelenjar limfa ke hati dan menyebabkan inflamasi.

4.2 Analisis Kelimpahan Total Mikroplastik Pada Udang

Nilai kelimpahan total pada tiap stasiun pengambilan sampel adalah berbeda-beda (*Lampiran 6*). Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kelimpahan disajikan pada persamaan 3.1. Perhitungan nilai kelimpahan total mikroplastik dihitung berdasarkan jumlah sampel udang dan jumlah partikel mikroplastik yang didapatkan saat penelitian. Nilai kelimpahan total mikroplastik paling tinggi adalah pada sampel udang yang diambil di stasiun *inlet* Sungai Konto yaitu 0,36 partikel/ekor (Gambar 4.8). Nilai Kelimpahan tipe mikroplastik paling tinggi adalah fiber yang ditemukan di stasiun *inlet* sungai konto, kedua filamen yang ditemukan di stasiun daerah pemukiaman (Desa Kaumrejo), ketiga fragmen yang ditemukan di stasiun daerah wisata, *inlet* sungai konto dan *inlet* sungai kwayangan dan terakhir granul yang ditemukan di stasiun *inlet* sungai konto (Gambar 4.9).

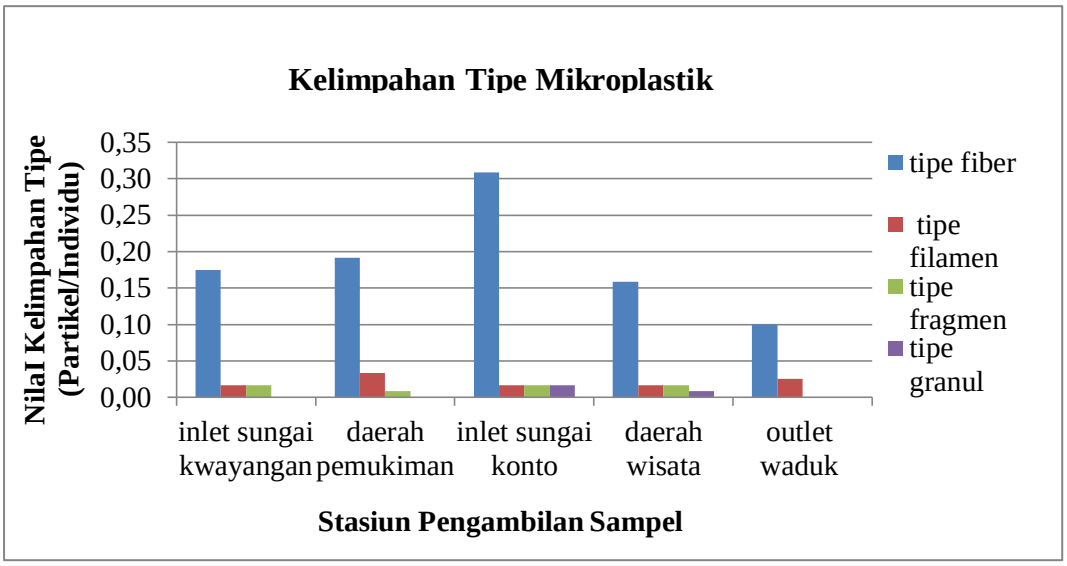
Berdasarkan hasil wawancara ke nelayan, Waduk Selorejo mendapat masukan air dari Sungai Pijal, Sungai Kwayangan dan Sungai Konto, air tersebut ditampung di waduk untuk selanjutnya diamanfaatkan. Hasibuan dkk. (2020) menjelaskan bahwa kelimpahan dan distribusi mikroplastik dipengaruhi oleh

faktor lingkungan meliputi arus gelombang, pasang surut, arah angin dan hidrodinamika. Menurut Zientika dkk. (2021) Perbedaan nilai kelimpahan yang dihasilkan pada tiap stasiun berbeda dikarenakan adanya karakteristik stasiun yang berbeda. Kelimpahan mikroplastik sangat dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik.



Gambar 4.8 Kelimpahan Total Mikroplastik Tiap Stasiun

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, pada daerah *inlet* Sungai Konto terdapat banyak sampah plastik yang tersangkut di sedimen pinggir waduk. Hal tersebut terlihat saat waduk dalam keadaan surut. Selain itu, terdapat sampah plastik yang berada di badan air sehingga berpotensi adanya mikroplastik di Waduk Selorejo. Sungai Konto mengaliri daerah Mulyorejo, Banjarejo, Purworejo dan selanjutnya ditampung di waduk Selorejo. Berdasarkan penelitian Suryanto (2011). Waduk Selorejo mendapat suplai air dari Sungai Konto, Sungai Pijal dan Sungai Kwayangan. Air sungai tersebut berpotensi mendapat masukan limbah dari sektor pertanian dan pemukiman penduduk. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Ismi dkk. (2019), yang menyatakan bahwa jumlah sampah plastik disuatu ekosistem yang tinggi berkorelasi dengan jumlah mikroplastik yang tinggi. Adanya mikroplastik di suatu ekosistem dipengaruhi oleh aktivitas manusia yaitu pembuangan limbah rumah tangga dan pemancingan. Hien *et al*. (2020) menjelaskan bahwa komposisi mikroplastik yang bervariasi antar lokasi dapat dikaitkan dengan aktivitas antropogenik di setiap lokasi.



Gambar 4.9 Kelimpahan Tipe Mikroplastik Tiap Stasiun

.

Nilai kelimpahan mikroplastik pada sampel yang diperoleh dari stasiun daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) yaitu 0,23 partikel/ekor. Terdapat beberapa tumpukan sampah hasil aktivitas masyarakat. Sampah-sampah tersebut tidak dikelola dengan baik dan berpotensi masuk ke badan air waduk. Pada daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) juga terdapat aktivitas nelayan. Terdapat alat-alat yang digunakan nelayan meliputi jaring udang, jaring ikan, dan alat pancing yang sudah lama dan beberapa rapuh sehingga berpotensi pecah dan menghasilkan mikroplastik.

Nilai kelimpahan mikroplastik pada sampel yang diperoleh dari stasiun daerah wisata yaitu 0,22 partikel/ekor. Waduk Selorejo terkenal dengan adanya wisata, pada daerah wisata terdapat beberapa fasilitas meliputi kuliner hasil nelayan, penginapan wisatawan, perahu dan taman wisata Waduk Selorejo. Adanya fasilitas tersebut banyak wisatawan yang berkunjung ke Waduk Selorejo. Hal tersebut merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya tumpukan sampah liar di badan air waduk. Sampah-sampah tersebut terlihat saat studi pendahuluan dan saat pengambilan sampel udang, sampah yang dimaksud adalah dari jenis sampah plastik kemasan makanan. Sampah plastik dapat terdegradasi menjadi mikroplastik dan berpotensi mengontaminasi Waduk Selorejo dan organisme waduk salah satunya udang.

Nilai kelimpahan mikroplastik pada sampel yang diperoleh dari stasiun *inlet* Sungai Kwayangan yaitu 0,21 partikel/ekor. Pada stasiun ini terdapat satu titik timbunan sampah. Sampah-sampah tersebut merupakan hasil dari aktivitas masyarakat desa Kaumrejo yang memanfaatkan lahan dekat *inlet* Sungai Kwayangan menjadi TPS (Tempat Pembuangan Sementara). Timbunan sampah di *inlet* Sungai Kwayangan hanya ditemui satu titik saja.

Nilai kelimpahan mikroplastik pada sampel yang diperoleh dari stasiun *outlet* Waduk Selorejo yaitu 0,13 partikel/ekor. Nilai kelimpahan pada stasiun ini ditemukan paling sedikit daripada stasiun lainnya. Pada stasiun ini tidak ditemukan timbunan sampah tetapi ada beberapa sampah plastik kemasan yang terlihat di badan air waduk. *Outlet* Waduk Selorejo merupakan aliran terakhir sebelum air dari Waduk Selorejo dikeluarkan ke sungai.

Kondisi Waduk Selorejo saat pengambilan sampel adalah musim kemarau sehingga air waduk surut. Banyak sampah khususnya plastik terlihat pada sedimen waduk yang menumpuk dan tersangkut. Kondisi tersebut juga dimanfaatkan oleh para nelayan untuk memancing dan menjaring ikan serta udang. Berdasarkan hasil wawancara nelayan dan terlihat juga banyak aktivitas memancing dan menjaring ikan dan udang terutama di daerah pemukiman (Desa Kaumrejo), *inlet* Sungai Konto dan wisata, musim kemarau sangat dimanfaatkan oleh nelayan untuk aktivitas memancing dan menjaring ikan. Kondisi waduk yang surut, memudahkan mendapatkan ikan dan udang daripada saat musim hujan. Nilai kelimpahan mikroplastik tiap stasiun berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi perairan. Kondisi tiap stasiun pengambilan sampel dapat dilihat pada (*Lampiran 1*).

Windsor *et al*. (2019) menjelaskan bahwa mikroplastik dapat memasuki saluran air melalui beberapa jalur, termasuk pembuangan air limbah, limpasan dan transportasi angin dari limbah yang dibuang secara tidak memadai, serta membuang sampah sembarangan. Yuan *et al*. (2019) menjelaskan bahwa kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh limbah domestik dari mesin cuci yang mengandung bahan serat sintetis, aktivitas nelayan yang menggunakan alat tangkap meliputi jaring ikan, dan tali pancing yang sudah rapuh dan penggunaan tas plastik yang terfragmentasi. Hal tersebut dapat berkontribusi menambah

jumlah mikroplastik di lingkungan. Adanya mikroplastik pada organisme menurut Neves *et al*. (2015) dipengaruhi oleh jenis organisme yang digunakan dalam penelitian, kondisi habitat, kebiasaan makan, densitas partikel plastik, serta keberadaan partikel mikroplastik pada lingkungan.

Faktor pendukung lain adanya mikroplastik pada tubuh udang adalah dikarenakan udang berperan sebagai pemakan bangkai dan detriturs perairan karena udang merupakan hewan yang rakus (Wowor *et al*., 2009). Adanya kelimpahan mikroplastik pada tubuh udang menimbulkan efek pada kesehatan udang, seperti yang dijelaskan pada penelitian Sonakowska *et al*. (2016), Lei *et al*. (2018), Murray & Cowie (2011) dan Welden & Cowie (2016), mikroplastik dapat merusak organ pencernaan dengan cara menumpuk dan menyumbat saluran pencernaan. Athira & Jaya (2018); Selvaraj dkk. (2015); dan Vandenberg *et al*. (2012), menjelaskan bahwa beberapa pewarna kimia yang digunakan dalam proses produksi tekstil telah terbukti sangat beracun, misalnya gangguan endokrin akibat kandungan *plasticizer* Pada penelitian Dawson *et al*. (2018) dan Cau *et al*. (2020) mikroplastik yang lebih besar dapat terfragmentasi secara mekanis di perut udang. Mikroplastik dapat masuk ke dalam kelenjar usus tengah, kemudian partikulat logam yang tidak dapat dicerna disimpan dalam vakuola sel B dan dimasukkan ke dalam lumen untuk disalurkan ke feses. Tuhumury *et al*. (2021) menjelaskan bahwa bahaya mikroplastik yang perlu di waspadai adalah kenadungan kimia plastik yang dapat terserap dalam tubuh organisme.

4.3 Penanggulangan Keberadaan Mikroplastik Berdasarkan Sudut Pandang Islam

Alam diciptakan oleh Allah ﷻ dengan kondisi yang seimbang dan selaras, maka manusia sebagai pelaku di lingkungan atau alam harus memerhatikan bagaimana menjaga keseimbangan lingkungan tanpa merusaknya. Alam atau lingkungan yang tidak seimbang menyebabkan adanya kerusakan di dalamnya. Sebagaimana yang dijelaskan dalam firman Allah ﷻ dalam Q.S Ar-Rahman [55]: 7-9 :

وَٱلسَّمَآءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ ٱلۡمِيزَانَ ۝٧ أَلَّا تَطۡغَوۡاْ فِي ٱلۡمِيزَانِ ۝٨ وَأَقِيمُواْ ٱلۡوَزۡنَ بِٱلۡقِسۡطِ وَلَا تُخۡسِرُواْ ٱلۡمِيزَانَ ۝٩

Artinya : "Dan langit telah ditinggikan-Nya dan Dia ciptakan keseimbangan. Agar kamu jangan merusak keseimbangan itu. Dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan itu." (Q.S Ar-Rahman [55]: 7-9)

Berdasarakan Al-Quran surat Ar-Rahman diatas dalam tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa makna yang dimaksud pada ayat ke-7 adalah keadilan. Pada ayat ke-8 dijelaskan bahwa Allah ﷻ mencipatakan langit dan bumi dengan *haq* dan adil agar segala sesuatu berjalan dengan baik, dilanjutkan pada ayat ke-9 bahwa janganlah kamu mengurangi timbangan tetapi timbanglah dengan benar dan adil (Ibnu Katsir, 2004).

Prinsip keadilan dan keseimbangan harus diterapkan oleh manusia ketika berinteraksi dengan alam. Manusia tidak boleh mengeksploitasi atau merusak alam yang telah ditetapkan oleh Allah ﷻ dalam keadaan seimbang. Maka harus menerapkan prinsip keberlanjutan, kelestarian alam dan keseimbangan ekosistem. Limbah di lingkungan menjadi suatu permasalahan yang harus ditangani dengan baik. Seperti halnya pada aktivitas manusia saat ini, limbah sangat erat kaitannya dengan proses produksi suatu bahan dari berbagai sektor industri. Pola konsumsi dan gaya hidup masyarakat yang semakin meningkat memunculkan beragam jenis industri. Akibat adanya beragam jenis industri yang muncul tersebut maka semakin beragam dan kompleks juga limbah yang dihasilkan.

Salah satu contohnya adalah industri kemasan plastik, limbah bahan produksi dan plastik yang dihasilkan oleh industri telah membahayakan lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Poin keseimbangan yang dimaksud adalah meskipun industri tetap berjalan, maka harus ada solusi untuk menanggulangi sampah plastik yang dihasilkan. Cara lain yang dapat dilakukan adalah membuat industri yang keberlanjutan dan ramah lingkungan atau dengan menerapkan sistem ekonomi sirkular. Hal ini adalah salah satu cara untuk tetap menjaga ciptaan Allah ﷻ untuk tetap seimbang, sebagaimana yang telah dijelaskan dalam Q.S Al-Mulk ayat 3-4.

ٱلَّذِى خَلَقَ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ طِبَاقًا ۖ مَّا تَرَىٰ فِى خَلْقِ ٱلرَّحْمَٰنِ مِن تَفَٰوُتٍ ۖ فَٱرْجِعِ ٱلْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾ ثُمَّ ٱرْجِعِ ٱلْبَصَرَ كَرَّتَيْنِ يَنقَلِبْ إِلَيْكَ ٱلْبَصَرُ خَاسِئًا وَهُوَ حَسِيرٌ ﴿٤﴾

Artinya : Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?. Kemudian pandanglah sekali lagi niscaya penglihatanmu akan kembali kepadamu dengan tidak menemukan sesuatu cacat dan penglihatanmu itupun dalam keadaan payah."(Q.S. Al-Mulk [67]: 3-4)

Berdasarkan Al-Quran surat Al-Mulk di atas tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa semua ciptaan Allah ﷻ saling bersesuaian dan seimbang, tidak ada pertentangan, benturan, ketidakcocokan, kekurangan, aib dan kerusakan. Bahkan di langitpun tidak terdapat suatu kecacatan, kerusakan atau ketidakseimbangan (Ibnu Katsir, 2004).

Keseluruhan aspek yang dimaksud, meliputi pencipta alam (Allah ﷻ), Manusia dan alam merupakan satu kesatuan. Agama islam telah membahasnya dalam fiqih *muamalah* yang merupakan salah satu dari syari'at islam. Sandy dkk., (2019) menjelaskan bahwa *muamalah* adalah aspek ajaran yang mengatur kehidupan manusia dalam hubungan dengan manusia, Allah ﷻ dan alam. Terdapat 3 *muamalah* meliputi *muamalah ma'al khaliq* yaitu hubungan dengan pencipta (Allah ﷻ), Allah ﷻ menciptakan alam dan seluruh isinya dalam keadaan yang seimbang, tidak ada kecacatan dan bahkan hampir sempurna. Seperti yang telah dijelaskan dalam surat Al-Mulk ayat 3-4. Pada penelitian yang telah dilakukan, Allah ﷻ telah menciptakan udang dengan sempurna dan memiliki protein hewani yang tinggi, sehingga dapat dikonsumi oleh spesies sesuai urutan rantai makanan serta dikonsumsi manusia untuk memenuhi kebutuhan gizi. Selain itu, terdapat ekosistem perairan seperti Waduk Selorejo yang diperuntukkan sebagai tempat tinggal udang dan biota perairan lainnya. Orgaisme perairan

tersebut berhak hidup di ekosistem perairan yang bersih dan terhindar oleh mikroplastik. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa terdapat mikroplastik pada tubuh udang, dalam hal ini manusia harus memiliki kepedulian atas ciptaan Allah ﷻ tersebut dengan menjaga, merawat dan tidak merusaknya.

Muamalah ma'annas yaitu hubungan manusia dengan individu atau kelompok. Seperti pada penelitian ini, setiap manusia harusnya memiliki sikap yang baik terhadap manusia lainnya. Aktivitas masyarakat Waduk Selorejo yaitu membuang sampah ke lingkungan perairan waduk akan merugikan dan membahayakan manusia lainnya. Sampah plastik yang dibuang, seiring berjalannya waktu akan menjadi mikroplastik. Mikroplastik tersebut secara sengaja ataupun tidak sengaja akan termakan organisme perairan Waduk Selorejo khususnya udang, kemudian udang tersebut dimakan oleh ikan dan manusia. Mikroplastik memiliki senyawa berbahaya salah satunya bisphenol-A dan *pththalate* sebagai pengganggu sistem hormon. Maka, akibat dari aktivitas membuang sampah plastik ke lingkungan tersebut akan membahayakan dirisendiri dan orang lain. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya sistem pengelolaan sampah plastik khususnya di darah Waduk Selorejo agar tidak mengontaminasi ekosistem waduk.

Menurut Mahyudin dkk. (2014), Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai sistem pengolahan limbah plastik yang minim. Sampai saat ini pengelolaan sampah di Indonesia hanya dilakukan oleh pemerintahan saja dengan urutan dari sumber sampah menutu TPS (Tempat Pembuangan Sementara) kemudian ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Faktanya sampah di TPA menimbulkan dampak buruk yaitu konflik dengan masyarakat. Maka, manusia menjadi salah satu khalifah di bumi mempunyai kewajiban dalam penanganan permasalahan sampah plastik dari proses produksi, penggunaan plastik hingga berakhir menjadi sampah. Sebagaimana yang telah dijelaskan dalam surat Al-Baqarah [2]: 30.

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَٰٓئِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي ٱلْأَرْضِ خَلِيفَةً ۖ قَالُوٓا۟ أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ ٱلدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۖ قَالَ إِنِّيٓ أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya : "Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, "Aku hendak menjadikan khalifah di bumi." Mereka berkata, "Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?" Dia berfirman, "Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."(Al-Baqarah [2]: 30)

Berdasarkan ayat tersebut dijelaskan bahwa manusia tidak hanya menggunakan plastik saja, tetapi mempunyai kewajiban juga dalam menangani dampak dari limbah yang dihasilkan. Pada ayat tersebut diperintahkan bahwa manusia harus segera memperbaiki perilakunya untuk tidak melakukan kerusakan di bumi dan mempunyai kewajiban untuk melestarikan lingkungan. terdapat perintah untuk selalu menjaga dan melestarikan lingkungan, dalam hadis HR.Tirmidzi No. 2723 yang berbunyi:

إِنّ اللّه تَعَالى طَيِّبٌ يُحِبُّ الطّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النّظَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكَرَمَ جَوَادٌ يُحِبُّ الْجُودَ فَنَظِّفُوا أَفْنِيَتَكُمْ (رواه التيرمدى):

Artinya : "sesungguhnya Allah menyukai kebaikan, kebersihan, kemuliaan, dan kebagusan, oleh karena itu bersihkanlah lingkunganmu." (H.R Tirmidzi No.2723)

Muamalah ma'al alam yaitu hubungan manusia dengan alam. Seperti yang dijelaskan dalam surat Al-Baqarah ayat 30, manusia sebagai khalifah di bumi seharusnya memiliki kepedulian terhadap alam di sekitarnya. Sebagaimana yang diperintahkan dalam Hadis Tirmidzi diatas, menjelaskan bahwa manusia seharusnya menjaga kebersihan lingkungan dan ikut menjaga ekosistem perairan dan daratan dari kerusakan, misalnya dari sampah plastik. Memulai dari meminimalisir produksi plastik dengan seminim mungkin menggunakana plastik sekali pakai hingga mengatasi persoalan sampah di lingkungan yaitu tidak membuang plastik sembarangan ke lingkungan dengan terlebih dahulu mengolahnya. Hal tersebut jika dilakukan dengan baik maka akan meminimalisir adanya mikroplastik di ekosistem perairan (Waduk Selorejo) dan biota didalamnya.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Jumlah mikroplastik tipe fiber seluruhnya adalah 112 partikel, jumlah mikroplastik tipe filamen adalah 13 partikel, jumlah mikroplastik tipe fragmen adalah 9 partikel, jumlah mikroplastik tipe granul seluruhnya adalah 3 partikel. Rata-rata ukuran mikroplastik tipe fiber adalah 1 mm sampai dengan 2,1 mm, tipe filamen adalah 0,95 mm sampai dengan 1,75 mm, tipe fragmen adalah 0,3 mm sampai dengan 0,5 mm, dan tipe granul adalah 0,3 mm sampai dengan 0,4 mm.
2. Kelimpahan total mikroplastik tertinggi adalah pada sampel udang *inlet* Sungai Konto adalah 0,36 partikel/ekor, kelimpahan total mikroplastik pada sampel udang daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) adalah 0,23 partikel/ekor, kelimpahan total pada sampel udang daerah wisata adalah 0,22 partikel/ekor, kelimpahan total pada sampel udang *inlet* Sungai Kwayangan adalah 0,21 partikel/ekor dan kelimpahan total pada *outlet* waduk adalah 0,13 partikel/ekor.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian mikroplastik yang dilakukan pada biota khususnya udang adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai karakteristik mikroplastik lebih detail untuk mengetahui asal polimernya.
2. Perlu adanya variasi ukuran saringan mikroplastik agar semua tipe mikroplastik dapat diidentifikasi
3. Pada perlakukan sampel harus dipastikan bahwa jaringan tubuh udang benar-benar hancur agar mudah dalam pengamatan mikroplastik dibawah mikroskop

4. Perlu penelitian lanjutan terkait efek toksikologi mikroplastik pada tubuh organisme terutama udang
5. Perlu adanya analisa mikroplastik pada organ spesifik udang, misalnya saluran pencernaan, sehingga dapat dipastikan akumulasi mikroplastik paling banyak pada organ bagian mana.
6. Perlu adanya sistem pengolahan sampah yang ada disekitar Waduk Selorejo untuk meminimalisir adanya keberadaan mikroplastik di Waduk Selorejo.

DAFTAR PUSTAKA

Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., & Hassanaghaei, M. (2018). Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*, *205*, 80-87.

Abi 'Isa Muhammad bin 'Isa bin Saurah At-Tirmidzi, Jami' Tirmidzi (Riyadh: Baith al-Afkar).

Acharya, S., Rumi, S. S., Hu, Y., & Abidi, N. (2021). Microfibers from synthetic textiles as a major source of microplastics in the environment: A review. *Textile Research Journal*, 0040517521991244.

Alabi, Okunola A., Ologbonjaye, Kehinde I., Awosolu, Oluwaseun., Alalade, Olufiropo E. 2019. Public and Environmental Health Effects of Plastic Waste Disposal : A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment.* 1(1)

Amin, B., Galib, M., & Setiawan, F. (2020). Preliminary Investigation on the Type and Ditribution of Microplastics in the West Coast of Karimun Besar Island. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 430, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.

Andrady, A.L. 2011. Microplastics in the Marine Environment. *Mar.Pollut Bull.*62 (3011): 1596-160

Annawaty, A., Wowor, D., Farajallah, A., Setiadi, A., Suryobroto, B. 2015. Habitat Preferences and Distribution of the Freshwater Shrimps of the Genus Caridina (Crustacea: Decapoda: Atyidae) in Lake Lindu, Sulawesi, Indonesia. *Journal of Biosciences*. 23 (45-50).

Ariyunita, S., Dhokhikah, Y., & Subchan, W. (2021). The First Investigation of Microplastics Contamination in Estuarine Located in Puger District, Jember Regency, Indonesia. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, *3*(1), 7-12.

Arnop, O., Budiyanto, B., Saefuddin, R. 2019. Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(1)

Athira, N., & Jaya, D. S. (2018). The Use of Fish Biomarkers for Assessing Textile Effluent Contamination of Aquatic Ecosystems: A Review. *Nature Environment & Pollution Technology*, *17*(1).

Avio, C.G., Gorbi, S., & Regoli. F. 2015. Experimental Development Of A New Protocol For Extraction And Characterization Of Microplastics In Fish Tis-Sues: First Observations In Commercial Species From Adriatic Sea. *Marine Environmental Re- Search*. 111: 18–26.

Ayuningtyas, W.C., Yona, Defri., Julinda, S.H., & Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan di Banyuurip,Gresik. Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*.3(1)

Azizah, P., Ridlo, A., Survono,C. 2020. Mikroplastik Pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 9(3)

Bour, A., Hossain, S., Taylor, M., Sumner, M., & Carney Almroth, B. 2020. Synthetic microfiber and microbead exposure and retention time in model aquatic species under different exposure scenarios. *Frontiers in Environmental Science*, *8*, 83.

Brate I. L. N., Eidsvoll D. P., Steindal C. C., Thomas K. V. 2016. Plastic Ingestion by Atlantic cod (*Gadus morhua)* from the Norwegian Coast. *Mor.Pollut. Bull.* 112:105-110

Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., & Thompson, R.C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates To The Circulatory System Of The Mussel, Mytilus Edulis (L.). *Environmental Science & Technology.* Vol.42

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: sources and sinks. *Environmental science & technology*, *45*(21), 9175-9179.

Cai, Yixiong., Peter, K. L. Ng., & Choy, S. 2017. Freshwater Shrimps of The Family Atyidae (Crustacea : Decapoda : Caridea) From Peninsular Malaysia and Singapore. *The Raffles Bulletin of Zoology.* 55(2).

Campanale, C., Massarelli, C., Savino,I., Locaputo, V., & Uricchio, V.F. 2020. A Detailed Review Study ocastron Potential Effects of Microplastics Iand Additives of Concern on Human Health. Int. J. Environ. Res. Public Health. 17, 1212.

Capolupo, M., Serensen, L., Jayasena, K. D., Both, A. M. 2020. Chemical Composition and Ecotoxicity of Plastic and Car Tire Rubber Leachates to Aquatic Organisms. *Water Research*. 169(115570).

Cardenas, A. M., Scott, D. T., Seitmaganbetova, G., N.A.M. Frank., Pelt, V., O'Halloran, J., Jansen. M. A. K. 2018. Polyethylene Microplastics Adhere to Lemna minor (L.), yet Have No Effects On Plant Growth or Feeding by Gammarus Duebeni (Lillj. *Science of the Total Environment*. 689. 413–421

Castro, P., Huber, M. E. 2003. Marine Biology. Fourth edition. The MCGraw-Hill Companies.

Cau, A., Avio, C. G., Dessì, C., Moccia, D., Pusceddu, A., Regoli, F., ... & Follesa, M. C. (2020). Benthic crustacean digestion can modulate the environmental fate of microplastics in the deep sea. *Environmental science & technology*, *54*(8), 4886-4892.

Chamchoy, C., & Yeemin, T. (2021). The particles of microplastics in shrimp paste from the Gulf of Thailand and the Andaman Sea. *Ramkhamhaeng International Journal of Science and Technology*, *4*(1), 27-34.

Chang, X., Xue, Y., Li, J., Zou, L., Tang, M., 2019.Potential Health Impact of Environmental Micro- and Nanoplastics Pollution. *Journal of Applied Toxicology*. 40. 4-15

Chatterjee & Sharma, 2019. Microplastics In Our Oceans And Marine Health. The Veolia Institute Review - Facts Reports

Claessens, M., Meester, S. D., Landuyt, L. V., Clerck, K. D., & Janssen, C. R. 2011. Occurrence And Distribution Of Microplastic In Marine Sediments Along The Belgian Cost. *Marine Pollution Bulletin.* Vol. 62

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. 2011. Microplastics As Contaminants In The Marine Environment: A Review. *Marine Pollution Bulletin*. 62(12):2588-2597

Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, *47*(12), 6646-6655.

Cordova, M. R. (2017). Pencemaran Plastik Di Laut. *Oseana*, *42*(3), 21-30.

Cristoper, Ricky., Simarmata, A. H., & Sihotang, C. 2018. Kondisi Limnologis Waduk Koto Tibun Kabupaten Kampar Provinsi Riau Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia. Fakultas Perikanan dan Kelautan : Universitas Riau

Crawford, C. B., & Quinn, B. 2017. *Microplastic Pollutans.* United States: Elsevier Limited

Critchell, Kay & Hoogenboom, M.O. 2018. Effect of Microplastic Exposure on The Body Condition and Behaviour of Planktivorous Reef Fish (*Acanthochromis polyacanthus*). *PloS ONE*. 13(3)

Da Costa, J. P., Santos, P. S. M., Duarte, A. C., & Ro- Cha-Santos, T. 2016. Nano Plastics In The En- Vironment Sources, Fates And Effects. *Science Of The Total Environment*. Vol. 566

Da Costa., Santos, Teresa., Duarte, Arnando. 2020. *The Environmental Impacts of Plastics and Micro-Plastics Use, Waste and Pollution: UE and National Measures*. European Union:European Parliament

Danopoulus, E., Twiddy, M., & Rotchell, J. .2020. *PLos ONE*.15(7)

Dewi, A. A. B, Irwan, R. R. 2015. Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen Di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. Depik. *Jurnal Depik*. 4(3)

Dawson, A., Huston, W., Kawaguchi, S., King, C., Cropp, R., Wild, S., ... & Bengtson Nash, S. (2018). Uptake and depuration kinetics influence microplastic bioaccumulation and toxicity in Antarctic krill (Euphausia superba). *Environmental science & technology*, *52*(5), 3195-3201.

Devriese, L. I., Van der Meulen, M. D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frère, L., ... & Vethaak, A. D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (Crangon crangon, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine pollution bulletin*, *98*(1-2), 179-187.

Dodson, G. Z., Shotorban, A. K., Hatcher, P. G., Waggoner, D. C., Ghosal, S., & Noffke, N. (2020). Microplastic fragment and fiber contamination of beach sediments from selected sites in Virginia and North Carolina, USA. *Marine pollution bulletin*, *151*, 110869.

Dovidat, L. C., Brinkmoann, B. W., Vijver, M. G., Bosker, T. 2020. Plastic Particles Adsorb To The Roots Of Freshwater Vascular Plant Spirodela Polyrhiza But Do Not Impair Growth. *Limnology And Oceanography Letters.5.* 37–45

Dwiyanto, D., Fahri, F., Annawaty, A. 2018. Keanekaragaman Udang Air Tawar (Decapoda: Caridea) di Sungai Batusuya, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Scripta Biologic*. 5(1)

Ekosafitri, K. H., Rustiadi, E., Yulianda, F. 2015. Pengembangan Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah Berdasarkan Infrastruktur Derah . *Jurnal Perencanaan dan Pembangunan Wilayah Pedesaan.* 1(2):145-157.

Emmerik & Schwaraz, 2019. Plastic debris in rivers. Wiley. 7:e1398

Epilurahman, R. 2018. Kekayaan Fauna Gianyar, Bali: Udang, Ikan, Amfibi, Reptil, Burung Dan Mamalia. Yogyakarta: UGM Press.

Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., ... & Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine pollution bulletin*, *77*(1-2), 177-182.

Erlinda, Lia., Yolanda, R., & Purnaman, A. A. 2015. Struktur Komunitas Gastropoda di Danau Sipogas Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*.1(1).

Fadli, M., Suryanti., Raswahyuni. 2013. Kelimpahan Jenis Teripang (Holoturoidea) di Rataan Terumbu karang dan Lereng Terumbu Karanag Pantai Pancuran Belakang Pulau KarimnJawa Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*.2(3).

Fariz, R., Aprilia, H., Rusnadi. 2015. Pengembangan Alat Uji Carik Untuk Identifikasi *Bisphenol-A* Pada Botol Minuman Platik Untuk Bayi. *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*

Faruqi, Habil Maqdum. 2019. Persebaran dan Komposisi dan Kelimpahan Mikroplastik di Kali Surabaya Segmen Kecamatan Driyorejo. Program Studi S1 Teknik Lingkungan Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Fast, A. W., & Lester, L. J. (1992). Pond Monitoring and Management Marine Shrime Culture Principle and Practise. Netherlands.

Fauziah, A., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., Handayani, E. 2020. *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Aksesoris Rumah dan Wanita*.Bandung: CV Media Sains Indonesia.

Frasawi, G., Rompas, R. & Watung, J. 2013. Potensi Budidaya Ikan di WadukEmbung Klamalu Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat: Kajian Kualitas Fisika Kimia Air.*Budidaya Perairan.*1(3).

Frias, J., Nash, R., Pagter, E., O'Connor, I. 2018. *Standardised Protocol for Monitoring Microplastics in Sediments*. Jpi Oceans Baseman Project.

Fuke & Imai, 2018. First Japanese record of Macrobrachium ustulatum (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Okinawa-jima Island, Japan. *Fauna Ryukyuana*.

Gasperi,J.,Wright.S.L.,Dris.R.,Collard.F.,Mandin.C.,Guerrouache.M.,Langlois.V., Kelly.F.J.,Tassin.B. 2018. Microplastic in Air : Are We Breathing it in?. *Curr.Opin.Environ.Sci.Health.* Vol.1.Hal 1-5

GESAMP, 2016. Source, Fate, and Effects of Microplastics in The Marine Environment: Part Two of A Global Assessment, Report and Studies. International Maritime Organization

Gilardi, K., Carlson-Bremer, D., June, J., Antonelis, K., Broadhurst, G. & Cowan, T. 2010. Marine Species Mortality In Derelict Fishing Nets In Puget Sound,

WA, And The Cost/Benefits Of Derelict Net Removal. *Marine Pollution Bulletin*, 690, 376-382.

Gleick, P. H & Palaniappan, M. 2010. Peak Water Limits to Freshwater Withdrawl and Use. *PNAS*.107(25).

Gouin, T., Avalos, J., Brunning, I., Brzuska, K., De Graaf, J., Kaumanns, J., ... & Wolf, T. (2015). Use of micro-plastic beads in cosmetic products in Europe and their estimated emissions to the North Sea environment. *SOFW J*, *141*(4), 40-46.

Gray, A. D. & Weinstein, E. J. 2017. Size and Shape Dependent Effects of Microplastic Particles on Adult Daggerblade Grass Shrimp, Palaemonetes Pugio. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 10.10002/etc.3881.

Gregory, M. R. 2009. Environmental Implications Of Plastic Debris In Marine Settings—Entanglement, Ingestion, Smothering, Hangers-On, Hitch-Hiking And Alien Invasions. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 364, 2013–2025

Gutiérrez, J. C., Ponce-Palafox, J. T., Pineda-Jaimes, N. B., Arenas-Fuentes, V., Arredondo-Figueroa, J. L., & Cifuentes-Lemus, J. L. (2016). The feeding ecology of penaeid shrimp in tropical lagoon-estuarine systems/Ecología alimentaria de camarones peneidos en los sistemas lagunar-estuarinos tropicales. *Gayana*, *80*(1), 16.

Hamid, F. Z., Bhatti, M. S., Anuar, N., Mohan, P., Periathamby, A. 2018. Worldwide Distribution And Abundance Of Microplastic: How Dire Is The Situation?. *Waste Management & Research*. 36(10)

Hammer, J., Kraak, M. H. S., Parsons, J. 2012. Plastics in the Marine Environment: The Dark Side of a Modern Gift. Springer New York. New York. Pp 1-44

Handerson & Green. 2020. Making sense of microplastics? Public understandings of plastic pollution. Marine Pollution Bulletin. 152 (110908).

Harsono, G. 2020. *Hidrografi Berbasis Ekonomi Biru.* D.I.Yogyakarta: Pandiva Buku

Hartono. 2007. *Geografi Jelajah Bumi dan Alam Semesta.* Bandung: Citra Praya

Hasibuan, N. H., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, *20*(2), 108-115.

Hastuti, Y. F., Wardiatno, Y. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*.4(2)

Hazra, M. K., Ghoshal, S., Mahata, P., Maiti, B. 2019. Sulfuric Acid Decomposition Chemistry Above Junge Layer In Earth's Atmosphere Concerning Ozone Depletion And Healing. *Communications Chemistry*. 2(75)

Hidalgo-Ruz, V., Gutow,L., Thmpson, R.C & Thel, M., 2012. Microplastics in the Marine Environment : A Riview of The Methods Used For Identification And Quantifiation. *Envir.Scl. Tech.* 46 : 3060-3075.

Hien, T. T., Nhon, N. T. T., Thu, V. T. M., & Nguyen, N. T. (2020). The Distribution of Microplastics in Beach Sand in Tien Giang Province and Vung Tau City, Vietnam. *Journal of Engineering & Technological Sciences*, *52*(2).

Holmes, L.A. 2013. Interactions of Trace Metals With Plastic Production Pellet in The Marine Environment. *Thesis*. University of Plymouth. Plymouth.

Holthuis, L. B. (1980). Shrimps and prawns of the world an annotated catalog of species of interest to fisheres. FAO Fish Synop 125: 340-350. http://atyaephyra.myspecies.info/

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Al-An'am). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 3.Hal 308

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Al-Isra'). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 5.Hal 156

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah An-Nahl). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 5.Hal 43

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Al-Rum). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 6.Hal 379

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Al-Qashash). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 6.Hal 297

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Ar-Rahman). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 7.Hal 620

Ibnu Katsir. 2004. Penerjemah M. Abdul Ghoffar. Tafsir Ibnu Katsir (Surah Al-Mulk). Bogor: Pustaka Imam Asy Syafi'i. Jilid 8.Hal 236

Indarjo, A., Anggoro, S., Salim, G., Handayani, K. R., Nugraeni, C. D., & Ransangan, J. (2021). *Domestikasi Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) Estuaria*. Syiah Kuala University Press.

Indrawati. 2011. Upaya Pengendalian Pencemaran Sungai yang diakibatkan oleh Sampah. *TJL*. 5(6)

Ismi, H., Amalia, A. R., Sari, N., Gesriantuti, N., & Badrun, Y. (2019). Dampak mikroplastik terhadap makrozoobentos; suatu ancaman bagi biota di Sungai Siak, Pekanbaru. *Prosiding SainsTeKes, 1*, 92-104.

Jambeck, R., J., Roland G., Chris W., Theodore R., S., Miriam P., Anthony A., Ramani N. And Kara L., 2015. Plastic Was Inputs From Land Into The Ocean. *Journal Science*. Vol. 347. Issue 6223.

Jimoh, A. A., Clarke, E. O., Whenu, O. O., & Adeoye, H. B. (2011). Food and feeding habits of the African river prawn (Macrobrachium vollenhovenii, Herklots, 1857) in Epe Lagoon, southwest Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, *3*(1), 10-15.

Kalcíkova, G. 2017. Aquatic vascular plants A forgotten piece of nature in microplastic research. *Environmental Pollution*. 262.114354

Kallenbach, E. M., Hurley, R. R., Lusher, A., & Friberg, N. (2021). Chitinase digestion for the analysis of microplastics in chitinaceous organisms using the terrestrial isopod Oniscus asellus L. as a model organism. *Science of The Total Environment*, *786*, 147455

Kankanige, D., & Babel, S. (2020). Smaller-sized micro-plastics (MPs) contamination in single-use PET-bottled water in Thailand. *Science of the Total Environment*, *717*, 137232.

Kapo, F.A., N. L. Lumban., & Paulus, C.A. 2020. Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*. Vol.1.No.1.

Katsanevakis, S., & Katsarou, A. 2004. Influences On The Distribution Of Marine Debris On The Seafloor Of Shallow Coastal Areas In Greece (Eastern Mediterranean). *Water Air Soil Pollut*. Vol. 159

Kondjol, S., Toha, M. H., Boli, P., & Suruan, S. S. 2020. Identifikasi Hasil Tangkapan Nelayan Udang Di Kampung Bakoi Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*. Vol.2.No.2

Kontrick. 2018. Microplastics and Human Health: Our Great Future to Think About Now. Journal of Medical Toxicology. 14:117–119.

Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P. & Kržan, A., 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. J. Vis. Exp., 118: p.e55161. doi : 10.3791/55161.

Krisyanti., V. O. S, Ilona., & Priliantini, A. 2020. Pengaruh Kampanye #PantangPlastik Terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei Pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID). *Jurnal Komunika*.9(1)

Laewa, N. H., Fahri. & Annawaty. 2018. Udang Air Tawar Macrobrachium latidactylus (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) dari Sungai Gililana, Morowali Utara, Sulawesi, Indonesia. Natural Science: Journal of Science and Technology. 7 (2)

Laila, Q., Purnomo, P. W., & Jati, O. E. 2020. Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*. 4(1).

Lambert, S., Wagner, M. 2017. Environmental Performance of Bio-Based and Biodagdradable Plastics: The Road Ahead. *Chem.Soc.Rev.* 46.655-6871

Lei, L., Wu, S., Lu, S., Liu, M., Song, Y., Fu, Z., ... & He, D. (2018). Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish Danio rerio and nematode Caenorhabditis elegans. *Science of the total environment*, *619*, 1-8.

Lesmana, D. S. 2015. *Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta:Penebar Swadaya

Li, J., Liu, H., dan Chen, J. P. 2018. Microplastics In Freshwater Systems: A Review On Occurrence, Environmental Effects, And Methods For Microplastics Detection. *Water Research*. 137 (2018) 362e374

Lihawa, F. 2012. *Derah Aliran Sungai Alo Erosi, Sedimentasi dan Longsoran.* Sleman : Deepublish.

Lolodo, D., dan Nugraha, W. A.2019. Mikroplastik Pada Bulu Babi dari Rataan Terumbu Pulai Gili-Labak Sumenep. *Jurnal Kelutan*.12(2)

Lukito, A., & Prayugo, S. (2007). Lobster Air Tawar. *Penebar Swadaya. Bogor*.

Lusher, A. L., McHugh, M & Thomposon, R. C. 2013. Occurance of Microplastics in the Gastroinstinal Trct of Pelagic and Demersal Fish From the English Channel. *Marine Pollution Bulletin.* 67(1-2). P 94-99.

Mahyudin, Rizqi. 2014. Strategi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan. *EnviroScienceteae*. Vol.10

Majah, I. 2003. *Sunan Ibn Majah Syarah Hasyiyah as-Sanadi'Ala Ibn Majah.* Beirut: Dar al-Fikr.

Manalu, A. 2017. Kelimpahan Mikroplastik di teluk Jakarta. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana IPB

Manalu, A., Hariyadi, S., Wardianto, Y. 2017. Microplastics Abundance In Coastal Sediments of Jakarta Bay,Indonesia. *AACL Bioflux*.10(5).

Mangesa, H. E., Fahri, dan Annawaty., 2016, Inventarisasi Udang Air Tawar di Sungai Toranda, Palolo, Sigi, Sulawesi Tengah, Indonesia. Natural Science, 5(3): 288-295

Mani, T., Hauk, A., Walter, U., & Holm, P. B. 2015. Microplastics Profile Along The Rhine River. *Scientific Report.* 5:17988

Mardiyana & Kristianingsih. 2020. Dampak Pencemaran Mikroplastik di Ekosistem Laut Terhadap Zooplankton:Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*.2(1)

Masura, J., J. B., G. Foster & C. Arthur, 2015 *Laboratory Methods for The Analysis For Microplastics in The Marine Environment: Recomendation For Quantifyign Syntetic Particles in Waters and Sediments.* National Oceanic and Atmospheric Administration, USA. 30 halaman.

Mateos-Cárdenas, A., O'Halloran, J., van Pelt, F. N., & Jansen, M. A. (2020). Rapid fragmentation of microplastics by the freshwater amphipod Gammarus duebeni (Lillj.). *Scientific reports*, *10*(1), 1-12.

Maulitasari, D & Passarella, R. 2020. *Teori dan Sejarah Forensik*. Palembang: UPT Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya.

Mawardi, I dan Lubis, H. 2019. Proses Manufaktur Plastik dan Komposit Edisi Revisi. ANDI (Anggota IKAPI) : Yogyakarta.

Mawardi, M. 2014. Air dan Masa Depan Kehidupan. *Jurnal Trajih*. 12(1).

Mazancourt, V. D., Beseto, D., Marquet, G., & Keith, P. 2020. Solomon's Gold Mine: Description on 24 Species of Caridina (Crustacea: Decapoda: Atyidae) Freshwater Shrimps From The Solomon Islands, Including 11 New Species. *Europan Journal of Taxonomy*.696: 1-86.

McCormick, A. R., Hoellein, T., London, M. G., Hittie, J., Kelly, J. J., 2016. Microplastic In Surface Waters Of Urban Rivers: Concentration, Sources, And Associated Bacterial Assemblages. *Ecosphere* .7(11), 01556. https://doi.org/10.1002/ecs2.1556

McNeish, R. E., L. H. Kim., H. A. Barrett., S. A. Mason., J. J. Kelly., & T.J, Hoellein. 2018. Microplastic In Riverine Fish Is Connected To Species Traits. *Scientific Report*. 8:11639

Miraj, S. S., Parveen, N., & Zedan, H. S. (2019). Plastic microbeads: small yet mighty concerning. *International journal of environmental health research*, 1-17.

Moore, C. J. 2008. Synthetic Polymers in the Marine Environment: A Rapidly Increasing, Long-Term Threat. *Environ.Res.* 108: 131-139.

Mudjiman, Ahmad. 1992. Bud'idaya Udang Galah. Penebar Swadaya. Jakarta

Mukhsin, R., Mappigau, P., & Tenriawaru, A. N. 2017. Pengaruh Orientasi Kewirausahaan Terhadap Daya Tahan Hidup Usaha Mikro Kecil Dan Menengah Kelompok Pengolahan Hasil Perikanan di Kota Makassar. *Jurnal Analisis.*6(2).

Muljianingsih, S. 2019. Pengembangan WadukSelorejo Berkelanjutan: Prespektif Fenomenoalogis. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. 4(2).

Mulyati, T., Fahri., Annawat. 2016. Inventarisasi Udang Air Tawar Genus Caridina Di Sungai Poboya Palu, Sulawesi Tengah. Online Jurnal of Natural Science. 5(1): 83-96.

Murphy F., Russell, M., Ewins, C., & Quinn, Brian. 2017. The Uptake Of Macroplastic And Mi- Croplastic By Demersal And Pelagic Fish In The Northeast Atlantic Around Scotland. *Journal Marine Pollution Bulletin*.

Murtidjo.1992. Budidaya Udang Galah, Sistem Monokultur. Yogyakarta: Kanisius.

Murray, F., & Cowie, P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean Nephrops norvegicus (Linnaeus, 1758). *Marine pollution bulletin*, *62*(6), 1207-1217.

Mustaruddin., Simbolon, D., & Khotib, M. 2016. Pola Dinamis Penurunan Hasil Tangkapan Udang Akibat Pengendapan Dan Limbah Industri Di Kawasan Segara Anakan. *Marine Fisheries*.7(2).

Nan, B., Su, L., Kellar, C., Craig, N. J., Keough, M,. J., & Pettigrove, V. 2020. Identification of microplastics in surface water and Australian freshwater shrimp Paratya australiensis in Victoria, Australia. Environmental Pollution. 259 .113865

Napper, I. E., Bakir, A., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2015). Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Marine pollution bulletin*, *99*(1-2), 178-185.

Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine pollution bulletin*, *101*(1), 119-126.

Nor, M., Obbard, J. P. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollut Bull*. Vol. 79 (1/2): 278-283.

Nugroho, D. 2013. Studi Harga Air Pada Bendungan Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik.*2(1)

Nugroho, D. H., Restu, I. W., & Ernawati, N. M. (2018). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Teluk Benoa Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, *1*(1), 80-88.

Nunes, L. S., Silva, A. G., Espínola, L. A., Blettler, M. C., & Simões, N. R. (2021). Intake of microplastics by commercial fish: A Bayesian approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, *193*(7), 1-15.

Oktavia, 2017. Jenis Udang Air Tawar Dan Karakteristik Habitat Di Sungai Aceh Barat, Aceh. SEMDI UNAYA

Opperskalski S, Siwe S, Tan E. 2019. *Preferred fiber and Materials Market Report.*

Ortiz, A., Sucozhanay, D.,Venegas, P., Moscoso, A. M. 2020. A Regional Response to A Global Problem: Single Use Plastics Regulation in The Countries of The Pacific Alliance.*Sustainability*.12.8093

Pani, S., Sukarjo, H., & Sigit, Y. 2017. Pembuatan Biofuel dengan Proses Berbahan Baku Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) Pada Suhu 250^0C dan 300^0C. *Jurnal ENGINE*.1(1)

Pariatamby, A., Fauziah, S. H., & Bhatti, M. S. 2020. Status Of Microplastic Pollution In Aquatic Ecosystem With A Case Study On Cherating River, Malaysia. J. Eng. Technol. Sci.,52(2)

Parra-Flores, A. M., Ponce-Palafox, J. T., Spanopoulos-Hernández, M., & Martinez-Cardenas, M. (2019). Feeding behavior and ingestion rate of juvenile shrimp of the genus Penaeus (Crustacea: Decapoda). *Open Access J. Sci*, *3*(3), 111-113.

Peixoto, D., Pinheiro, C., Amorim, J., Teles, L. O., Guilhermino, L., Vieira, M. N. 2019. Microplastic Pollution In Commercial Salt For Human Consumption: A Review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 219 (161-168).

Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia. No.37 Tahun 2010. Tentang Bendungan

Pratiwi, Aulia R., Rachmawati, A.D., Firmansyah, DA., Rahman, C.T.N.. 2021. *Marine Pollution*. Pohon Tua Pustaka.

Purnamasari, L., Farajallah, A., & Wowor, D. 2016. Application Of Dna Barcode In Determination Of Shrimp Species Of Fresh Water From The Province Of Jambi. *BioCONCETTA*. 2(1)

Purnamasati, 2017. Jenis Udang Air Tawar di Salah Satu Sungai di Indonesia. *BioCONCETTA-Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi.* 3(2)

Puspitaningrum, D. 2020 Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Potensi Daerah Resapan Air Untuk Pelestarian WadukSelorejo Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Bumi Indonesia.* 9(1)

Putra, R. R. 2018. Dampak Pariwisata WadukSelorejo Pada Masyarakat Desa Pandnsari Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Tesis. Universitas Brawijaya Malang

Putro, S. P. 2011. Pengembangan Teknik Pengambilan Sampel Makrozoobenthos: Seleksi Alat dan Preparasi. *Jurnal Sains dan Matematika*.19(3)

Qodriah, S. 2020. Identifikasi Mikroplastik Pada Biota Perairan di "Wisata Ikan Mujaer Maunian Dempok" Kabupaten Malang. Thesis. Universitas Brawijaya M

Qodriyatun, S. N. 2018. Sampah Plastik: Dampaknya Terhadap Pariwisata dan Solusi. *Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual dan Strategis*.10(23)

Qardhawi, Y. 2002. *Ri'ayah Al-Biah fi Al-Syari'ah Al-Islam* diterjemahkan oleh Abdullah Hakam Shah dengan Judul "Islam Agama Ramah Lingkungan". Cetakan 1: Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.

Rahim, N. F., Yaqin, K., & Rukminasari, N. (2019). Effect of microplastic on green mussel Perna viridis: experimental approach. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, *5*(2), 89-94.

Rahmadhani, F. 2019. Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Pelagis dan Demersal Serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangan Kabupaten Sampang. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Rahmi., Annawaty & Fahri. 2016. Keanekaragaman Jenis Udang Air Tawar Di Sungai Tinombo Kecamatan Tinombo Kabupaten Parigi Moutong Provinsi Sulawesi Tengah. *Online Journal of Natural Science*.5(2) :199-208

Rakesh, P., Charmi P., S.K Rajesh. 2014 Quantitative Analytical Application of FT-IR Spectroscopy in Pharmacutical and Alied Areas. *J. Adv Pharmacy Edu*. 4(2)

Rebelein, A., Int-Veen, I., Kammann, U., & Scharsack, J. P. (2021). Microplastic fibers—underestimated threat to aquatic organisms?. *Science of The Total Environment*, 146045.

Reimon, G., Lu, T., Gandhi, N., & Chen, W. T. 2019. Review of Microplastic Pollution in the Environment and Emerging Recycling Solutions. *Journal of Renewable Materials*.7(12)

Rezi, M., Sasmiarti., Helfi. 2018. Hukum Merokok dalam Islam (Studi Nash-nash Antara Haram dan Makruh. *Jurnal Hukum Islam*. 3(1)

Sahil, J., Al Muhdar, M. H. I., Rohman, F., Syamsuri, I. 2016. Sistem Pengelolaan dan Upaya Penanggulangan Sampah di Kelurahan Dufa Kota Ternate. *Jurnal BIOeduKASI*. 4(2)

Said, D. S & Sadi, N. H. 2018. Beberapa Aspek Biologis Udang Asli Danau Sentani, Papua. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia.* 25(2).

Sandy, M.A., Hadi, M.N & Syaifullah. 2019. Nilai-Nilai Islam Dalam Praktik *Muamalah* (Stadi Kasus Rumah Makan Bebek Sincan Purwosari Pasuruan). *Jurnal Mu'allim.* Vol.1.No.2.

Saputri, G. R. A & Febriyanti. 2019. Penetapan Kadar Protein Udang Air Twar dan Udang Air Laut dengan Metode Kjedhal. *Jurnal Farmasi Malahayati.* 2(2)

Sarasita, D., Yunanto, A., & Yona, D. 2019. Kandungan Mikroplastik Pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Peraran Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia.*20(1)

Sari, M., Fatma, F., Purba, T., Bachtiar, E., NNPS. R. I. N., Simarmata. M. MT., Affandy, N. A., Chaerul, M., Rosyidah, M., Kharisma. D., Purba, B., Manullang, S. O., Nurdin. 2021. *Pengetahuan Lingkungan.* Medan: Yayasan Kita Menulis

Sellang, Haerunnisa. 2019. *Biologi Perairan*. Klaten: Lakeisha

Selvaraj, D., Leena, R., & Kamal, D. C. (2015). Toxicological and histopathological impacts of textile dyeing industry effluent on a selected teleost fish Poecilia reticulata. *Asian Journal of Pharmacology and Toxicology*, *3*(10), 26-30.

Sembel. 2015. Toksikologi Lingkungan, Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari – hari. Penerbit Andi.

Septiani, B. A., Arianie, D. M., Risman, V. F. A. A., Handayani, W., Kawuryan, I. S. S. 2019. *Pengelolaan Sampah Plastik di Salatiga: Praktik dan Tantangan.* 17(1)

Setala, O., Lethiniemi, M., Coppock, R., & Cole, M. 2018. Microplastics in marine food webs. Researchgate

Setyono, E & Ismijayanti, D. 2015. Prediksi Beban Sedimentasi WadukSelorejo Menggunakan Debit Ekstrapolasi Dengan Rantai Markov.*Media Teknik Sipil*.13(1).

Sharma, S., Chatterjee, S., 2017. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 24. 21530-21547

Sholikah & Zunariyah, 2019. Gerakan Ecoton Dalam Upaya Pemulihan Sungai Brantas. *Journal Of Development And Social Change*, 2(1)

Simanjuntak, E., Putri, H. Z., Wahyuningtyas, M., Nugraha. A. W. Y., Wicaksono, A. B., Dwiharjanto, E & Rianti, D. S. 2016. *Strategi dan Rencana Pengembangan Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat di Pulau Sumatera*. Jakarta Selatan: Pusat Perencanaan Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Simbolon, D., & Khotib, M. (2016). Pola Dinamis Penurunan Hasil Tangkapan Udang Akibat Pengendapan Dan Limbah Industri Di Kawasan Segara Anakan (Dynamic Pattern of Degradation of Shrimps Catch as an Effect of Sedimentation and Industrial Waste in Segara Anakan). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, *7*(2), 125-136.

Simon, N., Schulte, M. L. 2017.*Stopping Global Plastic Pollution: The Case for an International Cpnvention; Heinrich-Boil-Foundation:* Berlin,Germany.pp 1-56

Siroj, S. A. 2019. *Fiqih Penanggulangn Sampah Plastik*. Malang: Tim Lembaga Mahstul Masail (LBM) PBNU

Smith, M., Love, D., Rochman, C. M., & Neff, R., A. 2018. Microplastics In Seafood And The Implications For Human Health. Current Environmental Health Reports. *Currn Environ Health Rep*. 5(3)

Sonakowska, L., Włodarczyk, A., Wilczek, G., Wilczek, P., Student, S., & Rost-Roszkowska, M. M. (2016). Cell death in the epithelia of the intestine and hepatopancreas in Neocaridina heteropoda (Crustacea, Malacostraca). *PLoS One*, *11*(2), e0147582.

Strand, J., Danielsen, J., Tairova, Z. M., Magnusson, M. 2015 *Marine Litter in Nordic Waters*. Denmark:Nordic Council of Ministers

Stubenrauch, J & Ekadart, F. 2020. Plastic Pollution in Soils; Governance Approaches to Foster Soil Health and Closed Nutrient Cycles.*Environments*. 7(38)

Su, L., Nan, B., Hassell, K. L., Craig, N. J., & Pettigrove, V. (2019). Microplastics biomonitoring in Australian urban wetlands using a common noxious fish (Gambusia holbrooki). *Chemosphere*, *228*, 65-74.

Sugiarto T. 2010. Budidaya Udang. Bandung: Sinergi Pustaka Indonesia

Suherman, E., Maftukha Srf., Zulkifli, Alfian., Laily, Ainun N. 2015. *Biodiversitas Fitoplankton di WadukSelorejo, Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur*. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam

Suwartiningsih, N., Setyowati, I., & Astuti, R. (2020). Microplastics in pelagic and demersal fishes of Pantai Baron, Yogyakarta, Indonesia. *Jurnal Biodjati*, *5*(1), 33-49.

Suryanto, A. M. (2011). Kelimpahan dan komposisi fitoplankton di waduk selorejo kecamatan ngantang kabupaten malang. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *4*(2), 135-140.Suryatini, L. 2018. Analisis Keragaman dan Komposisi Gulma Pada Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Sains dan Teknologi*.7(1)

Syberg, K., Khan, F. R., Selck, H., Palmqvist, A., Banta, G. T., Daley, J., Sano, Larissa., & Duhaime, M. B. 2015. Microplastics: Addressing Ecological Risk Through Lessons Learned. Environmental Toxicology And Chemistry. DOI: 10.1002/Etc.2914

Tanaka, K., & Takada, H. (2016). Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Scientific reports*, *6*(1), 1-8.

Tanjung, N. P. P., & Wibisana, M. W., Politik Hukum Penanganan Sampah PlastikSekali Pakai. *Jurnal Magister Hukum Udayana*

Teuten, E., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., & Barlaz, M. 2009. Transport and Release of Chemicals From Plastic to The Environment and to Wildlife. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences.* 364: 2027-2045

Trihadiningrum, Y., Lestari, P., Wiajaya, B. A., & Ardelia, K. 2020. Distribution of microplastics in Surabaya River, Indonesia. Science of the Total Environment. 726 .138560

Trisnawati dan Masduqi, 2018. Analisis Kualitas Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya. *Jurnal Purifikasi*.14(2).

Trisunryanti, W. 2018.*Dari Samoah Menjadi Bensin & Solar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Tuhumury, N., & Pellaupessy, H. S. (2021). Identification of The Presence of Microplastics in Caranx sexfasciatus Cultivated in The Inner Ambon Bay. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, *5*(1), 47-54.

Tunali, M., Uzoefuna, E. N., Tunali, M. M., & Yenigun, O. 2020. Effect Of Microplastics And Microplastic-Metal Combinations On Growth And Chlorophyll A Concentration Of Chlorella Vulgaris. *Science of the Total Environment*. 743 .140479

Vandenberg, L. N., Colborn, T., Hayes, T. B., Heindel, J. J., Jacobs Jr, D. R., Lee, D. H., ... & Myers, J. P. (2012). Hormones and endocrine-disrupting chemicals: low-dose effects and nonmonotonic dose responses. *Endocrine reviews*, *33*(3), 378-455.

Verawati, V. 2011. Evaluasi Pengelolaan Wisata Berbasis Sumberdaya di WadukSelorejo Kabupaten Malang,Jawa Timur.Skripsi. Tidak Diterbitkan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor; Bogor.

Virsek, M. K., A. Palatinus, S. Koren, M. Peterlin, P. Horvat, A. Krzan. 2016. Protocol For Microplastics Sampling On The Sea Surface And Sample Analysis. *J. Of Visualized Experiments*. Vol. 118

Von Rintelen, K., & Cai, Y., 2009, Radiation of Endemic Species Flocks in Anciant Lakes: Systematic Revision of the Freshwater Shrimp Caridina H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from the Ancient Lakes of Sulawesi, Indonesia, with the Description of Eight New Species. The Raffles Bulletin of Zoology, 57(2): 343-452

Wagner ,M., & Lambert. S. 2018. *Freshwater Microplastics (Emerging Environmental Contaminants)*. Switzerland:Springer Nature

Walkinshaw, C., Lindeque, P. K., Thompson, R., Tolhurst, T., & Cole, M. (2020). Microplastics and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *190*, 110066.

Wang, J., Hong, B., Tong, X., & Qiu, S. 2016. Reaction Kinetics Of Waste Sulfuric Acid Using H2o2 Catalytic Oxidation. *Journal of the Air & Waste Management Association*.66(12). 1268–1275

Wang, J., Liu, X., Powell, T., Wang, G., Zhang, P. 2019. Microplastics As Contaminants in The Soil Environment: A Mini-Review. *Sci.Total Environ.* 691,848-857

Wang, Z., Taylor, S. E., Sharma, P., Flury, M. 2018. Poor Extrction Effeciecies of Polyestyrene Nano-and Microplastics From Biosolids and Soil. *Plos ONE*. 13(11)

Wang, J., Zheng, L., & Li, J. (2018). A Critical Review On The Sources And Instruments Of Marine Microplastics And Prospects On The Relevant Management In China. *Waste Management & Research*, *36*(10), 898-911.

Webb. 2011. Freshwater Shrimp (Palaemonetes Australis) As A Potential Bioindicator Of Crustacean Health. Environ Monit Assess. 178:537–544

Weert, S. V., Hasselerharm, R. P., Diepens, N., & Koelmans, A. 2019. Effects Of Nanoplastics And Microplastics On The Growth Of Sediment-Rooted Macrophytes. Science Of The Total Environment. 654 .1040–1047

Welden, N. A., & Cowie, P. R. (2016). Long-Term Microplastic Retention Causes Reduced Body Condition In The Langoustine, Nephrops Norvegicus. *Environmental Pollution*, *218*, 895-900.

Wessel, C. C., Lockridge, G. R., Battiste, D., & Cebrian, J. (2016). Abundance And Characteristics Of Microplastics In Beach Sediments: Insights Into Microplastic Accumulation In Northern Gulf Of Mexico Estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, *109*(1), 178-183.

Wibisono, Yusuf. 2017. *Biomaterial dan Bioproduk*. Malang: UB Press

Widianarko, Y. Budi and Hantoro, Inneke (2018) *Mikroplastik Dalam Seafood Dari Pantai Utara Jawa.* Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang. ISBN 978-602-6865-74-8

Widiyatmoko, H., Purwaningrum, Pramiati., Arum, Febriana.2017. Analisis Karakteristik Sampah Plastik di Permukiman Kecamatan Tebet dan Alternatif Pengelolahannya. *JTL.*7(1)

Wijaya dan Trihadiningrum.2019. Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS.*8(2)

Wijaya, M. I. F & Takdir, M. 2019. Pengaruh Bentuk Kisi Chek DAM Terhadap Karakteristik dan Pergerakan Sedimen. *Skripsi*. Jurusan Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Wijaya, N. I & Pratiwi, R. 2011 Distribusi Spasial Krustasea di Perairan Kepulauan Matasiri Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan*. 16(3)

Windsor FM, Durance I, Horton AA, Thompson RC, Tyler CR, Ormerod SJ. 2019. A catchment-scale perspective of plastic pollution. *Glob Chang Biol*. 25:1207–21.

Wiriani, E. R. E., Syarifuddin, H., & Jailus. 2018. Analisis Kualitas Air Sungai Batanghari Berkelanjutan Di Kota Jambi. Jurnal Pembangunan Berkelanjutan.1(1)

Woodal, L. C., Gwinnett, C., Margaret, Packer., Richard, Thompson.C., Robinson, Laura.F., Paterson, Gordon, L.J.2015. Using a Forensic Science Approach to Minimize Environmental Conamination and to Identify Microfibres in Marine Sediments. *Marne Pollution Bulletin*. Vol. 95,Issue 1

WoRMS. 2018. Caridina H. Milne Edwards, 1837 [in H. Milne Edwards, 1834-1840]. http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=240672

Wu, C., Zhang, K., & Xiong, X. (2018). Microplastic pollution in inland waters focusing on Asia. In *Freshwater microplastics* (pp. 85-99). Springer, Cham
.

Wowor D Muthu V, Meier R, Balke M, Cai Y. 2009. Evolution of Life History Traits in Asian Freshwater Prawns of The Genus Macrobranchium (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) Based on Multilocus Molecular Phylogenetic Analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 52(1): 340-350.

Yona, D., Zefanya, N., Bernads, D. M. S, Syarifah, H., 2019. Microplastics In The Bali Strait : Comparison of Two Sampling Methods. *Ilmu Kelautan : Indonesian Journal of Marine Science.* 24(4).

Yu, Q., Hu, X., Yang, B., Zhang, Guichi, Wang, J., Ling, W. 2020. Distribution Abundance and Risk of Mcroplastics in the Environment. *Chemosphere*. 249(2020).

Yuan, W., Liu, X., Wang, W., Di, M., & Wang, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and environmental safety*, *170*, 180-187.

Yudiarso, R. A., Suhartanto, E., & Soetopo, W. 2014. Upaya Konservasi WadukSelorejo Berdasarkan Perkembangan Peta Penggunaan Lahan dalam Kurun Waktu Tahun 2000-2011. *Jurnal Teknik Pengairan*.5(1)

Yudo dan Said, 2019. Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya. Jurnal Teknologi Lingkungan.20(1)

Yule, C. M., & Sen, Y. H. (2004). Freshwater invertebrates. *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*, 23-31.

Yusnia, D. A. R. 2020. Analisis Kandungn Mikroplastik Pada Air di WadukDempok Kepanjen Malang. Thesis. Universitas Brawijaya Malang.

Yusra. 2006. Kebijakan Penentuan Kualitas Air Serta Sanksi Bagi Pelaku Pencemaran Dan Tanggung Jawab Negara Mengantisipasi Pencemaran Air. Lex Jurnalica.4(1)

Yuyun & Gunarsa. 2011. *Cerdas Mengemas Produk Makanan & Minuman*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., ... & Ma, D. (2017). Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. *Environmental pollution*, *231*, 541-548.

Zhou, Q., Zhang, H., Fu, C., Zhou, Y., Dai, Zhenfei.,Li, Y., Tu, C., & Luo, Y. 2018. The Distribution and Morphology of Microplastics in Coastal Soils Adjacent to The Bohai Sea and Yellow Sea. *Geoderma*. 322. 201-208.

Zhoua, Q. B., Haibo Zhanga, C., Chuancheng, F. B., Yang, Z., Zhenfei, D. B, Yuan Lia, B., Chen Tua, & Yongming, L. 2018. The Distribution And Morphology Of Microplastics In Coastal Soils Adjacent To The Bohai Sea And The Yellow Sea. *Geoderma*. No. 322.

Zientika, Z., Amin, B., & Yoswaty, D. Relationship Between Microplastics Abundance and Sediment Organic Content in Dumai Coastal Waters. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, *2*(3), 154-159.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Tiap Stasiun Pengambilan Sampel

Stasiun *Inlet* Sungai Kwayangan

Stasiun *Inlet* Sungai Konto

Stasiun Pemukiman (Desa Kaumrejo)

Stasiun Wisata

Stasiun *Outlet* Waduk Selorejo

Lampiran 2. Pengambilan Sampel Udang

Perahu dan Jaring Penangkap Udang

Proses Penangkapan Udang

Udang Famili Atyidae Ukuran 2-5 cm

Sampel Udang Dimasukkan Dalam Wadah Sampel

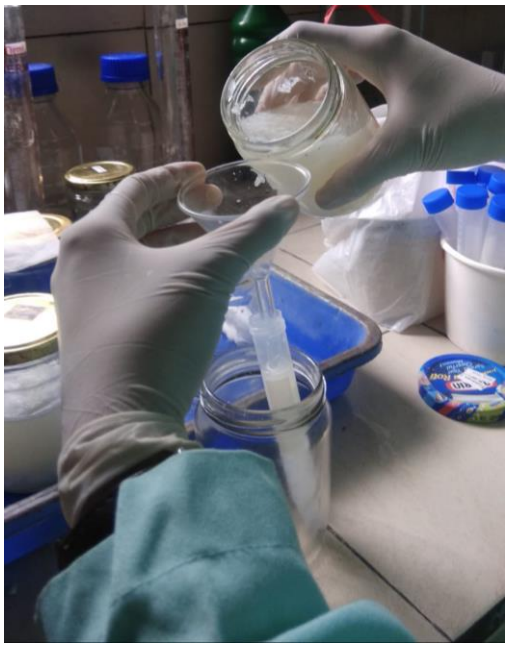
Lampiran 3. Pengolahan Sampel di Laboratorium

Membersihkan dan Menimbang Sampel Udang

Membuat Larutan Pengenceran H_2O_2 30% dan H_2SO_4 30% Serta Menambahkan Larutan Pengenceran Pada Tiap-Tiap Wadah Sampel

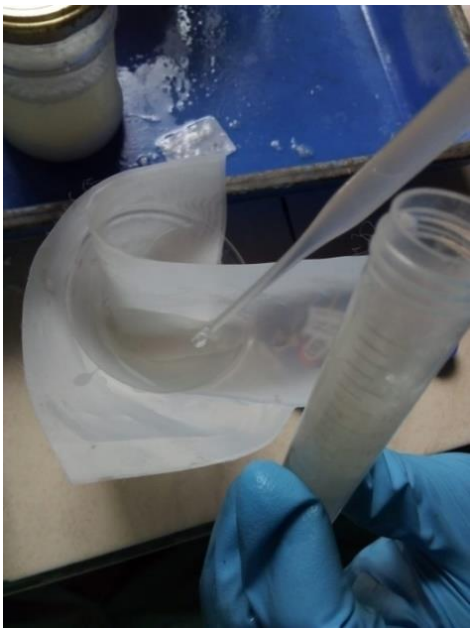
Proses Destruksi Secara Fisik Dengan *Waterbath*

Menambahkan Larutan NaCl Pada Tiap Wadah Sampel



Memasukkan Sampel Udang Pada Tiap Tube *Eppendorf*

Sampel Udang di Sentrifuge



Pengambilan Supernatan untuk Diteliti Di Bawah Mikroskop

Pengamatan Mikroplastik Di bawah Mikroskop Stereo

Lampiran 4 Titik Koordinat Pada Tiap Titik Pengambilan Sampel Udang

No	Stasiun	Lokasi	Ulangan	Koordinat	
				LS	BT
1	Stasiun 1	*Inlet* Sungai Kwayangan	1	7°51.262'	112°22.008'
			2	7°51.300'	112°21.964'
			3	7°51.275'	112°21.994'
2	Stasiun 2	Daerah Pemukiman (Desa Kaumrejo)	1	7°51.771'	112°21.854'
			2	7°51.753'	112°21.878'
			3	7°51.757'	112°21.892'
3	Stasiun 3	*Inlet* Sungai Konto	1	7°52.264'	112°21.856'
			2	7°52.271'	112°21.846'
			3	7°52.290'	112°21.826'
4	Stasiun 4	Daerah Wisata	1	7°52.620'	112°21.671'
			2	7°52.620'	112°21.688'
			3	7°52.638'	112°21.689'
5	Stasiun 5	*Outlet* Waduk Selorejo	1	7°52.211'	112°21.370'
			2	7°52.198'	112°21.378'
			3	7°52.187'	112°21.383'

Lampiran 5 Tipe dan Ukuran Mikroplastik Pada Sampel Udang Tiap Stasiun

Nama Stasiun	Jumlah Udang (ekor)	Berat Udang (gram)	Tipe Mikroplastik	Jumlah Partikel	Rata-Rata Ukuran Mikroplastik (mm)
Inlet Sungai Kwayangan	120	28,1	Fiber	21	1,25
			Filamen	2	1,63
			Fragmen	2	0,3
			Granul	0	0
Total				**25**	
Pemukiman (Desa Kaumrejo)	120	40,4	Fiber	23	1,25
			Filamen	4	0,95
			Fragmen	1	0,3
			Granul	0	0
Total				**28**	
Inlet Sungai Konto	120	36,2	Fiber	37	1,24
			Filamen	2	1,17
			Fragmen	2	0,4
			Granul	2	0,4
Total				**43**	
Wisata	120	34,3	Fiber	19	2,1
			Filamen	2	1,25
			Fragmen	4	0,5
			Granul	1	0,3
Total				**26**	
Outlet Waduk	120	34,5	Fiber	12	1
			Filamen	3	1,75
			Fragmen	0	0
			Granul	0	0
Total				**15**	
Jumlah Total				**137**	

Lampiran 6 Kelimpahan Total Mikroplastik Pada Udang

Nama Stasiun	Jumlah Udang (ekor)	Berat Udang (gram)	Tipe Mikroplastik	Jumlah Partikel	kelimpahan total mikroplastik (partikel/individu)
Inlet Sungai Kwayangan	120	28,1	Fiber	21	
			Filamen	2	
			Fragmen	2	
			Granul	0	
Total				**25**	0,21
Pemukiman (Desa Kaumrejo)	120	40,4	Fiber	23	
			Filamen	4	
			Fragmen	1	
			Granul	0	
Total				**28**	0,23
Inlet Sungai Konto	120	36,2	Fiber	37	
			Filamen	2	
			Fragmen	2	
			Granul	2	
Total				**43**	0,36
Wisata	120	34,3	Fiber	19	
			Filamen	2	
			Fragmen	4	
			Granul	1	
Total				**26**	0,22
Outlet Waduk	120	34,5	Fiber	12	
			Filamen	3	
			Fragmen	0	
			Granul	0	
Total				**15**	0,13
Jumlah Total				**137**	

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rafika Aprilianti
NIM : 17620099
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2020/2021
Pembimbing : Bayu Agung Prahardika, M.Si.
Judul Skripsi :Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Udang Famili Atyidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	13/02/2021	Konsultasi Judul Penelitian	
2.	02/03/2021	Konsultasi lokasi penelitian	
3.	22/03/2021	Konsultasi Online Proposal	
4.	31/03/2021	Konsultasi Offline Penelitian	
5.	03/04/2021	Revisi Proposal 1	
6.	11/04/2021	Konsultasi Online Proposal	
7.	12/04/2021	Revisi Proposal 2	
8.	14/04/2021	Konsultasi & Revisi 3	
9.	14/04/2021	Acc Proposal	

10.	27/04/2021	Konsultasi Konteks Penelitian	
11.	1/05/2021	Revisi Konteks Proposal	
12.	2/05/2021	Acc Proposal Penelitian	
13.	8/10/2021	Konsultasi Data Penelitian	
14.	21/10/2021	Konsultasi Hasil Penelitian	
15.	5/11/2021	Konsultasi Data Penelitian	
16.	8/11/2021	Konsultasi Bab 4	
17.	10/11/2021	Konsulasi dan Revisi Bab 4	
18.	17/11/2021	Konsultas dan Revisi Bab 1,2,3,4,5	
19.	1/12/2021	Konsultasi dan Acc Naskah Skripsi	
20.	23/12/2021	Konsultasi Naskah Skripsi Pasca Sidang	
21	23/12/2021	Acc Naskah Pasca Sidang	

Malang, 23 Desember 2021

Pembimbing Skripsi,

Bayu Agung Prahardika, M.Si
NIP. 19900807 201903 1 011

Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rafika Aprilianti
NIM : 17620099
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2020/2021
Pembimbing : Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A
Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Udang Famili Atyidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	TTD Pembimbing
1.	12/04/2021	Konsultasi Proposal 1	
2.	14/04/2021	Revisi Proposal 1	
3.	14/04/2021	Konsultasi Proposal 2	
4.	15/04/2021	Revisi Proposal 2	
5.	16/04/2021	Konsultasi & Revisi Proposal 3	
6.	16/04/2021	Acc Proposal	
7.	12/11/2021	Konsultasi Bab 4	
8.	15/11/2021	Konsultasi & Revisi	
9.	16/11/2021	Konsultasi Bab 4 & Revisi	

10.	18/11/2021	Acc Bab 1,2,3,dan 4 (Bagian Integrasi)	
11.	1/12/2021	Konsultasi Abstrak Bahasa Arab dan Daftar Pustaka	
12.	3/12/2021	Revisi dan Konsultasi Abstrak Bahasa Arab	
13.	6/12/2021	Konsultasi Abstrak dan Acc	
14.	23/12/2021	Konsultas Naskah Pasca Sidang & Acc	

Malang, 23 Desember 2021

Pembimbing Skripsi,

Dr. H.M. Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 00

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

Form Checklist Plagiasi

Nama : **Rafika Aprilianti**

NIM : **17620099**

Judul : **Identifikasi Tipe Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Udang Famili Atyidae Di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur**

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	Tanggal	TTD
1.	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2.	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3.	Bayu Agung Prahardika, M.Si			
4.	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	12%	2 Desember 2021	

Malang, 23 Desember 2021
Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP 19741018 200312 2 00