

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SIPUT FAMILI LYMNAEIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Oleh:
MOHAMMAD ALAIKA RAHMATULLAH
NIM. 17620112**



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

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SIPUT FAMILI LYMNAEIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Oleh:
MOHAMMAD ALAIKA RAHMATULLAH
NIM. 17620112**

**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
SIPUT FAMILI LYMNAEIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Oleh:
MOHAMMAD ALAIKA RAHMATULLAH
NIM. 17620112**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
pada tanggal 6 Desember 2021**

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi**




Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 197410018 200312 2 002

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SIPUT FAMILI LYMNAEIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG
JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:
MOHAMMAD ALAIKA RAHMATULLAH
NIM. 17620112

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)

Tanggal: 16 Desember 2021

Ketua Penguji	Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. NIP. 1974032 5 200312 1 001	
Anggota Penguji 1	Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIP. 19870522 20180201 1 232	
Anggota Penguji 2	Bayu Agung Prahardika, M.Si. NIP. 19900807 201903 1 011	
Anggota Penguji 3	Dr. H. M. Imamuddin, Lc., M.A NIP. 19740602 200901 1 010	

Mengesahkan,


Ketua Program Studi Biologi
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan ridhonya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu penulis harapkan syafaatnya, beserta para keluarga dan sahabatnya. Skripsi ini penulis persembahkan untuk semua pihak yang telah terlibat dalam membantu dan menyelesaikan penyusunan skripsi ini, khususnya:

1. Kedua orang tua, bapak Abdul Kholiq dan Ibu Nur Jannah yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk terus belajar. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan jasmani dan rohani, diberi umur yang panjang dan barokah, diberi kelancaran rizki, dan kebahagiaan dunia dan akhirat.
2. Prilya Dewi Fitriyani, M.Sc., selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dari awal hingga akhir studi kepada penulis. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan kelancaran dalam segala urusan.
3. Bayu Agung Prahardika, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan dorongan semangat dan kesabaran selama penulisan skripsi ini. Semoga Allah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam segala urusan.
4. Dr. H. M. Imamuddin, Lc., M.A., selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan bimbingan integrasi sains dan islam. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan kebahagiaan dunia akhirat.
5. Sahabat-sahabat tim penelitian mikroplastik dan teman-teman yang tergabung dalam komunitas *Environmental Green Society*, khususnya Rafika, Ara, Alfin, Iqbal, Muzammil, Mustofa, yang selalu sabar menemani, membantu dan telah meluangkan waktunya dalam proses pengambilan data sampai penyusunan skripsi ini. Semoga senantiasa diberikan kesuksesan kepada kita semua.

6. Teman-teman Angkatan Wolves Biologi 2017 dan Biologi kelas D yang selalu memberikan informasi dan dorongan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Semoga senantiasa diberi kesehatan.
7. Segenap Pengurus Ikatan Himpunan Mahasiswa Biologi (IKAHIMBI) Wilker V Jawa 3 periode 2019-2021. Terimakasih telah memberikan motivasi dan kesempatan luar biasa untuk senantiasa berbagi pengalaman dan informasinya. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan kepada kita semua sehingga dapat menjaga tali silaturahmi.
8. Segenap Pengurus Himpunan Mahasiswa Biologi Periode 2019 yang telah memberikan dukungan. Semoga tetap semangat dan terus menjaga tali silaturahmi.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Alaika Rahmatullah

NIM : 17620112

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput
Famili Lymnaeidea 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, 07 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Mohammad Alaika Rahmatullah
NIM. 17620112

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

“خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ”

*“Sebaik-baik manusia adalah mereka yang memberikan manfaat
untuk orang lain”*

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA SIPUT FAMILI LYMNAEIDAE DI WADUK SELOREJO MALANG JAWA TIMUR

Mohammad Alaika Rahmatullah, Bayu Agung Prahardika, M. Imamuddin

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

ABSTRAK

Permasalahan sampah plastik telah menjadi perhatian khusus dunia. Sampah plastik yang berakhir di lingkungan terbukti sukar terurai dan masih bertahan dalam beberapa bentuk partikel mikroskopis yang disebut mikroplastik. Mikroplastik adalah partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm. Partikel ini telah banyak teridentifikasi pada ekosistem darat maupun ekosistem perairan. Waduk Selorejo adalah daerah penampungan air yang sengaja dibangun sebagai tempat wisata dan tempat pemenuhan kebutuhan masyarakat yang terletak di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Ditemukannya sampah - sampah pada area wisata dan area pemukiman padat penduduk yang sebagian masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan sehingga terdapat dugaan bahwa terjadi kontaminasi mikroplastik pada organisme di dalamnya termasuk siput. Penelitian ini mengambil siput famili lymnaeidae karena memiliki karakter oportunistik yang diduga dapat terkontaminasi mikroplastik. Penelitian ini mengambil siput famili lymnaeidae pada transek sepanjang 10 meter, masing-masing stasiun terdiri dari 3 transek di *inlet* Sungai Kwayangan, kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo), *inlet* Sungai Konto, daerah wisata dan *outlet* Waduk Selorejo. Jumlah sampel siput yang diambil pada tiap lokasi sebanyak 15 ekor dengan ukuran 1,5 sampai 2,5 cm. Destruksi tubuh siput menggunakan larutan H₂O₂ 30% dan H₂SO₄ 30%. Partikel mikroplastik yang ditemukan meliputi fragmen, fiber dan filamen. Kelimpahan total mikroplastik tertinggi berturut-turut pada siput famili Lymnaeidae pada daerah wisata 3,7 partikel/ekor, kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo) 3,2 partikel/ekor, *inlet* Sungai Kwayangan 2,8 partikel/ekor, *inlet* Sungai Konto 2,7 partikel/ekor, dan *outlet* Waduk Selorejo 1,5 partikel/ekor.

Kata Kunci: Mikroplastik, Siput Famili Lymnaeidae, Waduk Selorejo

IDENTIFICATION OF MICROPLASTIC TYPE AND ABUNDANCE IN THE LYMNAEIDAE SNAIL FAMILY IN SELOREJO RESERVOIR MALANG EAST JAVA

Mohammad Alaika Rahmatullah, Bayu Agung Prahardika, M. Imamuddin

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

ABSTRACT

The problem of plastic waste has become a particular concern of the world. Plastic garbage that ends up in the environment proves to be difficult to decompose and persists in the form of microscopic particles called microplastics. Microplastics are plastic particles that are less than 5 mm in size. These particles have been identified in many terrestrial and aquatic ecosystems. Selorejo Reservoir is a water storage area that was intentionally built as a tourist spot and a place to meet the needs of the community, which is located in Ngantang District, Malang Regency. The discovery of garbage in tourist areas and densely populated residential areas where some of the people work as fishermen, so there is an allegation that there is microplastic contamination of the organisms in them, including snails. This study took snails from the Lymnaeidae family because they have opportunistic characters which are thought to be contaminated with microplastics. This study took snails from the family Lymnaeidae on a 10-meter long transect, each station consisting of 3 transects at the Kwayangan River inlet, residential area (Kaumrejo Village), Konto River inlet, tourist area, and Selorejo Reservoir outlet. The number of snail samples taken at each location was 15, with a size of 1.5 to 2.5 cm. Snail body destruction using a solution of H₂O₂ 30% dan H₂SO₄ 30%. The microplastic particles found included fragments, fibers, and filaments. The highest total abundance of microplastics was consecutively in the Lymnaeidae family snails in tourist areas 3.7 particles/individual, residential areas (Kaumrejo Village) 3.2 particles/individual, Kwayangan River inlet 2.8 particles/individual, Konto River inlet 2.7 particles/ individual, and the Selorejo Reservoir outlet 1.5 particles/individual.

Keywords: Microplastic, Snail Family Lymnaeidae, Selorejo Reservoir.

الملخص

محمد عليك رحمة الله، 2021 تحديد نوع ووفرة البلاستيك المجهريّة في عائلة الحلزون
Lymnaeidae في خزان سيلوريجو مالانج، جاوا الشرقية
المشرف الاول: بايواغونج فاهرديك ، المشرف الثاني : محمد إمام الدين

الكلمات الرئيسية: البلاستيك الدقيق، *Lymnaeidae* من عائلة الحلزون، خزان سيلوريجو

أصبحت مشكلة النفايات البلاستيكية مصدر قلق خاص للعالم. ثبت أن النفايات البلاستيكية التي ينتهي بها المطاف في البيئة صعبة التحلل ولا تزال موجودة في شكل جزيئات مجهرية تسمى اللدائن الدقيقة. البلاستيك الدقيق عبارة عن جزيئات بلاستيكية يقل حجمها عن 5 مم. تم التعرف على هذه الجسيمات في العديد من النظم البيئية الأرضية والمائية. خزان سيلوريجو هي منطقة لتخزين المياه تم بناؤها عمدا كموقع سياحي ومكان لتلبية احتياجات المجتمع، وتقع في منطقة نجاتانغ، مالانج ريجنسي. اكتشاف أكوام قمامة في مناطق سياحية ومناطق سكنية مكتظة بالسكان حيث يعمل بعض الناس كصيادين، لذلك هناك ادعاء بوجود تلوث من البلاستيك الدقيق للكائنات الحية فيها، بما في ذلك القواقع. أخذت هذه الدراسة القواقع من عائلة *Lymnaeidae* لأن لها خصائص انتهازية يعتقد أنها ملوثة باللدائن الدقيقة. أخذت هذه الدراسة القواقع من عائلة *Lymnaeidae* عند مدخل نهر كواياغان، والمناطق السكنية (قرية قوم راجا)، ومدخل نهر كونتو، والمناطق السياحية ومخارج خزان سيلوريجو. كان عدد عينات الحلزون المأخوذة في كل موقع 15 عينة بحجم 1.5 إلى 2.5 سم. تدمير جسم الحلزون باستخدام محلول 30% H₂O₂ و 30% H₂SO₄. تضمنت جزيئات البلاستيك الدقيقة التي تم العثور عليها شظايا وألياف وشعيرات. كانت أعلى وفرة إجمالية من المواد البلاستيكية الدقيقة على التوالي في حلزون عائلة *Lymnaeidae* في المنطقة السياحية 3.7 جزيئات / رأس، منطقة سكنية (قرية قوم راجا) 3.2 جزيئات / رأس، مدخل نهر كواياغان 2.8 جزيئات / رأس، مدخل نهر كونتو 2,7 جزيئات / رأس، ومخرج خزان سيلوريجو 1.5 جسيم / رأس.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat, karunia dan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan studi di fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, para keluarga, dan sahabat-sahabatnya. Semoga senantiasa diberi syafaatnya kelak. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapakan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dan telah membantu memenuhi skripsi 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 dalam menyelesaikan naskah skripsi ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
5. Prilya Dewi Fitriyani, M.Sc selaku Dosen wali yang telah membimbing dan memberikan dorongan motivasi kepada penulis hingga dapat menyelesaikan studi.
6. Seluruh dosen, laboran dan staff administrasi di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu selama studi.
7. Orang tua tersayang dan keluarga besar penulis, yang selalu memberikan doa, nasihat dan semangat dalam menyelesaikan studi.
8. Sahabat-sahabat seperjuangan di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang selalu mensupport moral, nasihat, dan menjadi bagian dari perjalanan selama studi di Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. Aamiin.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Malang, 07 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
MOTTO	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
المخلص.....	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah.....	6
1.3.Tujuan Penelitian	6
1.4.Manfaat Penelitian	6
1.5.Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Kajian Keislaman Siput dan Kerusakan Lingkungan	8
2.2. Pengertian waduk.....	13
2.2.1. Fungsi waduk	16
2.2.2. Kondisi umum waduk selorejo	17
2.3. Mikroplastik.....	18
2.3.1. Tipe dan sumber mikroplastik.....	21
2.3.2. Dampak mikroplastik.....	27
2.3.3. Kelimpahan mikroplastik.....	30

2.4. Famili lymnaeidae	31
2.4.1. Ciri famili lymnaeidae.....	31
2.4.2. Anatomi siput famili lymnaeidae	33
2.4.3. Habitat famili lymnaeidae	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1.Rancangan Penelitian	35
3.2.Waktu dan Tempat	35
3.3.Alat dan Bahan	35
3.3.1. Alat	35
3.3.2. Bahan	36
3.4. Prosedur Penelitian	36
3.4.1. Penentuan lokasi sampling	36
3.4.2. Pengambilan sampel siput famili lymnaeidae	39
3.4.3. Pembuatan larutan pengenceran	39
3.4.4. Uji sampel siput	40
3.4.5. Identifikasi mikroplastik	41
3.4.6. Analisis data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Identifikasi pada siput famili lymnaeidae	43
4.1.1.Deskripsi siput famili lymnaeidae yang diperoleh	43
4.1.2. Identifikasi tipe mikroplastik pada siput famili lymnaeidae.....	45
4.2 Kelimpahan mikroplastik pada siput famili lymnaeidae.....	52
BAB V PENUTUP	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembangunan dengan membendung aliran sungai	14
Gambar 2.2. Kelas plastik berdasarkan jenisnya	19
Gambar 2.3. Skema diagram pembagian tipe dan klasifikasi mikroplastik	23
Gambar 2.4. Macam mikroplastik berdasarkan morfologinya	24
Gambar 2.5 Kontaminasi mikroplastik pada suatu rantai makanan	28
Gambar 2.6 Genus Anggota Famili Lymnaeidae	32
Gambar 2.7 Sistem pencernaan siput famili lymnaeidae	33
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel siput famili lymnaeidae	38
Gambar 3.2 Jarak antar transek tiap stasiun.....	39
Gambar 4.1. Siput famili lymnaeidae yang ditemukan di waduk selorejo	44
Gambar 4.2. Bagian lunak tubuh siput.....	45
Gambar 4.3. Jumlah tipe mikroplastik secara keseluruhan.....	47
Gambar 4.4. Mikroplastik tipe Fiber.....	48
Gambar 4.5. Mikroplastik tipe Fragmen.....	50
Gambar 4.6. Mikroplastik tipe Filamen.....	52
Gambar 4.7. Kelimpahan mikroplastik pada siput famili lymnaeidae di waduk Selorejo	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan danau dan waduk.....	15
Tabel 3.1 Deskripsi stasiun pengamatan.....	38
Tabel 3.2. Perhitungan pembuatan larutan pengenceran	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi pengambilan sampel	68
Lampiran 2. Foto kegiatan penelitian.....	71
Lampiran 3. Data tipe partikel mikroplastik pada siput famili lymnaeidae di waduk selorejo.....	76
Lampiran 4. Perhitungan kelimpahan mikroplastik pada siput famili lymnaeidae di waduk selorejo	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aktivitas manusia dalam perkembangannya selalu melekat dan selalu beriringan dengan perkembangan teknologi dengan memanfaatkan segala sesuatu atau sumber daya alam untuk mendukung kehidupannya di Bumi, salah satunya adalah pendayagunaan sumber daya alam untuk komposisi dasar dalam pembuatan kemasan plastik (Bornscheuer, 2016). Plastik terbuat dari polimer sintesis khusus yang berbahan dasar minyak bumi maupun gas alam dengan berbagai campurannya yang dapat berasal dari serat tanaman seperti jagung dan tebu (Kershaw, 2016). Sekitar 4% dari minyak bumi dunia digunakan untuk membuat plastik dan 4% lainnya digunakan untuk menggerakkan produksi plastik (Tavazzi, 2013). Plastik digunakan karena memiliki sifat praktis, ketahanannya kuat, ringan dan harganya yang relatif murah, namun plastik menimbulkan banyak polemik akibat penggunaannya yang masif dan banyak digunakan untuk keperluan sekali pakai (Blair *et al.*, 2019).

Permasalahan lingkungan telah menjadi perhatian khusus sejak beberapa dekade, yaitu sejak tahun 1972, salah satunya adalah sampah akibat semakin besarnya populasi manusia yang mendiami muka bumi (Kristanto, 2013). Plastik telah banyak mengubah gaya hidup manusia, mulai masuk dalam siklus produksi, konsumsi dan pembuangan yang terus meningkat secara signifikan, bahkan hanya sekitar 17% plastik yang ada di seluruh dunia dapat di daur ulang sisanya berakhir di lingkungan, karena ada kenaikan 20% biaya produksi ketika proses daur ulang daripada pembuatan plastik yang baru (Crawford, 2017). Plastik telah menjadi salah

satu pokok permasalahan dunia karena sampah plastik telah banyak ditemukan persebarannya di seluruh ekosistem perairan, terfragmentasi menjadi partikel kecil atau serpihan-serpihan plastik kecil kemudian partikel inilah didefinisikan sebagai mikroplastik (Trihadiningrum *et al.*, 2020). Plastik terbukti sukar larut bila berada di air dan tidak mampu membusuk karena semua plastik yang berakhir di lingkungan masih bertahan dalam beberapa bentuk, bahkan terurai menjadi fragmen yang lebih kecil sehingga disebut sebagai sebagai mikroplastik yang dapat dengan mudah masuk ke dalam rantai makanan (Abbing, 2019).

Partikel mikroplastik telah banyak teridentifikasi dalam beberapa dekade terakhir yaitu sumber mikroplastik berasal dari beberapa produk kosmetik, serat kain yang terbuat dari poliester dan poliamida dan ada yang berasal dari berbagai produk plastik yang terurai membentuk pecahan partikel plastik berukuran mikroskopis (Andrady, 2011). Sejauh ini mikroplastik yang berada di lingkungan berhasil teridentifikasi menjadi beberapa jenis diantaranya fiber, fragmen, film dan *beads* (Azoulay *et al.*, 2019). Mikroplastik dapat memberikan ancaman berbahaya terhadap organisme hidup yang mengkonsumsinya akibat akumulasi yang terjadi di beberapa ekosistem darat dan perairan baik perairan tawar atau laut (Crawford, 2017). Plastik menjadi polutan yang mengancam berbagai macam ekosistem, bahkan data menunjukkan sebanyak 4,8 sampai 12,7 juta ton plastik dilepaskan ke badan air setiap tahun (Tunali *et al.*, 2020).

Sebagian besar penelitian tentang mikropastik banyak berfokus pada efek mikroplastik pada ikan, bivalvia dan krustasea (De Sá *et al.*, 2018). Studi mikroplastik pada Gastropoda jarang dibahas dalam beberapa penelitian terakhir, disebutkan bahwasanya Gastropoda menelan partikel bulat dan tidak teratur dari

berbagai jenis polimer (Weber *et al.*, 2020). Siput famili Lymnaeidae termasuk dalam kelas Gastropoda, merupakan spesies hermafrodit. Siput famili Lymnaeidae umumnya menghuni zona litoral dangkal, dengan arus rendah dan sebagian besar merupakan herbivora yaitu memakan tanaman (Amorim *et al.*, 2019). Namun, ada beberapa yang omnivora, menyesuaikan makanannya dengan sumber daya yang tersedia, seperti mikroalga, perifiton, bakteri, hifa dan bahkan invertebrata kecil yang mati, termasuk siput lainnya (Ducrot *et al.*, 2010).

Dampak mikroplastik terhadap biota dan ekosistem, serta interaksinya dengan polutan lingkungan lainnya dalam berbagai kondisi lingkungan, sangat tidak pasti dan penelitian yang ada telah menghasilkan hasil yang kontradiktif (Horton, 2020). Mikroplastik dapat tertelan oleh organisme akuatik dari berbagai tingkat trofik baik melalui kontaminasi langsung maupun tidak langsung dan berpindah sepanjang rantai makanan akuatik, menyebabkan dampak yang berbeda pada kehidupan. Selain itu, mikroplastik dapat menyerap berbagai macam zat kontaminan kimiawi lingkungan dan melepaskan aditif plastik beracun, dengan demikian berfungsi sebagai sumber kontaminan kimia terkait ini dan berpotensi mengubah toksisitas, ketersediaan hayati dan takdirnya (Hirai *et al.*, 2011).

Ekosistem yang paling terdampak dengan adanya zat kontaminan berbahaya salah satunya adalah waduk, karena karakteristiknya yang tenang tidak dijumpai arus air (*lentik*) sehingga pada ekosistem ini dijumpai fenomena stratifikasi dan *upwelling* yang mengakibatkan kontaminasi zat-zat berbahaya dan perubahan faktor abiotik di dalamnya (Kartamihardja dan Krismono, 2016). Waduk Selorejo merupakan daerah penampungan air (danau buatan) yang mendapatkan pemasukan atau suplai dari berbagai sungai antaranya Sungai Pijal, Sungai Konto dan Sungai

Kwayangan dalam pemanfaatannya digunakan sebagai pembangkit listrik, irigasi, pengendali banjir, pariwisata dan perikanan terletak di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang (Suryanto, 2011). Menurut Pratiwi (2018) berdasarkan prinsipnya air yang dibawa oleh sungai dapat menjadi sebagai salah satu transportasi berbagai polutan atau bahan pencemar yang berasal dari berbagai macam buangan yaitu limbah domestik, industri, peternakan, maupun persawahan.

Berdasarkan kajian tersebut telah nampak kerusakan lingkungan yang pada dasarnya disebabkan oleh ulah perbuatan manusia. Hal ini sejalan dengan sifat dasar manusia yang lebih banyak mementingkan kebutuhannya sendiri tanpa memikirkan lingkungannya akibat sifat berlebih-lebihan atau serakah. Sebagaimana dalam firman Allah SWT yang tercantum secara jelas dalam al-Qur'an surah Ar-Rum ayat 41 yaitu:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ



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). (QS. Ar-Rum [30] : 41)*

Ayat tersebut di atas memiliki kandungan makna bahwasanya pada kata (ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ) menurut tafsir al-misbah dalam buku Shihab (2003) bahwasanya segala bentuk penciptaan Allah di darat maupun di laut tidak ada yang rusak sedikitpun kecuali karena ulah manusia sendiri. Sesungguhnya setiap sesuatu yang telah diciptakan Allah SWT baik yang ada di darat maupun di laut sudah diatur secara sempurna dan seimbang di dalamnya, namun manusia dengan perbuatannya

merusak sehingga menghilangkan keseimbangan lingkungan yang dengan ini disebut sebagai pencemaran lingkungan.

Sampah plastik dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan hidup dan ekosistem, salah satunya pembakaran plastik dapat melepaskan bahan kimia seperti fosgen dan dioksin (Rajmohan *et al.*, 2019). Kontaminasi sampah plastik di lingkungan berakibat dapat menyebabkan suatu kerusakan pada lingkungan dan makhluk hidup di dalamnya (Ajith *et al.*, 2020). Plastik yang dibuang sembarangan di sungai akan terakumulasi di lautan yang kemudian akan terdegradasi menjadi serpihan mikroplastik yang dapat berbahaya bagi makhluk hidup (Akindele *et al.*, 2019).

Penelitian sebelumnya telah menemukan partikel mikroplastik dapat bertindak sebagai vektor transportasi racun, hal ini sudah ditunjukkan adsorpsi kontaminan seperti ion logam dan poliklorinasi bifenil menjadi partikel mikroplastik yang menyebabkan kerusakan pada sistem endokrin organisme (Dodson *et al.*, 2020). Disamping itu, beberapa hewan makrozoobentos juga merupakan pemakan oportunistik, yaitu memakan apa pun yang menghampirinya sehingga membuat rentan terhadap risiko tinggi tertelannya mikroplastik (Akindele *et al.*, 2019). Menurut Gutow *et al.* (2016) menyatakan bahwasanya perilaku makan oportunistik makrozoobentos dapat dijumpai pada siput, ditemukan bahwa siput air (*Littorina littorea*) memakan alga (*Fucus vesiculosus*) dan juga dengan mudah menelan mikroplastik meliputi 55 manik-manik mikro (*microbieds*) dan 57 fragmen, sehingga pada penelitian tersebut menunjukkan bahwasanya siput tidak dapat membedakan antara alga yang terkontaminasi mikroplastik dan alga bersih tanpa mikroplastik. Berdasarkan hal tersebut, sangat penting dilakukan penelitian

terkait identifikasi kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Apa saja tipe mikroplastik yang ada pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur?
2. Berapa kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur?

1.3. Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui tipe mikroplastik yang ada pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat antara lain:

1. Memberikan informasi pada masyarakat bahwa terdapat kontaminasi mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae Waduk Selorejo Malang Jawa Timur.
2. Memberikan informasi tipe dan kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur.

3. Dapat dijadikan sebagai bahan kajian bagi pemerintah untuk membuat kebijakan pelarangan penggunaan plastik sekali pakai dan pembentukan baku mutu mikroplastik di perairan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sampel siput yang diambil adalah siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo pada kedalaman 10 – 15 cm.
2. Sampel siput yang diambil pada tiap stasiun berukuran 1,5 – 2,5 cm.
3. Tidak diukur uji kualitas air pada lokasi pengambilan sampel.
4. Lokasi pengambilan sampel siput famili Lymnaeidae dilakukan di Waduk Selorejo dengan membuat 5 stasiun, yaitu stasiun 1 terletak di *inlet* dari Sungai Kwayangan, stasiun 2 terletak di kawasan pemukiman, stasiun 3 terletak di *inlet* dari Sungai Konto, stasiun 4 terletak di daerah wisata, dan stasiun 5 terletak di *outlet* Waduk Selorejo.
5. Identifikasi sampel siput Lymnaeidae hanya sampai famili berdasarkan karakteristik morfologinya berdasarkan buku identifikasi Burch (1982).
6. Identifikasi mikroplastik dilakukan secara visual dan tidak dilakukan uji lanjut FT-IR.
7. Identifikasi mikroplastik mengacu pada Crawford (2017), Widianarko dan Inneke (2018).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Keislaman Siput dan Kerusakan Lingkungan

Permasalahan lingkungan telah menjadi pusat perhatian global sejak beberapa dekade terakhir, karena telah mempengaruhi kualitas lingkungan akibat masuknya zat-zat beracun yang dihasilkan oleh polutan sehingga mengancam keberadaan makhluk hidup (Yulianto dan Amaloyah, 2017). Perhatian tersebut tidak terlepas dari kerusakan lingkungan akibat sampah plastik, polusi plastik merupakan masalah skala global dan akan meningkat karena polimer sintesis terus diproduksi, digunakan, dan dibuang (Blair *et al*, 2019). Segala sesuatu faktor eksternal yang berkaitan dengan interaksi kehidupan manusia dapat disebut juga dengan lingkungan. Agama Islam di dalamnya bukan mengatur tentang interaksi manusia dengan Tuhannya saja, namun interaksi antar sesama manusia dan sesama makhluknya juga diatur sedemikian lengkap (Hidayat, 2015).

Al-Qur'an adalah kitab yang sangat lengkap untuk dijadikan rujukan atau sumber dari ilmu pengetahuan dan sains, bahkan di dalamnya mengatur segala aspek kehidupan termasuk hubungan manusia dengan Tuhannya (*hablum minallah*), hubungan manusia dengan sesama manusia (*hablum minannas*), dan hubungan manusia dengan alam atau lingkungan (*hablum minal 'alam*) (Taqiuddin, 2014). Al-Qur'an telah lengkap menyebutkan berbagai macam nama hewan baik sebagai tamsil ataupun gambaran yang dapat dijadikan sebagai pelajaran bagi manusia (Kamil, 2020). Hewan maupun tumbuhan memiliki perannya masing-masing pada kehidupan manusia dan sesungguhnya semua itu adalah termasuk tanda ataupun bukti nyata dari keesaan Allah SWT, seperti penciptaan siput

memiliki makna yang sangat luas karena peranan pada ekosistem bermacam-macam diantaranya sebagai herbivora (grazer), karnivora, omnivore, scavenger, detritivor, *deposit feeder*, *suspension feeder* dan parasit (Persulesy, 2018). Hal ini dapat dijadikan bukti ataupun tanda bahwasanya Allah SWT menciptakan segala sesuatu memiliki manfaat ataupun fungsi (tidak sia-sia). Hal ini termasuk salah satu peran bagi umat manusia untuk selalu berfikir dengan tanda-tanda keesaan Allah SWT demi meningkatkan kualitas keimanan (*hablum minallah*) melalui hikmah penciptaanNya sebagaimana firman Allah SWT dalam surah Ali Imron ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “(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”.

Menurut Abubakar (2008) maksud daripada penciptaan langit dan bumi ini adalah sebagai salah satu tanda ataupun bukti dari kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang berakal (menggunakan pikiran mereka). Selain itu menurut Al-Hifnawi (2008) menyatakan Allah SWT memerintahkan untuk senantiasa merenungkan dan memikirkan pada segala hikmah penciptaan yang ada di sekitar manusia. Tanda tersebut adalah salah satu bukti nyata adanya sifat kekuasaan dan keesaan Allah SWT sehingga dapat meningkatkan kualitas keimanan manusia. Hal ini tentu sejalan dengan tugas manusia di Bumi yaitu sebagai seoreng *khalifah* yaitu

untuk menjaga segala sesuatu yang ada di Bumi. Allah SWT berfirman dalam surah al-Baqarah pada ayat 30 menyatakan:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ
وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي 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”. (Q.S. Al-Baqarah [2]:30).

Menurut Watsiqotul dkk. (2018) kalimat “الَّتِي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً” secara perspektif ekologis adalah manusia memiliki peran sebagai subjek yang bertanggung jawab untuk meningkatkan kualitas diri dan lingkungannya. Syamsudin (2017) menjelaskan bahwasanya kondisi dan keserasian lingkungan mencerminkan kedudukan perilaku manusianya melalui etika lingkungan yang bersumber pada perspektif ekosentrisme dengan antroposentrisme. Shihab (2003) dalam tafsir *al-Misbah* menambahkan konsep “*khalifah*” diartikan sebagai wakil atau pengganti Allah SWT untuk melaksanakan perintah-perintahNya, maksudnya adalah menjauhi apa yang dilarang oleh Allah SWT dan mendekatkan diri untuk senantiasa menjaga keseimbangan ekosistem termasuk melestarikan lingkungan. Perilaku diri dalam menerapkan konsep “*khalifah*” yang dapat meningkatkan ketaqwaan kita kepada Allah SWT.

Konsep memperbaiki hubungan manusia dengan sesama manusia (*hablum minannas*) dalam hal ini Al-Qur’an memberikan sebuah penjelasan terhadap

manusia yaitu segala jenis kekayaan alam (termasuk siput) tidak boleh dieksploitasi secara berlebihan (Taqiuddin, 2014). Leimena (2002) menjelaskan terkait manfaat siput bagi kehidupan manusia, salah satunya untuk mengobati beberapa penyakit yang bersifat kronis. Maulana dkk. (2013) menyatakan bahwasanya cangkang siput juga dapat digunakan sebagai hiasan ataupun souvenir. Harahap (2015) menyebutkan bahwasanya manusia sebagai makhluk yang berakal mempunyai peran yang sangat penting untuk senantiasa menjaga keseimbangan alam semesta, ditinjau berdasarkan sudut pandang sisi anthroposentris, pemahaman terhadap manusia dimaksudkan sebagai titik sentral dari jagat raya, sehingga kekayaan alam dijadikan sasaran untuk dapat dikuras habis dalam memenuhi kepuasan manusia berdasarkan hasrat yang tidak pernah merasa cukup. Watsiqotul dkk. (2018) menambahkan hakikatnya, keberlanjutan ekosistem adalah suatu tanggung jawab dari manusia karena diciptakan sebagai *khalifah* di Bumi. Konsep memperbaiki hubungan manusia dengan sesama manusia (*hablum minannas*) tersebut secara jelas juga tercantum pada Al-Qur'an surah Al-Syu'araa ayat 183 yang berbunyi:

وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿١٨٣﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu, merugikan manusia pada hak-haknya dan janganlah kamu merajalela di muka bumi dengan membuat kerusakan”. (Q.S. Al-Syu'araa [26]:183)

Disebutkan tidak kurang dari 47 kali kata “kerusakan” yang ada di dalam al-Qur'an. Kata “kerusakan di bumi” di dalam al-Qur'an lebih sering ditujukan sebagai sebuah “interaksi”, sebuah “makna” maupun sebuah “hasil yang diperoleh” berdasarkan kegiatan yang bersangkutan dengan kegiatan lain maupun kejadian

dengan kejadian lain (Utami, 2008). Konsep memperbaiki hubungan manusia dengan alam atau lingkungan (*hablum minal 'alam*) yaitu dengan tidak berbuat kerusakan di Bumi, artinya harus senantiasa menjaga keberlanjutan ekosistem yang merupakan habitat bagi hewan maupun tumbuhan (Taqiuddin, 2014). Mustakim (2018) manusia diberi keleluasaan dalam mengelola dan memanfaatkan lingkungan dengan memperhatikan aturan serta dapat menjamin kualitas lingkungan yang baik. Pemanfaatan secara bijak dengan cara menjaga kelestariannya maka dapat memberikan dampak yang baik bagi lingkungan. Aturan islam sangat jelas terhadap perintah larangan manusia untuk berbuat kerusakan di Bumi sebagaimana dalam surah Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan”. (Q.S. Al-A'raf [7]: 56)

Ayat di atas memerintahkan manusia secara tegas untuk senantiasa tidak berbuat kegiatan yang berakibat pada rusaknya bumi. Bentuk berbuat kerusakan di bumi termasuk perilaku membuang sampah plastik sembarangan yang dapat berakibat pada rusaknya ekosistem baik di perairan maupun di daratan. Sampah plastik yang berakhir di lingkungan dapat terfragmentasi menjadi partikel-partikel kecil yang disebut sebagai mikroplastik. Menurut Alaydrus (2010) dalam bukunya menafsirkan ayat ini bahwasanya Allah memerintahkan manusia untuk mencari anugerah yang telah Allah turunkan ke bumi dengan cara baik yaitu tidak menimbulkan kerusakan, keonaran, dan penderitaan.

2.2. Pengertian Waduk

Waduk merupakan suatu daerah yang dibuat khusus oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan pasokan ketersediaan air dengan cara membendung sungai sehingga terbentuk waduk. Waduk juga disebut sebagai danau buatan manusia (*man made lake*), karena pada dasarnya bentuk perairannya mirip dengan danau (Julia, 2014). Waduk (*reservoir*) dibuat sebagai tempat penampungan air dengan cara membendung aliran sungai. Krisanti (2004) menegaskan bahwasanya waduk didefinisikan sebagai daerah badan air buatan manusia yang terbendung dari sungai atau hasil alihan air dari sungai dan memasukkannya ke lembah buatan. Di samping itu, dalam pengertian lain bahwa perairan waduk sebenarnya sebuah daerah tampungan air atau dapat yang terbendung dari aliran sungai dengan karakteristik terdapat dam yang berfungsi sebagai penghalang aliran air sungai (Gambar 2.1).

Menurut Thornton *et al.* (1996) menjelaskan bahwasanya waduk biasa ditemukan di daerah yang kekurangan atau kelebihan air, atau di mana terdapat alasan kegiatan pertanian atau teknologi untuk memiliki fasilitas air yang terkendali. Di mana air langka, terutama digunakan untuk menghemat air yang tersedia untuk digunakan selama periode-periode yang paling dibutuhkan untuk irigasi atau pasokan air minum. Poff & Hart (2002) menambahkan ekosistem waduk atau danau sangat peka terhadap perubahan parameter abiotik, sementara waduk atau danau berperan penting dalam menjamin ketersediaan air baik secara kualitas maupun kuantitas. Krisanti (2004) menambahkan waduk sebenarnya juga dapat disebut sebagai sebuah danau, yaitu suatu kawasan yang memiliki volume

massa air dan di dalamnya terdapat hirarki khusus yang berisi berbagai macam kehidupan.



Gambar 2.1. Pembangunan Waduk Dengan Membendung Aliran Sungai
(Sumber: Jansen, R. B., 2012)

Ukuran waduk bervariasi dari seperti kolam hingga danau besar, tetapi dalam kaitannya dengan danau alami, kisaran jenis waduk dan variasi morfologi umumnya jauh lebih besar sementara variasi karakteristik waduk sangat banyak sehingga terdapat perbedaan definisi berdasarkan kualifikasi signifikan mengenai tipenya (Thornton *et al.*, 1996). Danau alami sering didefinisikan sebagai suatu kawasan perairan yang muncul akibat adanya sumber air alamiah yang mengisi cekungan-cekungan akibat suatu kejadian geologis, artinya danau alamiah murni terjadi karena proses alam sementara terbentuknya waduk disebabkan karena menghimpunnya massa air dari aliran sungai yang mengisi suatu kawasan akibat kegiatan pembendungan oleh dinding khusus sehingga waduk terbentuk karena proses atau buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan air (Kristanti, 2004).

Menurut Krisanti (2004) waduk dan danau alami mempunyai perbedaan berdasarkan kualifikasi bentuk morfologi dan karakteristiknya mulai dari proses terbentuknya hingga kedalaman saluran air memiliki perbedaan, dapat dilihat perbedaan waduk dan danau alami pada tabel 2.1. Sementara Menurut Hayes *et al.* (2017) danau alami umumnya dibagi lagi berdasarkan hidrologi (yaitu, rembesan, glasial, *oxbow*, *intermittent*, dan lain-lain), sehingga waduk sering dikategorikan berdasarkan ukuran atau tujuan yang dirancang. Selain itu, menurut Poff & Hart (2002) menjelaskan bahwasanya klasifikasi waduk dibagi menjadi dua kelompok yaitu waduk penyimpanan dan waduk aliran sungai, waduk penyimpanan biasanya menyimpan volume air yang besar dan memiliki kepala hidrolis yang besar, waktu tinggal hidrolis yang lama, dan memungkinkan kontrol yang relatif tepat atas laju pelepasan air dari bendungan. Sebaliknya, waduk aliran sungai biasanya menyimpan lebih sedikit air dan memiliki kepala hidraulik yang relatif kecil, waktu tinggal hidraulik yang pendek, dan sedikit atau tidak ada kendali atas laju pelepasan air dari bendungan.

Tabel 2.1. Perbedaan danau dan waduk

Karakteristik	Danau	Waduk/Bendungan
	Perbedaan Kualitatif	
Proses terbentuknya	<i>Natural</i> (Alami)	Dibangun manusia
Proses Penuaan	Lambat	Cepat
Terbentuk sebagai sebab dari pengisian	Cekungan	Pengikisan air akibat aliran sungai yang membentuk cekungan (lembah sungai)
Letak berdasarkan DAS	<i>Central</i> (tengah)	<i>Marginal</i> (di tepian)

Corak	Teratur	Dendritik
Sedimen dasar	Autohtonous	Alouchtonous
Kedalaman saluran air keluar (<i>outlet</i>)	Permukaan	Di tempat dalam

Sumber: Krisanti, 2004

2.2.1. Fungsi Waduk

Waduk memiliki fungsi sebagai kawasan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan irigasi pertanian, transportasi air, pengendalian banjir, penggelontaran limbah domestik, wisata air, pemenuhan air baku yang digunakan untuk keperluan keseharian, pembangkit listrik, industri dan sebagai daerah penampungan air yang ditujukan untuk kegiatan budidaya perikanan dan menampung sumberdaya perikanan (Krisanti, 2004). Waduk memiliki fungsi ekologi sebagai pengendali banjir, pengatur tata air, penambat sedimen, bahan pencemar, unsur hara dan tempat tinggal (habitat) suatu organisme baik yang endemik, dilindungi maupun yang liar. Sementara itu, waduk memiliki berdasarkan fungsi ekonomi, sosial dan budaya yaitu sebagai kawasan yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia, sarana transportasi, keperluan sektor pertanian, dimanfaatkan untuk pemenuhan air konsumsi masyarakat, dijadikan kawasan untuk menyimpan sumber protein, daerah pembangkit listrik, olahraga, estetika, religi, kebudayaan, heritage, bahkan juga dimanfaatkan untuk industri pariwisata (Yuono, 2012).

Suatu waduk penampung atau disebut juga sebagai waduk konservasi dapat dimanfaatkan untuk menghimpun kelebihan (tempat penampungan) pada kondisi aliran air tinggi yang dapat digunakan sebagai pemasok air pada saat cuaca panas dan kondisi kering. Waduk jenis ini dalam sistem operasinya sebagai sarana pengelolaan air, laju sistem pemompaannya seragam supaya dapat memberikan

pasokan air dari waduk pada saat kebutuhannya telah melampaui laju tersebut. Artinya fungsi utama dari suatu waduk adalah sebagai kawasan yang digunakan untuk menyeimbangkan aliran air supaya tetap konstan, baik dengan cara mencukupi kebutuhan yang beragam dari para konsumen, maupun dengan cara mencukupi persediaan air pada suatu sungai alamiah yang distribusi volumenya berubah-ubah (Yuono, 2012).

2.2.2. Kondisi Umum Waduk Selorejo

Waduk merupakan daerah penampungan air atau danau buatan yang dibentuk akibat adanya aktivitas pembendungan terhadap suatu aliran sungai (Santosa, 2016). Menurut Sayekti (2015) salah satu daerah penampungan air atau danau buatan berdasarkan letaknya berada di Malang Jawa Timur yang dinamakan sebagai Waduk Selorejo guna sebagai kawasan untuk menghimpun aliran air maupun sebagai penampung air dan lokasi pendayagunaan perikanan air tawar. Operator pengelola bendungan Perusahaan Umum (PERUM) Jasa Tirta I memiliki wewenang dalam pendayagunaan atau pengelolaan Waduk Selorejo (Santosa, 2016).

Pemanfaatan Waduk Selorejo diantaranya sebagai daerah yang dapat menampung air guna mengendalikan bila terjadi banjir, keperluan irigasi, pembangkitan energi listrik, budidaya ikan dan daerah pemanfaatan wisata (Suryanto, 2011). Suplai air yang diterima oleh Waduk Selorejo didapatkan dari saluran air Sungai Konto, Sungai Kwayangan dan Sungai Pijal. Berdasarkan kegiatannya, aliran sungai tersebut menerima pasokan zat buangan yang bersumber dari kegiatan agraria dan kawasan tinggal penduduk diperkirakan terdapat

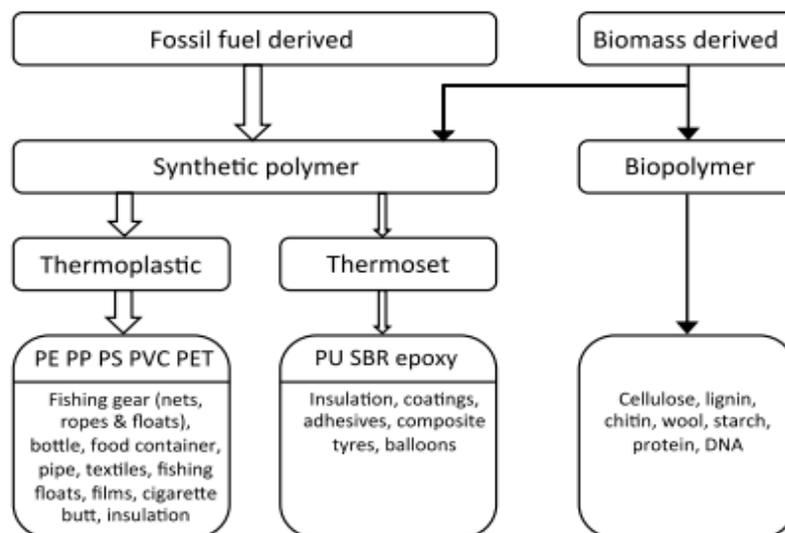
kontaminasi beberapa senyawa seperti Nitrat (N) dan Fosfat (F) yang berbahaya apabila konsentrasinya berlebihan dan terjadi akumulasi di perairan Waduk Selorejo (Suherman, 2015). Menurut Sasangka (2014) karakteristik Waduk Selorejo termasuk waduk tahunan, secara lokasinya terletak pada Kali Konto yang merupakan salah satu anak dari sungai Brantas, tepat di bawah pertemuan dengan Kali Kwayangan. Menurut Yudiarso (2014) Waduk Selorejo mempunyai bendungan yang telah beroperasi sejak tahun 1972 mendatangkan berbagai keuntungan yang diperoleh masyarakat mulai dari pengairan sampai pembangkit listrik.

2.3. Mikroplastik

Istilah ‘plastik’ seperti yang biasa digunakan, mengacu pada sekelompok polimer sintetik, terbagi menjadi dua kelas diantaranya: termoplastik dan termoset (Gambar 2.2). Istilah umum ‘plastik’ berasal dari termoplastik bahwa berdasarkan fungsinya dapat digunakan digunakan secara berulang-ulang termasuk dibentuk, atau dirubah menjadi bentuk lain saat dipanaskan. Contoh umum termasuk polietilen (PE), polietilen tereftalat (PET), polipropilen (PP), polivil klorida dan polistiren. Istilah plastik yang telah dibentuk dan tidak dapat dibentuk kembali meskipun dipanaskan disebut sebagai termoset, misalnya poliuretan (PUR) termasuk resin. Sebagian besar pembuatan plastik berasal dari minyak bumi yang akhir-akhir ini banyak ditambahkan dengan campuran biomassa seperti minyak nabati maupun jagung. Prinsipnya, menyamakan material seperti jenis bahan baku yang diperlukan setelah polimer disintesis (Kershaw, 2016).

Penelitian tentang mikroplastik banyak menjadi perhatian yang signifikan di dunia, karena adanya potensi bahaya yang dibawa oleh partikel plastik kecil

akibat degradasi plastik besar (Ajith *et al.*, 2020). Yang *et al.* (2015) menegaskan bahwasanya karena penggunaan plastik yang masif dan sifatnya yang persisten membuat mikroplastik ada di mana-mana baik itu di perairan tawar, laut, sedimen, organisme dan bahkan garam laut. Selain itu Van Sebille *et al.* (2015) menyatakan bahwasanya diperkirakan antara 15 sampai 51 triliun partikel plastik, dengan berat hingga 236.000 ton telah terakumulasi secara global yang berakhir pada sistem kelautan.



Gambar 2.2. Kelas Plastik Berdasarkan Jenisnya (Sumber: Kershaw, 2016)

Mikroplastik didefinisikan sebagai setiap potongan plastik yang berukuran kurang dari 5 mm hingga 1 mm di sepanjang dimensi terpanjangnya (Crawford, 2017). Istilah mikroplastik tidak hanya mengacu pada zat padat tetapi juga pada polimer organik sintesis yang tidak diturunkan secara alami, meskipun beberapa definisi mikroplastik yang diterima oleh berbagai komunitas ilmiah adalah partikel plastik yang berukuran 0,001 – 5 mm (Zeng, 2018). Menurut McCormick *et al.* (2016) mengungkapkan dalam beberapa penelitian terbaru telah ditemukan

mikroplastik (yaitu partikel plastik dengan ukuran diameter <5 mm) di berbagai daerah sungai bahkan pada habitat laut seluruh dunia, termasuk zona pelagis, perairan pantai, sedimen pantai dan laut dalam.

Mikroplastik adalah partikel plastik dalam bentuk kecil (mikroskopis) yang terdapat di udara, tanah, air tawar, laut, dalam biota, dan di beberapa ditemukan dalam makanan, akibat adanya fragmentasi dan degradasi plastik yang lebih besar sehingga menjadi mikroplastik (Koelmans *et al.*, 2019). Menurut Abbing (2019) bukti terbaru menunjukkan bahwa mikroplastik ada di mana-mana, bahkan di lokasi terpencil dan diperkirakan menyumbang 92% dari jumlah plastik global. Selain itu, Arias *et al.* (2018) menambahkan bahwasanya mikroplastik secara khusus dirancang agar tahan lama sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai, sifatnya yang tahan lama dan mengapung sehingga dapat dengan mudah menjadi vektor transportasi, bahkan beberapa studi menunjukkan bahwa mikroplastik telah dicatat sebagai tempat berkumpulnya bakteri yang unik.

Kontaminasi partikel mikroplastik di ekosistem perairan banyak diakui sebagai potensi ancaman lingkungan yang dapat berdampak pada organisme hidup (Mattson *et al.*, 2018). Mikroplastik telah diidentifikasi dari produksi, penggunaan, pemeliharaan dan pembuangan produk yang mengandung plastik yang banyak dibuang di sungai dan laut lepas (Sundt, 2016). Mikroplastik memiliki potensi dapat terdistribusi di mana-mana lengkap dengan bentuknya yang kecil serta sifatnya yang dapat mengapung maupun melayang-layang di perairan sehingga mikroplastik mudah dikonsumsi oleh organisme perairan (Zeng, 2018).

Konsumsi partikel plastik oleh biota laut yang pada kasus-kasus sebelumnya dapat menyebabkan cedera fisik sublethal artinya terjadi perubahan fisik secara

morfologis namun selnya tidak mati dan akumulasi kontaminan kimiawi termasuk aditif polutan yang diserap melalui air dan dapat masuk secara reversibel (Zeng, 2018). Selain itu toksisitas mikroplastik dapat ditransfer ke tingkat trofik atas termasuk manusia ancumannya berupa patogen yang dibawa oleh mikroplastik sehingga berpotensi dapat merusak organisme yang melannya (Crawford, 2017). Menurut Lithner *et al.* (2011) mikroplastik dapat berinteraksi dengan organisme dari semua tingkat trofik dalam jaring makanan akuatik mulai dari bakteri kecil hingga paus besar di lautan, biasanya di lingkungan akuatik mikroplastik cenderung lebih dulu dikolonisasi oleh mikroorganisme alga dan bakteri yang membentuk biofilm sehingga mempengaruhi daya apung fragmen.

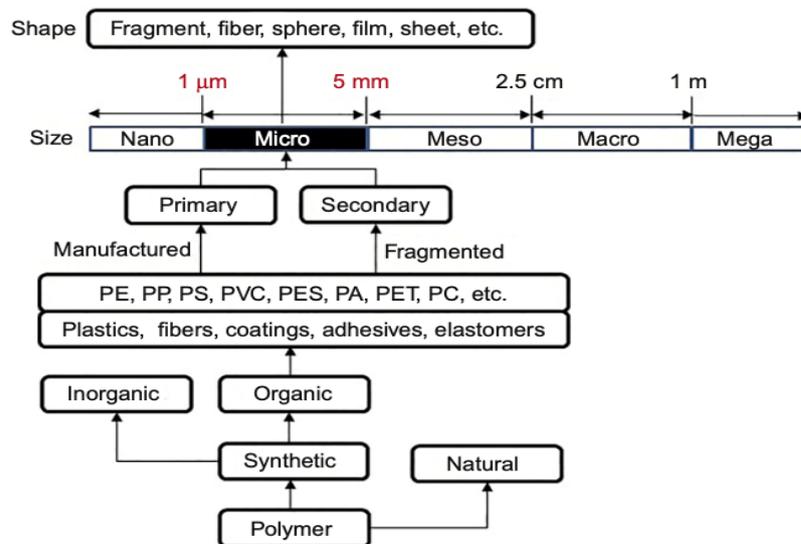
2.3.1. Tipe dan Sumber Mikroplastik

Partikel plastik kecil yang sering disebut mikroplastik telah banyak didefinisikan sebagai partikel plastik dengan diameter <5mm yang telah terdistribusi di udara, tanah, air laut, air tawar, hewan, tumbuhan dan berasal dari produk plastik, tekstil, industri pertanian (Crawford, 2017). Mikroplastik diproduksi dari sumber primer, seperti produk plastik sehari-hari dan proses buatan manusia, dan dari sumber sekunder, seperti fragmentasi alami sampah plastik laut (Sundt, 2016). Mikroplastik primer adalah partikel yang telah diproduksi dengan ukuran tertentu untuk dibawa keluar berbagai fungsi tertentu (Kershaw, 2016). Mikroplastik primer banyak dihasilkan dari produksi berbagai bahan kosmetik yang mengandung *microbeads*, maupun *scrub* bertujuan untuk keperluan tertentu (Wright *et al.*, 2013).

Mikroplastik primer sengaja dibuat sebagai partikel berukuran kecil untuk keperluan industri dan termasuk pelet resin praproduksi, *microbeads* untuk bahan

abrasif dalam kosmetik, pasta gigi dan peledakan, bubuk berukuran mikro untuk pelapis tekstil, dan media pengiriman obat (Zeng, 2018). Sumber dari mikroplastik dapat ditemukan dari beberapa produk rumah tangga, seperti obat-obatan, produk perawatan pribadi, produk kosmetik seperti pasta gigi, krim eksfoliasi, pembersih tangan, pembersih wajah dan busa cukur karena *microbeads* plastik digunakan dalam pembuatan produk-produk tersebut, *microbeads* ini termasuk mikroplastik primer (Sharma *et al.*, 2017). Menurut Crawford (2017) mikroplastik primer biasanya berupa mikrobead berbentuk bulatan kecil yang dibuat khusus oleh pabrik sebagai keperluan tertentu seperti kosmetik, produk kecantikan lainnya maupun peledakan pasir (*sandblasting*).

Mikroplastik sekunder diproduksi oleh agen pendegradasi seperti gelombang pada perairan, perubahan suhu dan radiasi UV-B di lingkungan (Andrady, 2011). Cole, M. (2011) menambahkan mikroplastik sekunder berasal dari produk yang terfragmentasi dari makro atau gelombang fisik. Selain itu Sharma *et al.* (2017) melalui proses degradasi termooksidatif, degradasi termal dan hidrolisis. Zeng (2018) menyatakan bahwasanya mikroplastik sekunder merupakan partikel plastik hasil fragmentasi yang berasal dari produk polimer sintesis organik yang digunakan dimana keberadaannya di lingkungan sebagai sampah termasuk fragmen plastik padat, serat mikro dari kain dan tali, lapisan kemasan yang terkelupas dan kotoran dari serpihan ban kendaraan. Mikroplastik dibagi menjadi beberapa jenis sebagaimana pada diagram yang diilustrasikan pada Gambar 2.3.

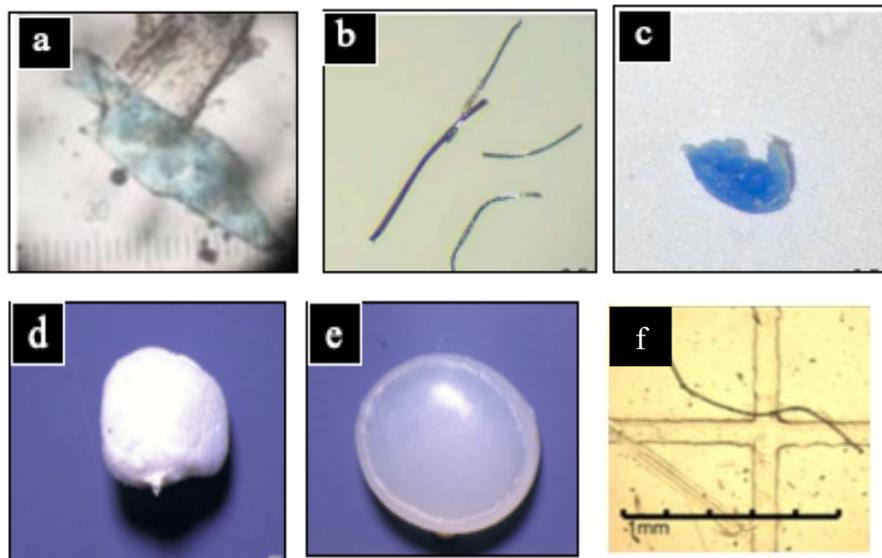


Gambar 2.3. Skema Diagram Pembagian Tipe dan Klasifikasi Mikroplastik
(Sumber: Zeng, 2018)

Potongan sampah-sampah plastik besar yang berada di lingkungan merupakan salah satu sumber dari jenis mikroplastik sekunder, karena adanya radiasi matahari yang keras, paparan angin dan gelombang mengakibatkan benda plastik berukuran besar terurai menjadi partikel yang lebih kecil (Koelmans *et al.*, 2019). Siklus degradasi berlanjut dan akhirnya membentuk mikro dan nanopartikel, sementara faktor lingkungan adalah jalur yang paling umum untuk pembentukan mikroplastik dan nanoplastik (Crawford, 2017). *Microbeads* termasuk partikel plastik yang diproduksi oleh industri kosmetik banyak ditambahkan pada gel mandi, produk scrub wajah guna meningkatkan efek abrasif, meningkatkan pengelupasan dan sifat pembersihan dari perawatan (Juliano & Magrini, 2017). *Microbead* banyak ditemukan pada sistem air pada saluran pembuangan domestik yang kemudian masuk ke saluran air alami, akibat sifat *microbead* yang mikroskopis (Cole *et al.*, 2011)

Mikroplastik dibagi berdasarkan karakter tipe dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk yaitu film, fiber, fragmen, *granule*, *foam* dan filamen.

Mikroplastik yang memiliki bentuk seperti serat ataupun benang (fiber) dapat ditemukan pada kawasan pesisir, karena dapat bersumber dari peralatan nelayan seperti pancing, jaring ikan dan wadah plastik lainnya. Selain itu, mikroplastik yang berbentuk serat ini dapat berasal dari limbah tekstil (Zeng, 2018). Jenis atau macam-macam mikroplastik seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4. Macam mikroplastik berdasarkan morfologinya (a. Film, b. Fiber, c. Fragmen, d. *Foam*, e. *Granule*, f. filamen) (Sumber: Dodson *et al.*, 2020; Hastuti, 2014; Wu, 2018)

a. Mikroplastik Film

Kemasan plastik yang berada di lingkungan dapat terfragmentasi menjadi partikel plastik kecil berdasarkan karakteristik morfologinya biasa berbentuk film dengan densitas yang rendah memiliki mobilitas yang tinggi di perairan (Zeng, 2018). Mikroplastik yang berbentuk film bersumber dari berbagai hasil fragmentasi seperti kantong plastik, styrofoam, kemasan makanan maupun minuman sekali pakai yang berada di lingkungan (Crawford, 2017). Mikroplastik tipe film atau berupa lembaran ini dapat bersumber dari bungkus plastik untuk produk kemasan,

bentuk mikroplastik ini dapat mempengaruhi sifat mengapung, tenggelam dan transportasi mikroplastik di perairan baik begitu juga tingkat konsumsi mikroplastik oleh organisme akuatik (Zeng, 2018).

b. Fiber

Serat sintetis yang biasa digunakan untuk aktivitas produksi garmen dianggap mikroplastik primer karena sengaja dibuat berukuran kecil, sementara itu fakta yang ditemukan dilingkungan serat fiber termasuk kategori potongan plastik yang paling banyak ditemukan sebab tingginya kegiatan pencucian kain oleh industri maupun konsumen (Crawford, 2017). Penelitian lain menyebutkan mikroplastik fiber dapat berasal dari hasil produksi serat sintetis pakaian, penampakan morfologinya memanjang akibat fragmentasi *monofilament* jaringan maupun tali (Zeng, 2018). Mikroplastik fiber telah ditemukan sebagai bentuk utama mikroplastik yang mendominasi di air tawar, pencucian tekstil sintetis telah diidentifikasi sebagai salah satu sumber utamanya adanya mikroplastik jenis fiber (Widianarko dan Inneke., 2018).

c. Fragmen

Beberapa plastik yang memiliki polimer sintetis kuat bila terdegradasi akan membentuk mikroplastik fragmen (Hastuti, 2014). Bentuk mikroplastik fragmen yaitu tidak beraturan akibat degradasi pecahan makro plastik, yang penampilan dan warnanya dapat dihubungkan dengan produk aslinya kemudian terdegradasi akibat fotooksidasi di lingkungan (Tanaka & Takada, 2016). Mikroplastik tipe fragmen banyak ditemukan pada beberapa ekosistem laut dalam berbagai ukuran akibat fragmentasi oleh cahaya UV di lingkungan (Sundt, 2016).

d. *Foam*

Mikroplastik tipe *foam* merupakan mikroplastik yang terbuat dari polimer (Tanaka & Takada, 2016). Mikroplastik tipe *foam* dapat ditemukan pada sedimen ekosistem estuari (Dodson *et al.*, 2020). Penelitian Tibbets *et al.* (2018) menemukan mikroplastik tipe *foam* berwarna putih. *Foam* memiliki densitas yang paling rendah, bulat berwarna putih kekuningan dan lunak (McCormick *et al.*, 2016). Mikroplastik *foam* berbentuk seperti busa sumbernya dapat berasal dari pelampung, bahan kemasan penyerap guncangan, kotak isolasi panas dan panel konstruksi (Zeng, 2018).

e. *Granule*

Mikroplastik jenis *granule* merupakan mikroplastik yang diproduksi sebagai bahan baku produk plastik berukuran besar, umumnya berukuran 2-5 mm dengan bentuk silinder atau *disk* (Tanaka & Takada, 2016). Karakteristik *granule* berbentuk seperti butiran berwarna putih atau kecoklatan padat yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri (Virsek *et al.*, 2016). Mikroplastik *granule* atau bola resin praproduksi dianggap sebagai plastik primer hasil rekayasa ditujukan untuk keperluan tertentu, biasanya mikroplastik *granule* biasa digunakan sebagai campuran produk kecantikan atau kosmetik (Crawford, 2017).

f. *Filamen*

Mikroplastik tipe filamen memiliki karakteristik yang mirip seperti fiber, tetapi warnanya lebih transparan (Athawudha, 2020). Filamen merupakan mikroplastik yang berbentuk serat dan memanjang, dapat berasal dari hasil

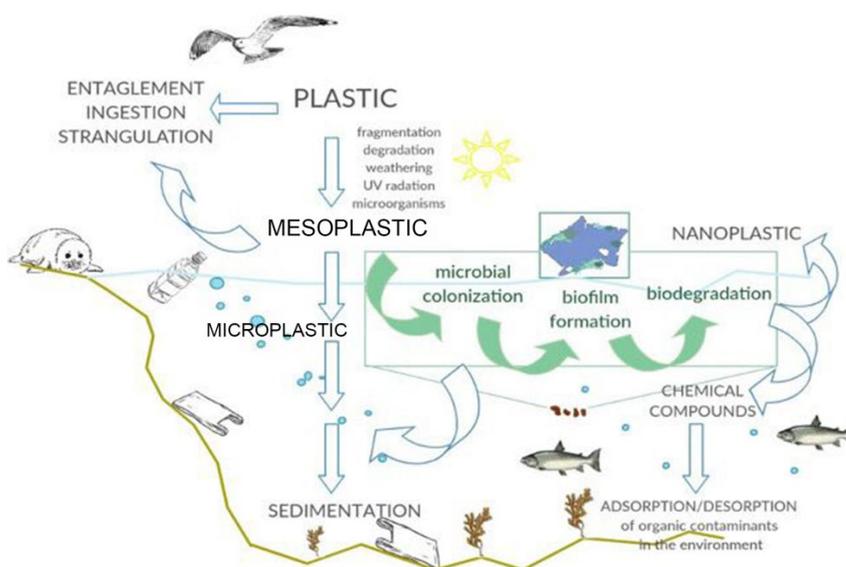
fragmentasi monofilamen jaring ikan, tali, jaring, atau pancing dan kain sintetis pakaian (Hastuti *et al.* 2014). Mikroplastik tipe filamen termasuk sampah mikro yang sebagian besar berasal dari aktivitas nelayan, beberapa ada yang teridentifikasi berasal dari pecahan sampah makro yang memiliki polimer polypropylene (PP) (Widianarko dan Inneke, 2018).

2.3.2. Dampak Mikroplastik

Kontaminasi mikroplastik pada organisme hidup dapat memberikan dampak yang mengakibatkan kerusakan pada saluran pencernaan akibat akumulasi mikroplastik. Selain itu, mikroplastik dapat berpotensi menghambat produksi enzim, mengurangi tingkat pertumbuhan, menurunkan kadar hormon steroid, berpotensi membawa zat-zat berbahaya dan mempengaruhi sistem reproduksi (Wright *et al.*, 2013). Mikroplastik dapat mengambil kontaminan kimiawi yang ditularkan melalui air selama waktunya dihabiskan di perairan yang tercemar dan dapat memusatkan kontaminan ini hingga 1 juta kali lebih besar daripada sekitarnya, pada waktu yang bersamaan biota-biota seperti ikan mengkonsumsi mikroplastik, bahkan di Teluk Meksiko 10% ikan laut dan 8% ikan air tawar ditemukan terkontaminasi mikroplastik (Crawford, 2017).

Azoulay *et al.* (2019) menyatakan mikroplastik mengandung *plasticizer* (senyawa adiktif sebagai tambahan polimer yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitasnya), memiliki kemampuan adsorpsi yang kuat pada beberapa senyawa organik berbahaya (seperti *polycyclic aromatic hydrocarbons* dan DDT), yang dapat dilepaskan dalam organisme dan mempengaruhi kesehatan manusia melalui rantai makanan (Gambar 2.5). Menurut Ajith *et al.* (2020) menemukan mikroplastik terperangkap dalam jaringan organ mollusca, sehingga memiliki kemungkinan

bioakumulasi ke tingkat trofik yang lebih tinggi termasuk manusia. Lithner *et al.* (2011) menjelaskan bahwasanya bahan kimia yang terserap oleh permukaan mikroplastik dapat menyebabkan kerusakan besar pada sistem manusia. Salah satu contohnya adalah adsorpsi bisphenol A (BPA) dan *phthalates* pada permukaan partikel plastik. Setelah partikel plastik yang teradsorpsi ini dikonsumsi, dapat menyebabkan gangguan hormonal yang dikenal sebagai pengganggu endokrin.



Gambar 2.5. Kontaminasi mikroplastik pada suatu rantai makanan (Sumber: Urbanek *et al.*, 2018)

Menurut Gallo *et al.* (2018) toksisitas plastik terhadap organisme sangat tinggi hal ini dibuktikan dengan karakteristik fisik dan kimiawi sebagai komponen penyusun plastik, misalnya dibutyl phthalate, dimethyl phthalate, butyl benzyl phthalate, atau monomer plastik seperti Bisphenol A (BPA), dapat mempengaruhi perkembangan dan reproduksi biota sungai maupun laut. Semakin tingginya akumulasi organisme maka akan berpengaruh terhadap rantai makanannya dan manusia menempati posisi puncak pada suatu rantai makanan pada kebanyakan

lingkungan. Menurut Koelmans *et al.* (2019) disebutkan bahwasanya karena efek permukaan terdapat kemungkinan bahwasanya mikroplastik maupun nanoplastik menyimpan bahan kimia beracun organik atau logam berat pada konsentrasi yang lebih tinggi sehingga memberikan potensi bahwasanya nanoplastik dapat menembus membran melewati dinding sel, berpindah lokasi atau berada di jaringan epitel untuk waktu yang lama, kombinasi toksisitas partikel dan kimia dapat menghasilkan risiko yang tidak terduga. Penelanan mikroplastik yang terkontaminasi oleh organisme akuatik memberikan rute yang layak untuk transfer bahan kimia beracun ke dalam jaringan organisme, di mana mikroplastik bertindak sebagai vektor untuk pengangkutan kontaminan yang diserap dan bahan kimia tambahan ke dalam organisme (Crawford, 2017).

Dampak fisik seperti cedera atau penyumbatan saluran pencernaan dan gangguan kapasitas makan telah diamati, selain itu karena mikroplastik mengandung bahan kimia berbahaya yang diserap dari air laut serta zat aditif yang tertinggal, dampak toksikologisnya menjadi perhatian (Tanaka & Takada, 2016). Lebih lanjut, kibat efek yang disebabkan oleh mikroplastik bersifat jangka panjang sehingga belum dapat ditentukan efeknya secara langsung, namun sejauh ini beberapa studi tentang mikroplastik telah banyak ditemukan bahwa dapat melintasi dinding usus, memasuki sistem peredaran darah manusia, hewan pengerat dan invertebrata (Crawford, 2017). Sifat hidrofobiknya memungkinkan akumulasi racun organik pada konsentrasi hingga satu juta kali lebih tinggi daripada di air sekitarnya. Selain itu, banyak bahan kimia, seperti aditif, monomer yang tidak bereaksi, katalis, dan produk sampingan, mungkin tetap berada dalam mikroplastik (Zeng, 2018).

2.3.3. Kelimpahan Mikroplastik

Beberapa penelitian terakhir melaporkan kelimpahan mikroplastik telah banyak diidentifikasi pada ekosistem baik itu di sungai, danau, muara, dekat pantai, lepas pantai dan lautan terbuka (Zeng, 2018). Penelitian kelimpahan mikroplastik juga pernah dilakukan oleh Yuan *et al.* (2019) pada danau air tawar terbesar di Cina yaitu Danau Poyang, disebutkan kelimpahan mikroplastik berturut-turut 5 – 34 partikel/L untuk air permukaan, 54 – 506 partikel/kg untuk sedimen dan 0 – 18 partikel/individu untuk ikan *Carassius auratus*. Selain itu, berdasarkan penelitian Zaki *et al.* (2021) berhasil mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik pada gastropoda di muara Sungai Klang Malaysia, ditemukan kelimpahan mikroplastik berkisar antara 0,50 sampai 1,75 partikel/g jaringan berat basah dan 0,25 hingga 0,88 partikel/individu.

Kelimpahan mikroplastik yang berada di lingkungan dapat dipengaruhi oleh distribusi vertical mikroplastik, yang diatur oleh keadaan laut dan turbulensi berdasarkan kecepatan angin (Zeng, 2018). Perhitungan kelimpahan mikroplastik berguna dalam mengidentifikasi sumber kontaminasi pada suatu ekosistem (Tibbets, 2018). Satuan penghitungan yang paling umum diterapkan untuk kelimpahan mikroplastik pada hewan laut dan air tawar adalah jumlah partikel per-individu dan jumlah partikel per-gram (Fu *et al.*, 2020). Penilaian sumber-sumber kontaminasi mikroplastik didapatkan dengan cara menghitung kelimpahan mikroplastik, rumus perhitungan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada organisme dapat mengacu pada perhitungan sesuai Hidalgo-Ruz *et al.* (2012) sebagaimana berikut:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{jumlah sampel (ekor)}}$$

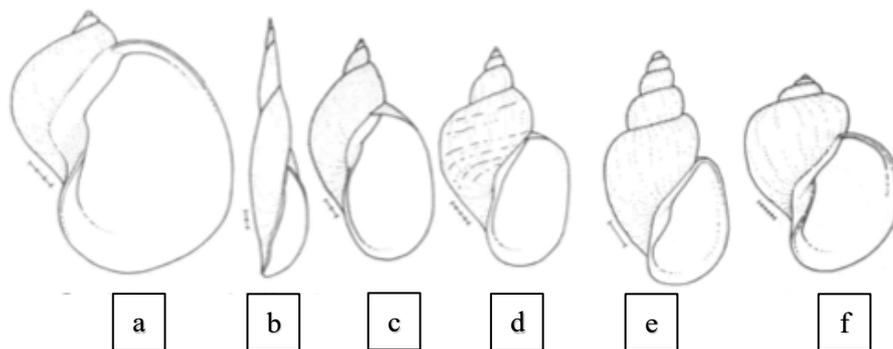
2.4. Famili Lymnaeidae

2.4.1. Ciri Famili Lymnaeidae

Anggota famili Lymnaeidae dicirikan dengan tentakel berbentuk segitiga dan mata terletak di bagian dalam dasar. Pneumostrom serta gonopori jantan dan betina terletak di sisi kanan tubuh siput. Kaki lebar, terpotong tajam di depan, dan dibulatkan di belakang. Rahangnya tiga kali lipat. Gigi pusat radula sempit dengan satu titik puncak kecil. Gigi lateral berukuran besar dengan 2-3 katup. Gigi marginal lebih kecil dengan banyak katup. Organ reproduksi terpecah menjadi bagian jantan dan betina sedini mungkin di ujung saluran hermaprodit (Jackiewicz, 1998). Menurut Dung *et al.* (2013) pada tingkat spesies Lymnaeidae, sebagian besar studi banyak ditemukan kesulitan karena banyak keseragaman morfologi dan anatomi interspesifik, variasi intraspesifik dari bentuk cangkang ditandai dengan baik di dalam limfonoid tergantung pada kondisi lingkungannya. Vinarski (2016) ketersediaan pangan juga bisa menjadi faktor pembentukan keberagaman morfologi dari famili ini.

Siput famili Lymnaeidae memiliki variabilitas yang luas, terutama pada variasi cangkangnya (Jackiewicz, 1998). Siput air tawar yang termasuk dalam anggota famili Lymnaeidae terdiri dari 2 subfamili yaitu: Lymnaeinae dan Lancinae. Disamping itu, subfamili Lymnaeidae terdiri 6 genus yang terdiri dari Radix, Acella, Pseudosuccenia, Lymnaea, Stagnicola, Fossaria. Subfamili Lancinae terdiri dari 2 genus yang terdiri dari Fisherolla dan Lanx (Burch, 1982). Siput ini termasuk dalam ordo Hygrophila dimana terdiri dari 4 famili yaitu Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Ancyliidae (Saadi *et al.*, 2020).

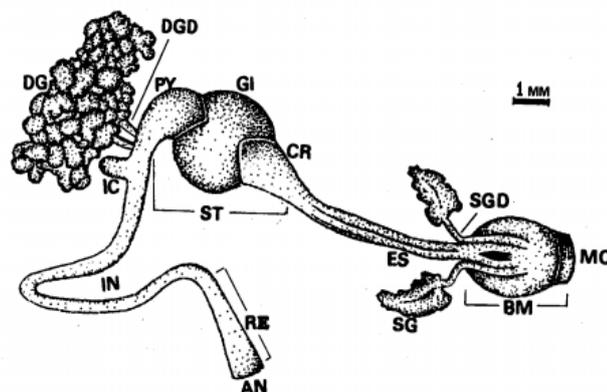
Menurut Burch (1982) karakteristik pada setiap genus anggota famili Lymnaeidae dapat dilihat pada (gambar 2.6), dengan deskripsi antara lain: genus *Radix* memiliki ciri-ciri yaitu cangkangnya tipis berbentuk seperti piramid kecil dengan bagian apex meruncing, spire tersusun melingkar, bukaan besar, columella melengkung di tengah. Genus *Acella* yaitu cangkang tipis pada bagian kanan berbentuk seperti jarum. Genus *Pseudosuccenia* memiliki karakteristik cangkang memanjang dengan bukaan besar dan bagian apex meruncing, pada bagian tentakel berbentuk segitiga lebar dan berwarna hitam hingga abu-abu pucat. Genus *Lymnaea* memiliki tipe cangkang yang memanjang dengan apeks meruncing, berwarna coklat terang dan ulir utama melebar. Genus *Stagnicola* memiliki karakteristik yaitu panjang cangkang siput dewasa umumnya berukuran 13 mm, berbentuk spiral, columella memutar seperti anyaman yang mengembang. Genus *Fossaria* memiliki ukuran cangkang lebih dari 12 atau 13 mm, lurik spiral pada cangkang, columella halus (tanpa ada lekukan).



Gambar 2.6. Anggota Genus Famili Lymnaeidae (a. *Radix* ; b. *Acella* ; c. *Pseudosuccenia* ; d. *Lymnaea* ; e. *Stagnicola* ; f. *Fossaria*) (Sumber: Burch: 1982)

2.4.2. Anatomi Siput Famili Lymnaeidae

Menurut Brown (2001) kelompok siput Famili Lymnaeidae berbadan lunak, tidak beruas-ruas, dengan kaki berupa suatu sol atau telapak kaki yang lebar untuk melata, mempunyai massa visceral yang berisi sebagian besar sistem organ, dan cangkang yang terbuat dari kapur (kalsium karbonat). Cukingnan and Pagulayan (1995) menegaskan pada sistem pencernaan anggota famili Lymnaeidae terdapat mulut yang terletak di bagian tengah anteroventral kepala. Esofagus menonjol dari ujung dorsoposterior massa bukal. Lambung terletak di bagian posterior rongga tubuh, bersama dengan usus, sekum, dan kelenjar pencernaan. Sebagian tersembunyi oleh kelengkungan kelenjar pencernaan, sehingga kelenjar pencernaan harus dibelokkan terlebih dahulu sebelum seluruh bagian perut dapat terlihat (Gambar 2.7).



Gambar 2.7. Sistem Pencernaan Siput Famili Lymnaeidae pada *Radix* sp. (Sumber: Cukingnan and Pagulayan, 1995)

2.4.3. Habitat Famili Lymnaeidae

Lymnaeidae adalah salah satu famili siput air tawar yang paling tersebar luas dan banyak dari siput famili Lymnaeidae bertindak sebagai inang perantara dari trematode digenean yang menginfeksi manusia atau hewan ternak (Dung *et al.*,

2013). Habitat siput famili Lymnaeidae sering ditemukan pada kolam, waduk, maupun danau, sehingga sering disebut sebagai siput kolam (Amorim *et al.*, 2019). Siput dari famili Lymnaeidae adalah hewan air tawar yang menghirup udara, gastropoda hermaprodit dengan distribusi di seluruh dunia (Vinarski *et al.*, 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan pengambilan data menggunakan metode eksploratif, yaitu sampel diambil langsung dari lokasi penelitian dalam hal ini dilakukan di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan 3 kali pengulangan pada setiap stasiun. Penyajian hasil penelitian dipaparkan secara deskriptif yang meliputi bentuk, tipe, dan warna mikroplastik, sedangkan analisis kuantitatif meliputi data kelimpahan mikroplastik.

3.2. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai bulan September 2021. Pengambilan sampel siput famili Lymnaeidae dilakukan langsung di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang pada pukul 07.00 – 15.00 WIB. Selanjutnya, dilakukan proses identifikasi mikroplastik di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat

Alat alat yang dibutuhkan selama penelitian yaitu meteran, gunting, tali rafia, alat tulis, sepatu *boot*, sarung tangan, botol sampel 250 ml, GPS (*Global Positioning System*), *cool box*, papan parafin, penggaris, pinset, gelas beaker 500 ml, gelas ukur, botol duran 500 ml, botol semprot aquades, pengaduk kaca, corong

kaca, cawan petri, pemanas air (*water bath*), nampan, kain filter nylon tipe T165 mesh 420, jarum pengambil mikroplastik, dan mikroskop stereo Nikon SMZ 1500.

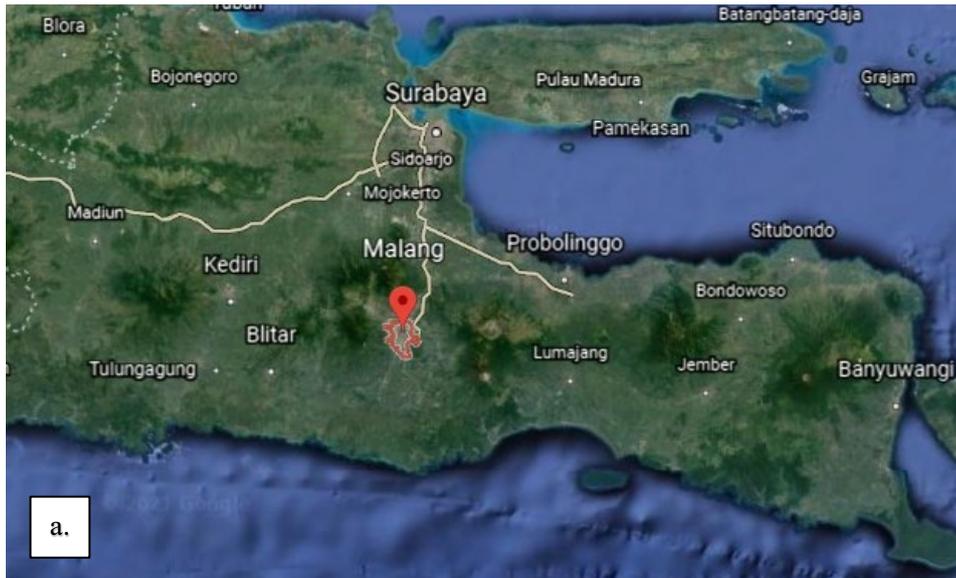
3.3.2. Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan selama penelitian yaitu aquades secukupnya, sampel siput yang ditemukan dengan ukuran 1,5 sampai 2,5 cm sebanyak 75 ekor, sampel mikroplastik pada siput, tissue secukupnya, kertas label, kertas milimeter, aluminium foil secukupnya, alkohol 70%, H₂O₂ 30%, H₂SO₄ 98%.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

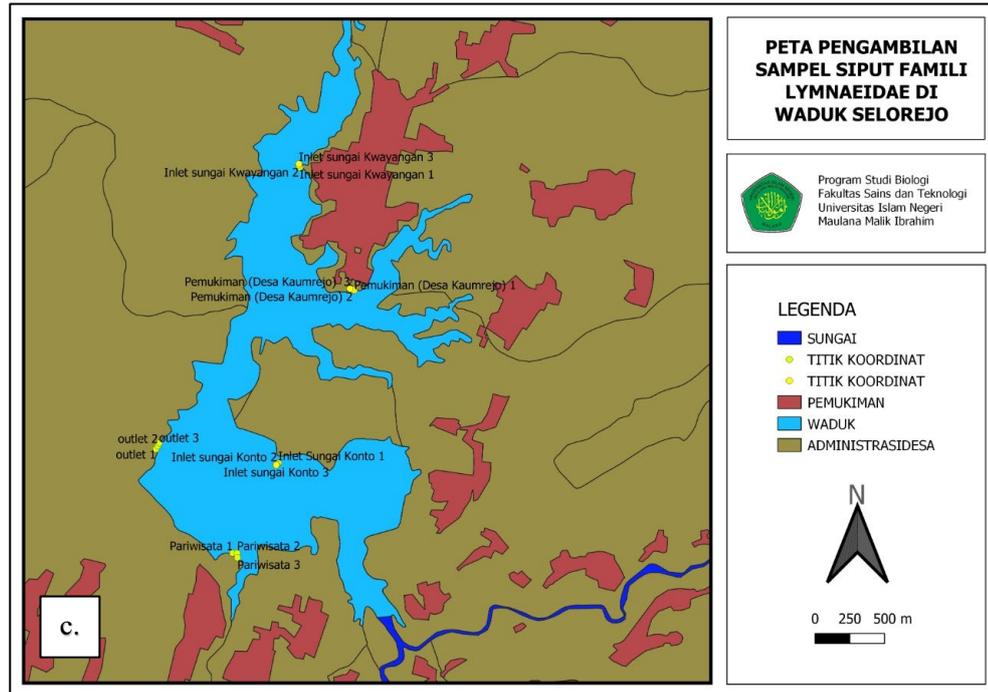
Waduk Selorejo terletak di Provinsi Jawa Timur (Gambar 3.1a.), Kabupaten Malang Kecamatan Ngantang (Gambar 3.1b.). Pengambilan sampel dilakukan di Waduk Selorejo berdasarkan lokasi yang dapat mewakili kondisi Waduk Selorejo secara terpilih *purposive sampling* sebagaimana pada (Gambar 3.1c.). Terdapat 5 stasiun pengambilan sampel, penentuan 5 stasiun ini berdasarkan hasil orientasi lapangan yaitu menggunakan metode pengumpulan sampel dengan menetapkan kriteria tertentu pada setiap stasiun, deskripsi stasiun sebagaimana pada (Tabel 3.1.).



Gambar 3.1a. Peta Provinsi Jawa Timur Kabupaten Malang (Sumber Google Earth, 2021)



Gambar 3.1b. Peta Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. (Sumber: Google Earth, 2021)



Gambar 3.1. Lokasi Pengambilan Sampel Siput Pada 5 Stasiun Mewakili Kondisi Waduk Selorejo (Sumber: Penelitian Pribadi, 2021)

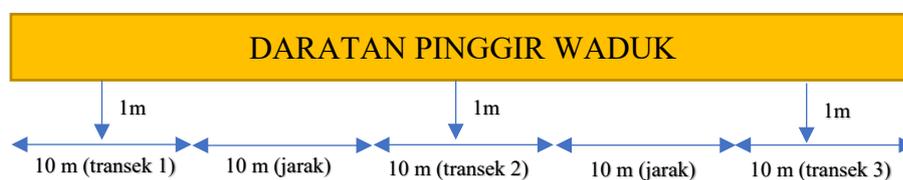
Tabel 3.1. Deskripsi Stasiun Pengamatan

STASIUN	DESKRIPSI	ULANGAN	KOORDINAT	
			LS	BT
Stasiun 1	Inlet Sungai Kwayangan	1	7°51.100'	112°21.933'
		2	7°51.092'	112°21.929'
		3	7°51.187'	112°21.930'
Stasiun 2	Kawasan Pemukiman (Desa Kaumrejo)	1	7°51.585'	112°22.146'
		2	7°51.582'	112°22.140'
		3	7°51.578'	112°22.131'
Stasiun 3	Inlet Sungai Konto	1	7°52.266'	112°21.850'
		2	7°52.270'	112°21.844'
		3	7°52.273'	112°21.941'
Stasiun 4	Daerah Wisata	1	7°52.620'	112°21.671'
		2	7°52.625'	112°21.685'
		3	7°52.638'	112°21.689'
Stasiun 5	Outlet	1	7°52.211'	112°21.370'
		2	7°52.198'	112°21.378'
		3	7°52.187'	112°21.383'

Sumber: Penelitian Pribadi, 2021

3.4.2. Pengambilan Sampel Siput Famili Lymnaeidae

Teknik pengambilan sampel siput famili Lymnaeidae menggunakan teknik *hand collecting* (koleksi langsung) di daerah pinggir waduk pada area permukaan sampai kedalaman 15 cm dengan memerhatikan ciri-ciri siput sesuai buku identifikasi Burch (1982). Dibuat 3 garis transek masing-masing sepanjang 10 meter pada tiap stasiun dengan jarak antar transek 10 meter sebagaimana pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Jarak Antar Transek Tiap Stasiun (Sumber: Penelitian Pribadi, 2021)

Jumlah sampel siput yang diambil sebanyak 15 ekor pada tiap stasiun dengan ukuran yang sama panjangnya 1,5 – 2,5 cm. Sampel siput yang ditemukan dibersihkan terlebih dahulu menggunakan aquades untuk menghindari kontaminasi, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberi alkohol 70% beserta label sesuai lokasi dan waktu pengambilan sampel. Sampel siput disimpan di dalam *coolbox* hingga siap diamati di laboratorium.

3.4.3. Pembuatan Larutan Pengenceran

Dibuat larutan pengenceran dengan perbandingan 1:1 digunakan untuk menghilangkan jaringan lunak sebagaimana perhitungan pada (tabel 3.2).

Tabel 3.2. Perhitungan pembuatan larutan pengenceran

Pengenceran H ₂ SO ₄	Pengenceran H ₂ O ₂
$M1 \cdot V1 = M2 \cdot V2$ $98\% \cdot x = 30\% \cdot 500 \text{ ml}$ $x = 15000 : 98$ $x = 153 \text{ ml}, V1 = 153 \text{ ml}$ $V2 = V1 + V_{\text{aquades}}$ $V2 - V1 = V_{\text{aquades}}$ $500 \text{ ml} - 153 \text{ ml} = V_{\text{aquades}}$ $347 \text{ ml} = V_{\text{aquades}}$	Larutan H ₂ O ₂ tidak dilakukan pengenceran karena konsentrasinya sudah 30%.

3.4.4. Uji Sampel Siput

Sampel siput yang sudah didapatkan dibersihkan menggunakan aquades. Sampel siput yang digunakan sebanyak 15 ekor tiap stasiun pengujian. Kemudian dipisahkan bagian tubuh siput yang lunak dengan cangkangnya menggunakan pinset. Setiap bagian tubuh siput yang lunak dimasukkan ke dalam botol toples kaca sesuai stasiunnya. Selanjutnya, ditambahkan larutan pengenceran H₂O₂ dan H₂SO₄ sebanyak 10 ml pada setiap botol. Sampel direndam pada larutan pengenceran selama 24 jam pada suhu ruang, setelah 24 jam direndam dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 24 jam dengan suhu 60°C. Bagian tubuh siput yang sudah hancur kemudian disaring menggunakan kain *filter nylon* untuk dapat diteliti. Hasil penyaringan disemprot menggunakan aquades hingga dipastikan sampel mikroplastik turun ke cawan petri. Menurut Panobianco *et al.* (2019) untuk mengidentifikasi sampel mikroplastik dari tubuh siput dilakukan pemisahan antara cangkang dan tubuh siput yang lunak kemudian dibersihkan tubuh siput

menggunakan aquades, selanjutnya ditambahkan larutan pengenceran pada tubuh siput dan dilakukan penyaringan dengan kain filter kemudian ditempatkan pada cawan petri. Hasil dari penyaringan kemudian diamati di bawah mikroskop stereo untuk diidentifikasi jenis mikroplastik pada siput tersebut.

3.4.5. Identifikasi Mikroplastik

Pengamatan visual mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 6x10. Metode yang digunakan adalah *rapid assesment for microplastic contamination* (penilaian cepat untuk kontaminasi mikroplastik). Pedoman yang digunakan untuk identifikasi mikroplastik mengacu pada Crawford (2017), Widianarko dan Inneke (2018). Metode ini harus memperhatikan karakteristik mikroplastik dengan diperhatikan ukuran, bentuk dan ciri-cirinya disesuaikan dengan buku pedoman. Tipe mikroplastik yang didapatkan dikelompokkan berdasarkan bentuk mikroplastik dan dibuatkan tabel pengelompokan.

3.4.6. Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif di mana hasil mikroplastik yang telah diidentifikasi dihitung kelimpahannya pada masing-masing sampel siput pada tiap-tiap stasiun. Hasil diklasifikasikan berdasarkan jenis mikroplastiknya dan dihitung nilai kelimpahannya menggunakan rumus sebagai berikut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012):

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{jumlah sampel (ekor)}}$$

Hasil dari perhitungan kelimpahan ditulis dalam satuan partikel per jumlah sampel siput. Hasil identifikasi mikroplastik di laboratorium kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Beberapa hasil identifikasi mikroplastik pada mikroskop ditampilkan dalam bentuk foto.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

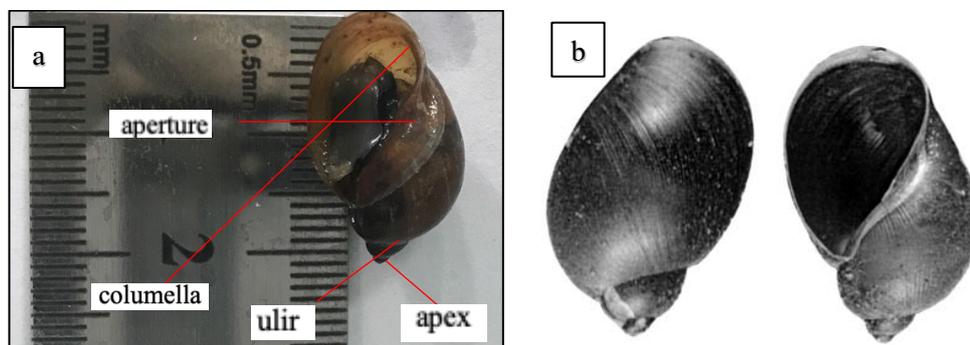
4.1. Identifikasi Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae

4.1.1. Deskripsi Siput Famili Lymnaeidae yang diperoleh

Pengambilan sampel siput dilakukan pada pukul 07.00 – 15.00 WIB. Dilakukan 3 kali pengulangan pada masing-masing stasiun, dimana pada setiap ulangan diambil 5 sampel siput, artinya dalam satu stasiun diambil 15 sampel siput. Siput famili Lymnaeidae yang ditemukan di Waduk Selorejo berada pada perairan dangkal yang terletak di pinggir waduk, menempel pada tumbuh-tumbuhan dan sampah plastik yang mengambang di perairan Waduk Selorejo. Menurut Kuroda dan Abe (2020) menyebutkan bahwasanya siput famili Lymnaeidae lebih suka hidup di perairan yang memiliki arus lambat dan menempati tepi perairan yang dangkal dengan vegetasi yang lebat dengan kebiasaannya yaitu memakan alga atau tanaman yang membusuk.

Identifikasi siput yang dilakukan secara pengamatan morfologi dan pengukuran morfometri memiliki ciri-ciri cangkang memanjang, meruncing pada bagian apeks, berwarna coklat terang. Siput yang diambil untuk dilakukan identifikasi mikroplastik berukuran sama panjang yaitu 1,5 – 2,5 cm. Ciri khusus dari siput siput famili Lymnaeidae memiliki pola arah putaran dengan searah jarum jam (*dextral*), memiliki bukaan cangkang yang tipis (*chilus*), ulir cangkang runcing dan kecil. Menurut Brown (2001) cangkang siput famili Lymnaeidae sebagian besar memiliki putaran cangkang kekanan yaitu searah jarum jam (*dextral*) dan bentuk cangkangnya bervariasi mulai dari yang spiral seperti jarum panjang hingga bentuk kerucut datar, tetapi sebagian besar berbentuk spiral yang lebih bulat. Di samping

itu Burch (1992) menyatakan siput yang termasuk dalam famili Lymnaeidae memiliki permukaan cangkang yang halus, tipis dan kolumela melengkung. Adapun siput famili Lymnaeidae ditunjukkan pada (gambar 4.1.). Manalu dkk. (2014) menyatakan siput yang termasuk dalam famili ini memiliki bentuk cangkang seperti piramid yang kecil, sementara spire tersusun melingkar dan berputar sampai pada bagian ujung tubuhnya, jumlah lekukan pada bagian cangkangnya ada tiga.



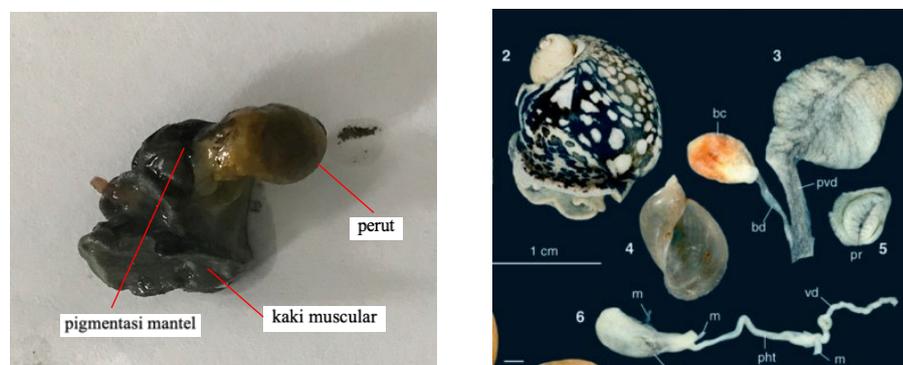
Gambar 4.1. Siput Famili Lymnaeidae yang ditemukan di Waduk Selorejo.
(a).Foto Pengamatan (sumber: dokumentasi pribadi) ; (b) Gambar Literatur (sumber: Malek, 2018)

Klasifikasi siput ini menurut Edmonson (1959) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Moluska
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Hygrophila
 Famili : Lymnaeidae

Siput famili Lymnaeidae dalam beberapa penelitian sering disebutkan sebagai organisme yang terhadap peka terhadap perubahan pada suatu kondisi

lingkungan akibat polusi, sementara kondisi di Waduk Selorejo banyak ditemukan sampah-sampah plastik yang berada dipinggiran waduk. Mazur *et al.* (2016) menyatakan siput famili Lymnaeidae termasuk bioindikator yang sangat sensitif, bahkan dapat mendeteksi polutan pada perairan seperti amoniak. Penelitian yang dilakukan oleh Akindede *et al.* (2019) menegaskan bahwasanya gastropoda yang hidup pada perairan yang banyak ditemukan sampah plastik juga berpotensi untuk memakan partikel mikroplastik.



Gambar 4.2. Bagian Lunak Tubuh Siput (a).Foto Pengamatan (Sumber: dokumentasi pribadi ; (b) Gambar Literatur (Gloer, 2008).

Siput yang telah diperoleh dilakukan pemisahan antara cangkang siput dengan bagian tubuh siput yang lunak untuk dilakukan destruksi dan identifikasi mikroplastik (gambar 4.2). Setelah bagian tubuh siput yang lunak dicampur dengan larutan destruksi H_2SO_4 dan H_2O_2 , tujuannya adalah untuk menghancurkan bahan organik. Selanjutnya dilakukan proses identifikasi mikroplastik pada mikroskop stereo dengan perbesaran 6x10.

4.1.2. Identifikasi Tipe Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae

Penelitian ini menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik pada siput di Waduk Selorejo. Hasil identifikasi tipe mikroplastik yang ditemukan pada siput ini diantaranya fiber, fragmen, dan filamen. Mikroplastik yang berhasil diidentifikasi pada siput famili Lymnaeidae ditemukan sebanyak 207 partikel. Penelitian ini dapat membuktikan adanya kontaminasi mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo. Kontaminasi tersebut menunjukkan terdapat masukan sampah yang disebabkan oleh aktivitas *anthropogenik* yang berpotensi pada menurunnya kebersihan habitat dan kestabilan ekosistem. Hal ini sebagaimana yang telah dijelaskan dalam surah An-Nur ayat 45 yang berbunyi:

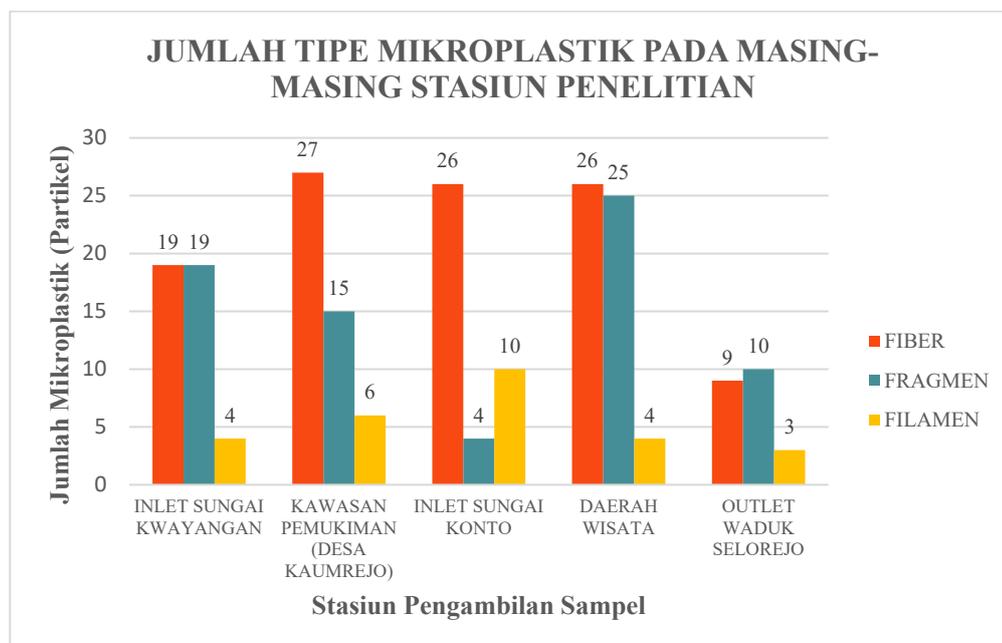
وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ ۖ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ ۖ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ اِرْبَعٍ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya: “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu” (Q.S. An-Nur [24]:45).

Ayat tersebut di atas memiliki kandungan makna berupa sebuah peringatan kepada manusia untuk selalu memperhatikan hewan-hewan yang ada disekitarnya termasuk berfikir secara mendalam bahwa air merupakan komponen terpenting bagi kehidupan. Hewan-hewan yang bergerak di atas perutnya ini dapat dimaksudkan seperti hewan-hewan melata termasuk golongan siput yang memiliki otot pada perutnya untuk berjalan. Menurut Shihab (2005) menafsirkan ayat ini yaitu Allah SWT adalah Dzat yang menciptakan segala sesuatu dengan berbagai variasi perbedaan dan jenisnya. Allah SWT menciptakan hewan-hewan yang beranekaragam jenisnya dari air, maka segala jenis hewan pasti memerlukan air.

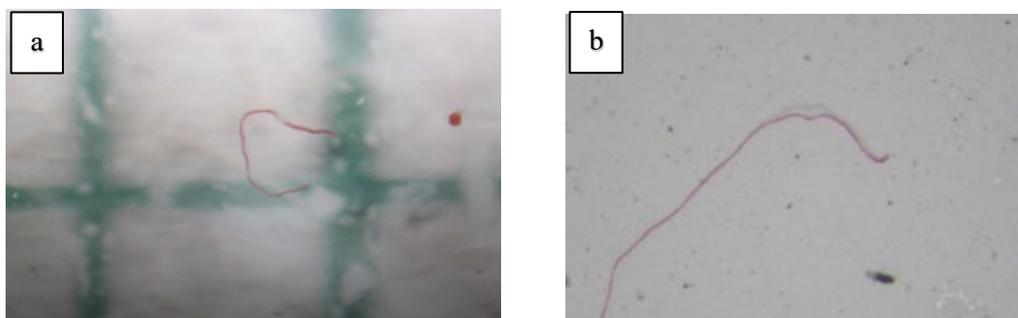
Katsir (2004) menyebutkan bahwasanya Allah adalah Maha Pencipta dengan segala bentuk kesempurnaan yang berasal dari air. Hal ini memberikan pengertian bahwa air termasuk komponen yang sangat penting dalam menunjang komponen kehidupan, sehingga kontaminasi mikroplastik yang telah teridentifikasi termasuk salah satu bentuk peringatan bahwasanya manusia sebagai makhluk yang paling sempurna dengan dikarunai akal harus menjaga ekosistem perairan termasuk menjaga kelestarian hewan.

Identifikasi tipe mikroplastik yang diamati pada siput famili Lymnaeidae dikelompokkan berdasarkan tipe seperti filamen, fragmen, fiber, foam dan granula sesuai (Crawford, 2017). Hal ini berguna untuk mengetahui tipe partikel yang telah mengkontaminasi organ siput. Tipe mikroplastik yang berhasil diidentifikasi pada siput famili Lymnaeidae ini meliputi fiber, fragmen dan filamen. Jumlah keseluruhan dapat dilihat pada (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. Jumlah Tipe Mikroplastik Secara Keseluruhan. (Sumber: Penelitian Pribadi, 2021)

Mikroplastik tipe fiber yang ditemukan pada siput famili Lymnaeidae memiliki ciri ciri seperti berwarna biru, merah dan hitam, berbentuk seperti untaian, ujung partikel meruncing atau berjumbai (Gambar 4.4). Partikel mikroplastik ini diduga berasal dari fragmentasi pakaian atau tekstil dan dapat juga berasal dari jaring nelayan di Waduk Selorejo sehingga dimakan oleh siput ini. Mikroplastik Fiber juga digolongkan ke dalam mikroplastik sekunder. Menurut Anderson *et al.* (2018) partikel mikroplastik fiber seperti serat pada umumnya halus, umumnya bagian ujungnya terlihat berjumbai atau meruncing. Baztan *et al.* (2016) menambahkan mikroplastik tipe fiber termasuk dalam mikroplastik sekunder, dalam pengamatan dapat dijumpai berwarna biru, hitam dan merah. Zeng (2018) menambahkan bahwasanya fiber termasuk mikroplastik yang dapat bersumber dari peralatan nelayan seperti pancing ikan atau jaring ikan.



Gambar 4.4. Mikroplastik Tipe Fiber. (a) Foto Pengamatan perbesaran 6x10 (dokumentasi pribadi); (b) Gambar Literatur (sumber: Jiang *et al.*, 2018)

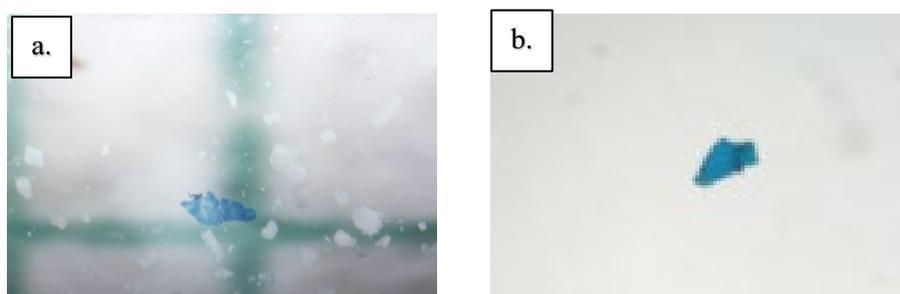
Berdasarkan hasil pengamatan diketahui mikroplastik tipe fiber ini terdapat di semua stasiun (Gambar 4.3) dengan perincian yaitu: stasiun 1 yang terletak pada *inlet* Sungai Kwayangan ditemukan 19 partikel fiber, stasiun 2 yang terletak pada kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo) ditemukan 27 partikel fiber, stasiun 3 yang

terletak di inlet sungai Konto ditemukan 26 partikel fiber, stasiun 4 yang terletak di daerah wisata ditemukan 26 partikel fiber, dan stasiun 5 yang terletak di outlet Waduk Selorejo ditemukan 9 partikel fiber. Mikroplastik fiber yang diidentifikasi pada tubuh siput famili Lymnaeidae ini diduga karena adanya aktivitas nelayan dan sampah-sampah tekstil di Waduk Selorejo. Hal ini berbanding lurus dengan perilaku makan siput ini yang bersifat oportunistik yaitu memakan apapun yang berada di sekitarnya, sehingga dapat teridentifikasi ketika pengamatan. Menurut Song *et al.* (2019) menyatakan bahwa gastropoda yang hidup di perairan dangkal termasuk salah satu organisme yang sering terpapar mikroplastik karena perilaku makannya yang banyak.

Kontribusi sampah plastik yang berbahan dasar PET juga dapat berpotensi menjadi mikroplastik fiber. Menurut Patria *et al.* (2020) menyatakan mikroplastik fiber diketahui bersumber dari tekstil dan garmen seperti pakaian, partikel ini dapat bertahan lebih lama dalam periode waktu tertentu pada permukaan air karena kepadatan yang relatif rendah sementara mikroplastik fragmen memiliki kepadatan yang lebih tinggi dan cenderung tenggelam. Song *et al.* (2019) menambahkan bahwasanya PET menyumbang sekitar 70% dari semua produksi serat polyester dan sebagian besar digunakan sebagai campuran bahan kemasan, dalam kondisi alami plastik yang berbahan dasar PET dapat terdegradasi dalam jangka waktu 15 tahun sehingga menjadi partikel mikroplastik.

Mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan pada siput famili Lymnaeidae memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk seperti pecahan dan tidak beraturan, berwarna biru dan merah (Gambar 4.5). Mikroplastik tipe fragmen berasal dari remahan plastik. Azizah dkk. (2020) menyatakan bahwasanya mikroplastik tipe fragmen

termasuk salah satu mikroplastik yang berasal dari pecahan produk atau sampah plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Tanaka dan Takada (2016) menambahkan bahwasanya mikroplastik tipe fragmen memiliki ciri permukaan yang beragam, seperti tepi tajam dengan retakan, berbentuk tidak beraturan dengan permukaan halus atau permukaan kasar akibat degradasi. Hidalgo-Ruz *et al.* (2012) menyatakan bahwa mikroplastik tipe fragmen dicirikan dengan partikel yang memiliki bentuk seperti bongkahan plastik yang lapuk, berbentuk tidak beraturan, ujung tepi tajam dan patah.

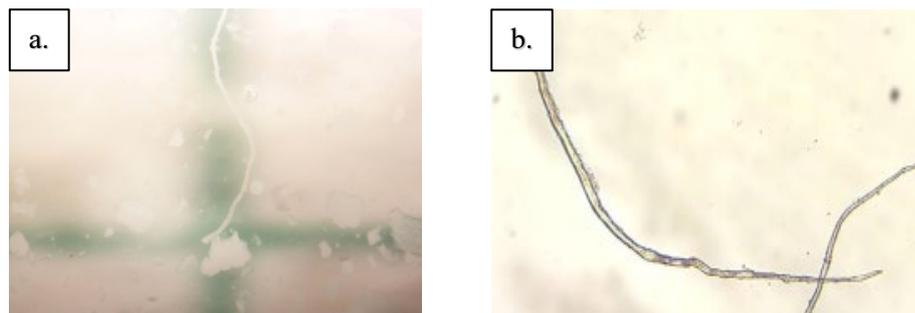


Gambar 4.5. Mikroplastik Tipe Fragmen. (a) Foto Pengamatan perbesaran 6x10 (dokumentasi pribadi); (b) Gambar Literatur (sumber: Wicaksono dkk., 2021)

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui mikroplastik tipe fragmen ini dapat dijumpai pada semua stasiun penelitian (gambar 4.3) dengan perincian yaitu: stasiun 1 yang terletak pada *inlet* Sungai Kwayangan ditemukan 19 partikel fragmen, stasiun 2 yang terletak pada kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo) ditemukan 15 partikel fragmen, stasiun 3 yang terletak di inlet sungai Konto ditemukan 4 partikel fragmen, stasiun 4 yang terletak di daerah wisata ditemukan 25 partikel fragmen, dan stasiun 5 yang terletak di outlet Waduk Selorejo ditemukan 10 partikel fragmen. Sumber mikroplastik fragmen yang ditemukan di siput famili

Lymnaeidae di Waduk Selorejo diduga karena banyaknya sampah plastik di tepi dan badan perairan waduk yang dihasilkan oleh aktivitas warga. Menurut Hidalgo-Ruz *et al.* (2012) menyatakan bahwasanya sumber mikroplastik tipe fragmen dapat berasal dari kemasan plastik, serat tali yang berbahan *polypropylene*, atau bahan hasil dari fragmentasi plastik besar termasuk *oxo-biodegradable*. Menurut Wicaksono, dkk. (2021) menambahkan bahwasanya fragmen termasuk dalam mikroplastik sekunder, dan berasal dari fragmentasi plastik berukuran besar. Kapo dkk. (2020) menambahkan bahwasanya mikroplastik fragmen dapat teridentifikasi karena sampah plastik yang terfragmentasi seperti kemasan makanan, kepingan toples, serta potongan kecil pipa yang dibuang di aliran sungai.

Mikroplastik tipe filamen yang diidentifikasi pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo memiliki ciri-ciri berbentuk seperti serat dengan karakteristik tipis dan berwarna transparan (Gambar 4.6). Mikroplastik tipe filamen menurut Beer *et al.* (2018) yaitu mikroplastik yang memiliki karakteristik seperti serat atau benang, tetapi lebih tipis, dan tampak bening. Dewi (2015) menambahkan bahwasanya mikroplastik tipe filamen memiliki bentuk yang hampir mirip seperti mikroplastik tipe fiber, secara karakteristiknya lebih halus dan warnanya lebih bening daripada fiber. Adisaputra (2021) menyatakan pula bahwasanya mikroplastik monofilament juga ditemukan pada sistem pencernaan ikan, memiliki bentuk yang tipis, seperti untaian benang, memanjang seperti fiber namun lebih transparan dan beberapa ditemukan dengan terdapat cabang pada ujungnya.



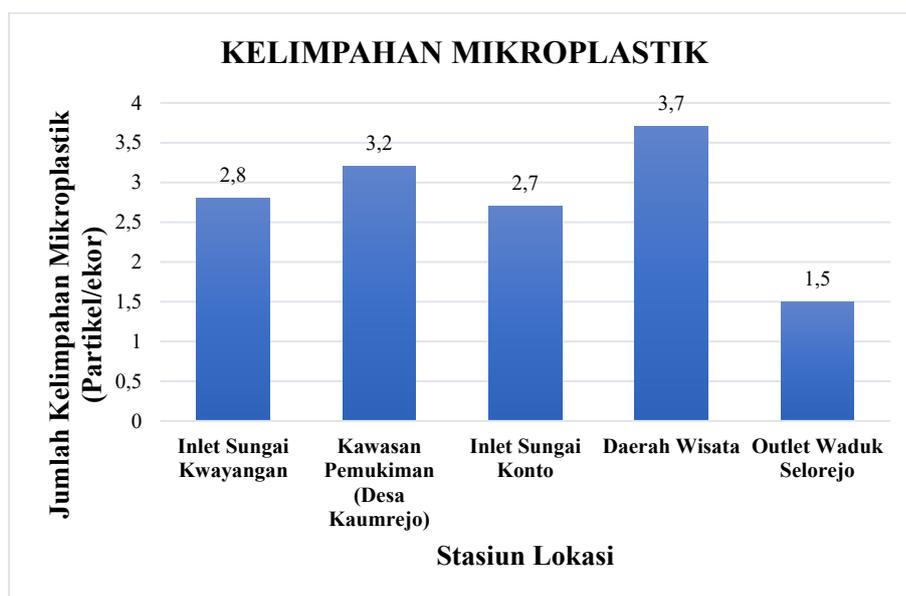
Gambar 4.6. Mikroplastik Tipe Filamen. (a) Foto Pengamatan perbesaran 6x10 (sumber: dokumentasi pribadi ; (b) Gambar Litetatur (Widianarko dan Inneke, 2018)

Mikroplastik tipe filamen yang ditemukan ini diduga berasal dari jaring nelayan atau tali pancing yang dibuang di badan perairan waduk sehingga dapat terfragmentasi menjadi partikel partikel mikroplastik yang dapat dimakan oleh siput ini. Selain itu, partikel ini juga dapat berasal dari fragmentasi sampah plastik, sedangkan di area sekitar pengambilan sampel ditemukan banyak sekali sampah-sampah yang berada di tepi Waduk Selorejo. Sampel siput yang diambil juga menempel pada tumbuh-tumbuhan di tepi waduk dan beberapa ada yang menempel pada sampah plastik yang mengapung di perairan tepi waduk. Menurut Adisaputra (2021) bahwa filamen termasuk mikroplastik yang berasal dari peralatan nelayan seperti jaring ikan, atau tali kain sintetis. Katsanevakis dan Katsarou (2004) menyatakan mikroplastik jenis filamen termasuk sampah mikro salah satunya berasal dari kegiatan nelayan berupa fragmentasi jaring ikan ataupun benang pancing.

4.2. Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae

Identifikasi kelimpahan mikroplastik yang dilakukan pada siput famili Lymnaeidae diambil pada 6 stasiun yang berbeda di Waduk Selorejo yaitu stasiun

1 terletak di *inlet* sungai Kwayangan, stasiun 2 terletak di kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo), stasiun 3 terletak di *inlet* sungai Konto, stasiun 4 terletak daerah wisata, dan stasiun 5 terletak di *outlet* Waduk Selorejo. Penelitian ini menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae yang kemudian dianalisis data kelimpahannya. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berada pada stasiun 4 yang terletak di daerah wisata dengan kelimpahan mikroplastik sejumlah 3,6 partikel/ekor. Disusul dengan stasiun 2 yang terletak di Kawasan Pemukiman (Desa Kaumrejo) ditemukan sejumlah 3,2 partikel/ekor, stasiun 1 *inlet* Sungai Kwayangan sejumlah 2,8 partikel/ekor, stasiun 3 *inlet* Sungai Konto, dan stasiun 5 *outlet* Waduk Selorejo sejumlah 1,5 partikel/ekor (gambar 4.7)



Gambar 4.7. Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae Di Stasiun Penelitian Waduk Selorejo (partikel/ekor)

Kelimpahan mikroplastik yang berhasil diidentifikasi pada siput famili Lymnaeidae tidak lepas dari perilaku masyarakat dan kegiatan pembuangan sampah plastik dan limbah domestik yang terakumulasi di Waduk Selorejo. Lokasi

pengambilan sampel siput pada masing-masing stasiun juga kerap kali ditemukan sampah-sampah plastik yang berada pada badan air, beberapa ada yang tersebar di tepi waduk sehingga fenomena ini termasuk salah satu sumber dari ditemukannya kontaminasi mikroplastik pada tubuh siput. Mikroplastik yang berada pada suatu ekosistem juga akan menetap dalam jangka waktu yang lama sebagaimana yang dijelaskan oleh Abbing (2019) bahwasanya mikroplastik dapat menetap pada suatu ekosistem dalam jangka waktu yang lama, bahkan resiko yang dapat ditimbulkan yaitu dapat bertindak sebagai mekanisme transportasi patogen potensial. Menurut Zaki *et al.* (2019) bahwasanya kelimpahan mikroplastik pada gastropoda dapat menunjukkan adanya aktivitas pembuangan sampah pada habitat baik sungai maupun danau sehingga sampah tersebut dapat terfragmentasi sehingga dimakan oleh organisme hidup di dalamnya termasuk gastropoda.

Berdasarkan hasil penelitian, data kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae (gambar 4.7) di stasiun 1 yang terletak di *inlet* Sungai Kwayangan ditemukan sejumlah 2,8 partikel/ekor. Berdasarkan hasil studi pendahuluan *inlet* Sungai Kwayangan dalam kondisi surut. Selain itu, ditemukan adanya sampah-sampah plastik mulai dari sachet hingga botol plastik yang mengapung disekitar tumbuh-tumbuhan air seperti eceng gondok yang merupakan tempat ditemukannya siput famili Lymnaeidae. Hal ini diduga menjadi sebab adanya kontaminasi mikroplastik pada siput. Menurut Mauludy (2018) menyatakan bahwa kelimpahan mikroplastik dapat dipengaruhi oleh masukan sampah-sampah plastik pada suatu daerah. Ayuningtyas dkk. (2018) menambahkan kuantitas sampah plastik pada suatu ekosistem juga mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik yang ditemukan.

Stasiun 2 penelitian terletak di kawasan pemukiman (Desa Kaumrejo). Lokasi ini merupakan kawasan padat penduduk dan sebagian besar menggantungkan pencaharian di Waduk Selorejo seperti nelayan maupaun pedagang. Pengambilan siput famili Lymnaeidae dilakukan pada daerah tepi waduk dengan banyak tumbuh-tumbuhan air, ditemukan sampah-sampah plastik yang berada di tepian, dan terdapat saluran pembuangan limbah domestik. Berdasarkan hasil penelitian pada Kawasan Pemukiman (gambar 4.7), kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae ditemukan sejumlah 3,2 partikel/ekor. Artinya, nilai kelimpahan lebih tinggi daripada stasiun sebelumnya. Hal ini diduga karena terdapat saluran pembuangan limbah domestik yang berakhir di Waduk Selorejo. Menurut Ayuningtyas dkk. (2018) menyatakan tingginya kelimpahan mikroplastik juga dapat dipengaruhi masukan limbah domestik. Menurut Zaki *et al.* (2019) menyatakan bahwasanya kelimpahan mikroplastik yang tinggi pada gastropoda juga disebabkan karena letaknya yang dekat dengan pemukiman penduduk dan dermaga untuk kegiatan penangkapan ikan.

Stasiun 3 penelitian terletak pada *inlet* Sungai Konto, pada saat pengambilan sampel siput ditemukan banyak sampah plastik yang menumpuk pada tepi waduk. Siput yang ditemukan juga tidak sebanyak dibandingkan stasiun-stasiun sebelumnya karena sedikitnya tumbuhan air yang merupakan salah satu habitat siput famili Lymnaeidae. Berdasarkan data perhitungan kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di *inlet* Sungai Konto (gambar 4.7) ditemukan sejumlah 2,7 partikel/ekor. Nilai kelimpahan mikroplastik pada stasiun ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan stasiun sebelumnya. Hal ini diduga akibat sedikitnya tanaman air yang termasuk tempat hidup siput famili Lymnaeidae,

dibandingkan dengan lokasi pengambilan sampel siput pada stasiun lain. Selain itu, berdasarkan studi pendahuluan juga masih ditemukan aktivitas penangkapan ikan yang dapat mempengaruhi hasil kelimpahan. Hal ini juga diduga berpengaruh pada pola makan siput famili Lymnaeidae. Menurut Shoolikhah (2016) hewan invertebrata air seperti siput lebih menyukai habitat terdapat tumbuhan air guna aktivitas mencari makanan (*feeding*) dan pertumbuhan (*growth zone*). Menurut Dewi (2015) menyatakan bahwa kelimpahan mikroplastik dapat dipengaruhi oleh tingginya aktivitas nelayan pada kegiatan penangkapan ikan.

Stasiun 4 penelitian terletak di Daerah Wisata Waduk Selorejo, lokasi ini banyak ditemukan tumbuhan air dan sampah plastik yang berada di tepian. Berdasarkan studi pendahuluan, selain dimanfaatkan sebagai daerah pariwisata lokasi ini juga digunakan sebagai tempat penangkapan ikan oleh nelayan. Hasil analisis kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae di lokasi ini ditemukan sejumlah 3,7 partikel/ekor (gambar 4.7). Artinya, nilai kelimpahan yang ditemukan termasuk yang paling tinggi dibandingkan stasiun-stasiun sebelumnya. Tingginya angka kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh aktivitas makan siput dan banyaknya sampah pada lokasi pengambilan sampel. Menurut Patria *et al.* (2020) menyatakan bahwasanya angka kelimpahan pada siput dan kepiting dipengaruhi oleh degradasi sampah plastik dan pola makannya.

Stasiun 5 penelitian terletak pada *Outlet* Waduk Selorejo. Berdasarkan hasil penelitian kelimpahan mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae ditemukan sejumlah 1,5 partikel/ekor (gambar 4.7). Nilai kelimpahan ini relatif paling rendah dibandingkan dengan stasiun-stasiun penelitian yang lain. Hal ini diduga karena lokasi *outlet* memiliki tingkat kedalaman yang tinggi daripada lokasi-lokasi lain,

sehingga berpengaruh pada arus air. Selain itu, daerah *outlet* merupakan akumulasi air dari seluruh bagian waduk sehingga stasiun ini memungkinkan sebagai tempat terkumpulnya mikroplastik, sementara juga masih ditemukan aktivitas penangkapan ikan pada lokasi ini. Menurut Baztan *et al.* (2016) menyatakan bahwasanya mikroplastik dapat tersebar dengan cepat akibat arah pergerakan arus, angin dan gelombang yang kuat.

Nilai kelimpahan yang rendah pada stasiun ini dapat diakibatkan karena perilaku masyarakat dan lingkungannya terlebih daerah *outlet* ini merupakan tempat keluarnya air tampungan di Waduk Selorejo. Berdasarkan studi pendahuluan, lokasi ini ditemukan sampah plastik yang terdapat pada tepian waduk dan belum ada penanganan lebih lanjut sehingga diduga menjadi salah satu sumber mikroplastik. Menurut Harpah dkk. (2020) nilai kelimpahan mikroplastik dapat dipengaruhi pola perilaku masyarakat salah satunya pembuangan sampah dan limbah domestik.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian identifikasi dan tipe mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo meliputi fragmen, fiber dan filamen.
2. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berturut-turut pada siput famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo adalah Daerah Wisata dengan kelimpahan 3,7 partikel/ekor, Kawasan Pemukiman Desa Kaumrejo 3,2 partikel/ekor, *Inlet* Sungai Kwayangan 2,8 partikel/ekor, *inlet* Sungai Konto dengan kelimpahan 2,7 partikel/ekor, *outlet* Waduk Selorejo dengan kelimpahan 1,5 partikel/ekor.

5.2. Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan pemisahan partikel mikroplastik yang ditemukan untuk dilakukan uji lanjut mikroplastik guna mengetahui kandungan mikroplastiknya serta uji toksisitas mikroplastik pada siput famili Lymnaeidae untuk mengetahui dampak mikroplastik pada siput ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbing, M. R. 2019. *An Atlas of Ocean Pollution: Plastic Soup*. Washington: Island Press
- Abubakar, B. 2008. *Terjemah Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- Ajith, N., Parthasarathy, S., Arumugam, S., Janakiraman, S., M. 2020. Distribution of microplastic global and the impact on environment: a review. *Env. Sci. and Poll. R.*, 27
- Akindele, E.O., Ehlers, S. M., Koop, J. H. 2019. First empirical study of freshwater microplastic in West Africa using gastropods from Nigeria as bioindicators. *Limnologica*, 78
- Al-Hifnawi, M. I., Utsman, M. H. 2008. *Tafsir Al-Qurtuby [Jilid 4]*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Alaydrus, Habib S., M. 2010. *Agar Hidup Selalu Berkah*. Jakarta: Mizan Pustaka
- Amorim, A. I., Rodrigues, P. D., Pinheiro, C., S., Oliva T., L. 2019. *Lymnaea stagnalis* as a freshwater model invertebrate for ecotoxicological studies. *Sci. of the Tot. Environment*, 669
- Andrady, A. L., 2011. Marine Environment of Microplastic. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 62. No.1
- Arias A., Klumper, M., Jimenez., K., Grossart. 2018. Microplastic Pollution Increases Gene Exchange in Aquatic Ecosystems. *Environ Pollution*, 237
- Athawudha, A., Jayasiri, H.B., Thusari, G., Guruge K. 2020. Quantification and Morphological Characterization of Plastic Litter (0.30 – 100 mm) in surface waters of off Colombo, West Coast of Sri Lanka. *Environ Monit Asses*, 192
- Azizah, P., Ridho A., Suryono, C. A., 2020. Mikroplastik Pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jeparan Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, Vol.9 No.3
- Azoulay D, Villa P, Arellano Y. 2019. *The hidden costs of a plastic planet: Plastic & health*. Washington: CIEL
- Baztan, J., Bethany, J., Pahl S., Thompson, R., Vanderlinden, J. 2016. *Fate and Impact Microplastic in Marine Ecosystem From The Coastline to The Open Sea*. Amsterdam: Elsevier

- Beer, S., Garm, A., Huwer, B., Dierking, J., Nielsen, T. G. 2018. No increase in marine microplastic concentration over the last three decades—A case study from the Baltic Sea. *Science of the total environment*, Vol.6 No.21
- Blair, R.M., Waldron, S., Phoenix, V.R., Gauchotte-Lindsay, C., 2019. Microscopy and elemental analysis characterization of microplastics in sediment of a freshwater urban river in Scotland, UK. *Environ. Sci. Pollut. Res.* Vol.26 No.12
- Bornscheuer, U. T. 2016. Feeding on plastic. *Science*, Vol. 35 No.1
- Brown, Kenneth, M. 2001. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (Second Edition)*. New York: Academic Press
- Burch, J.B. 1982. *Freshwater Snails (Mollusca: Gastropoda) of North America*. Environmental Monitoring and Support Laboratory Office of Research and Development U.S.A: Environmental Protection Agency Cincinnati
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C. 2011. Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: A Review. *Mar. Poll. Bulletin*, Vol.62 No.12
- Crawford, C. B., Quinn, B. 2017. *Microplastic pollutants*. United States: Elsevier Limited.
- Cukingnan, A. J., Pagulayan, R. C. 1995. Anatomy of the digestive system of *Radix* sp.(Bassomatophora: Hymnaeidae) from Lake Taal, Batangas [Philippines]. *Science Diliman (Philippines)*
- De Sá, L. C., Oliveira, M., Ribeiro, F., Rocha, T. L., Futter, M. N. 2018. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: what do we know and where should we focus our efforts in the future?. *Sci. of the total environment*, 645
- Dewi, Intan Sari, Anugrah Aditya Budiarsa, Irwan Ramadhan Ritonga. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, Vol.4 No.3
- 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. *Mar. Poll. Bulletin*. Vol. 151
- Ducrot, V., Teixeira-Alves, M., Lopes, C., Delignette-Muller, M.L., Charles, S., and Lagadic, L. 2010. Development of partial life-cycle experiments to assess the effects of endocrine disruptors on the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*: a case-study with vinclozolin. *Ecotoxicology*, Vol.19 No.7

- Dung, B. T., Doanh, P. N., The, D. T., Loan, H. T., Losson, B., Caron, Y. 2013. Morphological and molecular characterization of lymnaeid snails and their potential role in transmission of *Fasciola* spp. in Vietnam. *The Korean journal of parasitology*, Vol.51 No.6
- Edmonson. 1959. *Fresh Water Biology*. New York: John Willey and Sons.
- Fu, Z., Chen, G., Wang, W. 2020. Microplastic pollution research methodologies, abundance, characteristics and risk assessments for aquatic biota in China. *Environmental Pollution*, 115098.
- Gallo, F., Fossi, C., Weber, R., Santillo, D., Sousa, J., Ingram, I., Romano, D. 2018. Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environmental Science Europe*, Vol.30 No.1
- Gloer, P., Pešić, V. 2008. *Radix skutaris* n. sp., a new species from Montenegro (Gastropoda: Lymnaeidae). *Mollusca*, Vol.26, No.1
- Gutow, L., Eckerlebe, A., Gimenez, L. 2016. Experimental evaluation of seaweeds as a vector for microplastic into marine food webs. *Environmental science & technology*, Vol.50 No.2
- Harahap, Rabbiah, Z. 2015. Etika Islam dalam Mengelola Lingkungan Hidup. *Jurn. Edu Tech*, Vol.1 No.1
- Hastuti, Yulihassanda F, Wardiatno Y. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, Vol. 4. No. 2
- Hayes, N. M., Deemer, B. R., Corman, J. 2017. Key differences between lakes and reservoirs modify climate signals: A case for a new conceptual model. *Limnology and Oceanography Letters*, Vol.2 No.2
- Hidalgo-Ruz, Valeria, Lars Gutow, Richard C. T. 2012. Microplastic in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology*, Vol. 46. No.2
- Hidayat, Ara. 2015. Pendidikan Islam dan Lingkungan Hidup. *Jurn. Pend. Islam*, Vol.4 No.2
- Hirai, H., Takada, H. Moore, C., Gray, H., Laursen, D., Zettler, E.R., Farrington, J.W., Reddy, C.M., Peacock, E.E., Ward, M.W. 2011. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Mar. Pollut. Bull*, 62
- Horton, A. A., Newbold, L. K., Palacio-Cortés, A. M., Spurgeon, D. J., Pereira, M. G., Carter, H., Lahive, E. 2020. Accumulation of polybrominated diphenyl

ethers and microbiome response in the great pond snail *Lymnaea stagnalis* with exposure to nylon (polyamide) microplastics. *Ecotoxicology and environmental safety*, 188

- Jackiewicz, M. 1998. European species of the family Lymnaeidae (Gastropoda: Pulmonata: Basommatophora). *Genus*, Vol.9 No.1
- Jansen, R. B. 2012. *Advanced Dam Engineering for Design, Construction, and Rehabilitation*. United States: Springer Science & Business Media
- Jiang, C., Yin, L., Li, Z., Wen, X., Luo, X., Hu, S., Liu, Y. 2019. Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau. *Environmental Pollution*, 249
- Julia, H. 2015. Optimasi Model Hidrologi Mock Daerah Tangkapan Air Waduk Sempor. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, Vol.18 No.3.
- Juliano, C., Magrini, A. G. 2017 . Cosmetic Ingredients as Emerging Pollutants of Environmental and Health Concern. *A Mini Review Cosmetics*, Vol.4 No.2
- Kamil, Sukron. 2020. *Islam dan Sains Modern*. Depok: Rajawali Buana Pustaka
- Kapo, F. A., Toruan, L. N., Paulus, C. A. 2020. Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, Vol.1 No.1
- Kartamihardja, E. S., Krismono. 2016. *Ekologi dan Pengelolaan Perikanan Waduk Kaskade Sungai Citarum Jawa Barat*. Jakarta: Amafrad Press
- Katsir, A. F. I. Ibnu. 2004. *Tafsir Ibnu Kasir Tafsir alQur'an al-Adzim terj. M. Abdul Ghoffar E.M*. Jakarta: Pustaka imam As-Syafi'i
- Kershaw, Peter, J. 2016. *Marine Plastic Debris and Microplastic Technical Report*. Nairobi : United Nations Environment Programme
- Koelmans, B., Sabine P., Thomas B., Filipa B., Geert C., Nadja C., Richard, C. 2019. *A scientific perspective on microplastics in nature and society*. Berlin: SAPEA
- Krisanti, Majariana. 2004. *Permasalahan dan Strategi Pengelolaan Perairan Waduk: Contoh Kasus Waduk Jatiluhur dan Waduk Cirata Jawa Barat*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
- Kristanto, P. 2013. *Ekologi Industri Edisi Kedua*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Kuroda, R., Abe, M. 2020. The pond snail *Lymnaea stagnalis*. *EvoDevo*, Vol.11 No.1

- Leimena, H. E. P. 2002. Potensi Pemanfaatan Beberapa Jenis Keong Laut (Moluska: Gastropoda). *Jurnal Hayati*, Vol.9 No.3
- Lithner, D., Larsson Å., Dave G. 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Sci Total Environ*, 409
- Manalu, I., El Fajri, N., Adriman, A. 2014. *Determination of Water Pollution Levels Sibam River Pekanbaru Based Biotic Index Macrozoobenthos*. Riau: Universitas Riau
- Malek, E. A. 2018. *Snail-Transmitted Parasitic Diseases: Volume II*. United States: CRC Press
- Mattson, Karin., Simonne J., Doverbratt I., Hansson L. 2018. Nanoplastic in the Aquatic Environment. Sweden: University of Gothenburg
- Maulana, R., Anggoro, S., Rachmawati, D. 2013. Pola Osmoregulasi, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Keong Macan (*Babylonia spirata* L) pada Media dengan Salinitas Berbeda. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, Vol.2 No.3
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, Vol.21 No.2
- McCormick, A. R., Scott, J. W., London, M. G., Hoellein, T. J., Hittie, J. 2016. Microplastic in surface waters of urban rivers: concentration, sources, and associated bacterial assemblages. *Ecosphere*, Vol.7 No.11
- Mustakim, M. 2018. Pendidikan Lingkungan Hidup dan Implementasinya dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56-58 Tafsir Al Misbah Karya M. Quraish Shihab). *JIE (Journal of Islamic Education)*, Vol.2 No.1
- Panebianco, A., Nalbone, L., Giarratana, F., Ziino, G. 2019. First discoveries of microplastics in terrestrial snails. *Food Control*, 106
- Patria, M. P., Santoso, C. A., Tsabita, N. 2020. Microplastic Ingestion by Periwinkle Snail *Littoraria scabra* and Mangrove Crab *Metopograpsus quadridentata* in Pramuka Island, Jakarta Bay, Indonesia. *Sains Malaysiana*, Vol.49 No.9
- Persulesy, M., Arini, I. 2018. Keanekaragaman Jenis Dan Kepadatan Gastropoda Di Berbagai Substrat Berkarang Di Perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, Vol.5 No.1

- Poff, N. L., D. D. Hart. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal and ecological classification of dams. *Bioscience*, 52
- Pratiwi, E. O., Sayekti, R. W. 2018. Studi Penentuan Status Trofik dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Waduk Selorejo. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, Vol.2 No.1
- Rajmohan, K. V. S., Ramya, C., Viswanathan, M. R., Varjani, S. 2019. Plastic pollutants: effective waste management for pollution control and abatement. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, Vol.12 No.1
- Saadi, A. J., Davison, A., Wade, C. M. 2020. Molecular phylogeny of freshwater snails and limpets (Panpulmonata: Hygrophila). *Zoological Journal of the Linnean Society*, Vol.2 No.190
- Santosa, U. B., Ernawati, J., Santosa, H. 2016. Penataan Fasilitas Wisata Waduk Selorejo. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*. Vol.4 No.4
- Sasangka, P. G. 2014. *Kajian Permasalahan Sedimentasi Untuk Optimalisasi Kegiatan Pemeliharaan Di Waduk Selorejo*. Doctoral dissertation. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Sayekti, R. W., Yuliani, E., Bisri, M., Juwono, P. T., Prasetyorini, L., Sonia, F., Putri, A. P. 2015. Studi evaluasi kualitas dan status trofik air Waduk Selorejo akibat erupsi Gunung Kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, Vol.6 No.1
- Sharma, S., Chatterjee, S. 2017. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Journal EnvironScience & Pol. Research*, Vol.24 No.27
- Shihab, M.Q. 2003. *Tafsir Al- Misbah Pesan Kesan dan Keserasian Al Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Song, Y., Cao, C., Qiu, R., Hu, J., Liu, M., Lu, S., He, D. 2019. Uptake and adverse effects of polyethylene terephthalate microplastics fibers on terrestrial snails (*Achatina fulica*) after soil exposure. *Environmental Pollution*, Vol.2 No.50
- Suherman, E. 2015. Biodiversitas Fitoplankton di Waduk Selorejo, Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. In *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. Universitas Sebelas Maret
- Sundt, Petter. 2016. *Sources of microplastics-pollution to the marine environment*. Norwegia: Norwegian Environment Agency

- Suryanto, A. M. 2011. Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Journ. of Mar. Sci. and Tech.*, Vol.4 No.2
- Syamsudin, M. 2017. Krisis Ekologi Global dalam Perspektif Islam. *Jurnal Sosiologi Reflektif*, Vol.11 No.2
- Tanaka, K., Takada, H. 2016. Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Scientific reports*, Vol.6. 34351.
- Taqiuddin, Habibul U. 2014. Kedudukan Ilmu Pengetahuan dalam Al-Qur'an. *El-Hikam: Jurnal Pendidikan dan Kajian Keislaman*, Vol.7 No.1
- Tavazzi, L. 2013. *The Excellence of The Plastics Supply Chain in Relaunching Manufacturing in Italy and Europe*. Milan: UNEP
- Thornton, J., Steel, A., Rast, W. 1996. *Water Quality Assesments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring – Second Edition*. United States: CRC Press
- Tibbets, J., Krause, S., Lynch, I., Sambrook Smith, G. H. 2018. Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river environments. *Water*, Vol.10 No.11
- Trihadiningrum, Y., Lestari, P., Wijaya, B. A., Yunus, K. A., Firdaus, M. 2020. Distribution of microplastics in Surabaya River, Indonesia. *Science of The Total Environment*, 726
- 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
- Urbanek, A. K., Rymowicz, W., Mirończuk, A. M. 2018. Degradation of plastics and plasticdegrading bacteria in cold marine habitats. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol.102 No.18
- Utami, U. 2008. *Konservasi Sumber Daya Alam Perspektif Islam dan Sains*. Malang: UIN Malang Press
- Van Seville, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B. D., Van Franeker, J. A., Law, K. L. 2015. A global inventory of small floating plastic debris. *Journal of EnvironResearch L.*, Vol.10 No.12
- Vinarski, M. V. 2016. On the reality of local and ecological races in lymnaeid snails (Mollusca, Gastropoda, Lymnaeidae). *Bulletin of Biology*, Vol.43 No.9

- Virsek, M. K., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., Kržan, A. 2016. Protocol for microplastics sampling on the sea surface and sample analysis. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, 118
- Watsiqotul, Sunardi, Leo Agung. 2018. Peran Manusia Sebagai Khalifah Allah di Muka Bumi Perspektif Ekologis Dalam Ajaran Islam. *Jurn. Penelitian*, Vol.12 No.2
- Weber, A., von Randow, M., Voigt, A. L., von der Au, M., Fischer, E., Meermann, B., Wagner, M. 2020. Ingestion and toxicity of microplastics in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*: No microplastic-induced effects alone or in combination with copper. *Chemosphere*, Vol. 236
- Wicaksono, E. A., Werorilangi, S., Galloway, T. S., Tahir, A. 2021. Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia. *Toxics*, Vol.9, No.6
- Widianarko, Y., Budi Hantoro, Inneke. 2018. *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. Semarang: Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata
- Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ. Pollut*, Vol. 178 No.48
- Wu, C. Zhang, K. Xiong, X. 2018. *Microplastic pollution in inland waters focusing on Asia In Freshwater microplastics* (pp. 85-99). Springer, Cham.
- Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K., Kolandhasamy, P. 2015. Microplastic pollution in table salts from China. *Journal of Environ. Sci. & Tech.*, Vol.49 No.22
- 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. *Journal of Ecotoxicology & Environ. Safety*, 170
- Yudiarso, R. A., Suhartanto, E., Soetopo, W. 2014. Upaya konservasi waduk Selorejo berdasarkan perkembangan peta penggunaan lahan dalam kurun waktu tahun 2000–2011. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, Vol.5 No.1
- Yulianto, Amaloyah N. 2017. *Buku Ajar Kesehatan Lingkungan: Toksikologi Lingkungan*. Jakarta: Pusdiknakes Press
- Yuono, T. 2012. Evaluasi kinerja sistem irigasi Waduk Cengklik. *J. Teknik Sipil & Arsitektur*, Vol.12 No.16.

Zaki, M. R. M., Zaid, S. H. M., Zainuddin, A. H., Aris, A. Z. 2021. Microplastic pollution in tropical estuary gastropods: Abundance, distribution and potential sources of Klang River estuary, Malaysia. *Marine pollution bulletin*, 162

Zeng, E.Y. 2018. *Microplastic Contamination in Aquatic Environments: an emerging matter of environmental urgency*. United States: Elsevier

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel



Stasiun *Inlet* Sungai Kwayangan



Stasiun Kawasan Pemukiman (Desa Kaumrejo)



Stasiun *Inlet* Sungai Konto



Dearah Wisata



Stasiun *Outlet* Waduk Selorejo

Lampiran 2. Foto Kegiatan Penelitian



(Pengukuran transek pengambilan sampel siput)



(Pengambilan sampel siput secara *hand collecting*)



(sampel siput pada wadah sampel)



(pengukuran spesimen siput)



(Pemisahan cangkang dan tubuh siput menggunakan pinset)



(Proses pembuatan larutan pengenceran)



(Proses perendaman larutan pengenceran dengan organ siput di dalam *waterbath*)



(Proses penyaringan menggunakan kain nylon)



(Proses identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop stereo)

Lampiran 3. Data Tipe Partikel Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo

NO	STASIUN	JUMLAH SAMPEL SIPUT	ULANGAN	JENIS MIKROPLASTIK			JUMLAH PARTIKEL
				Filamen	Fiber	Fragmen	
1	INLET SUNGAI KWAYANGAN	5	U1	2	6	7	15
		5	U2	0	7	5	12
		5	U3	2	6	7	15
TOTAL				4	19	19	42
2	KAWASAN PEMUKIMAN (DESA KAUMREJO)	5	U1	2	10	6	18
		5	U2	2	8	6	16
		5	U3	2	9	3	14
TOTAL				6	27	15	48
3	INLET SUNGAI KONTO	5	U1	4	4	3	11
		5	U2	2	7	0	9
		5	U3	4	15	1	20
TOTAL				10	26	4	40
4	DAERAH WISATA	5	U1	3	9	10	22
		5	U2	0	4	11	15
		5	U3	1	13	4	18
TOTAL				4	26	25	55
5	OUTLET WADUK SELOREJO	5	U1	1	2	4	7
		5	U2	2	1	4	7
		5	U3	0	6	2	8
TOTAL				3	9	10	22

Lampiran 4. Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo

DATA KELIMPAHAN MIKROPLASTIK KESELURUHAN							
NO	STASIUN	JUMLAH SAMPEL SIPUT	ULANGAN			JUMLAH PARTIKEL	KELIMPAHAN TOTAL MIKROPLASTIK
			1	2	3		
1	INLET SUNGAI KWAYANGAN	15	15	12	15	42	2,8
2	KAWASAN PEMUKIMAN (DESA KAUMREJO)	15	18	16	14	48	3,2
3	INLET SUNGAI KONTO	15	11	9	20	40	2,7
4	DAERAH WISATA	15	22	15	18	55	3,7
5	OUTLET WADUK SELOREJO	15	7	7	8	22	1,5

Lampiran 5. Checklist Plagiasi



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Mohammad Alaika Rahmatullah
NIM : 17620126
Judul : Identifikasi Tipe dan kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae 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	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc	7 %	8 Des 2021	
4	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc			

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



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

Lampiran 6. Lembar Konsultasi Dosen Biologi



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 : Mohammad Alaika Rahmatullah
 NIM : 17620112
 Program Studi : S1 Biologi
 Semester : Genap TA 2020/2021
 Pembimbing : Bayu Agung Prahardika, M.Si.
 Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	13/02/2021	Konsultasi Judul Penelitian	<i>BA</i>
2.	02/03/2021	Konsultasi Lokasi Penelitian	<i>BA</i>
3.	03/04/2021	Konsultasi & Revisi 1	<i>BA</i>
4.	12/04/2021	Konsultasi & Revisi 2	<i>BA</i>
5.	14/04/2021	Konsultasi & Revisi 3	<i>BA</i>
6.	01/05/2021	Konsultasi & Revisi 4	<i>BA</i>
7.	03/05/2021	Konsultasi & Revisi 5	<i>BA</i>
8.	04/05/2021	Acc Naskah Proposal Skripsi	<i>BA</i>
9.	29/11/2021	Konsultasi BAB IV	<i>BA</i>
10.	07/12/2021	Konsultasi & Revisi 6	<i>BA</i>
11.	08/12/2021	Konsultasi & Revisi 7	<i>BA</i>
12.	08/12/2021	Acc Naskah Skripsi	<i>BA</i>

Pembimbing Skripsi,

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

Malang, 8 Desember 2021
 Ketua Program Studi,



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

Lampiran 7. Lembar Konsultasi Dosen Agama



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 : Mohammad Alaika Rahmatullah
 NIM : 17620112
 Program Studi : S1 Biologi
 Semester : Genap TA 2020/ 2021
 Pembimbing : Dr. H. M. Imamudin, Lc., M.A
 Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Siput Famili Lymnaeidae di Waduk Selorejo Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	11/03/2021	Konsultasi & Revisi 1	
2.	08/04/2021	Konsultasi & Revisi 2	
3	13/04/2021	Acc Naskah Proposal Skripsi	
4	08/12/2021	Konsultasi & Revisi 3	
5	08/12/2021	Acc Naskah Skripsi	

Pembimbing Skripsi,

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



Malang, 8 Desemberl 2021
 Ketua Program Studi,

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