IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA PERAIRAN WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
IQBAL FATKHUL AKBAR
NIM. 17620129

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

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA PERAIRAN WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
IQBAL FATKHUL AKBAR
NIM. 17620129

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 PERAIRAN WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
IQBAL FATKHUL AKBAR
NIM. 17620129

Telah Diperiksa dan Disetujui:

Tanggal: 14 Desember, 2021

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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

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

IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA PERAIRAN WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG

SKRIPSI

Oleh:
IQBAL FATKHUL AKBAR
NIM. 17620129

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 22 Desember, 2021

Ketua Penguji	Dr. Dwi Suheriyanto, M.P NIP. 19740325 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. Imamudin, Lc., M.A NIP. 19740602 200901 1 010	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

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

iii

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

1. Ayah dan Ibu tercinta, Bpk Khumaidi dan Ibu Rohaeni yang telah merawat, mendidik serta mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
3. Bayu Agung Prahardika, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta ilmu untuk membimbing dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A., selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
5. Teman-teman seperjuangan khususnya alfin, rafika, kurnia, alaika, muzammil dan dari Environmental green society serta masyarakat sekitar Waduk Selorejo
6. Teman-teman Wolves Biologi 2017 dan Biologi D 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Iqbal Fatkhul Akbar
NIM	: 17620129
Program Studi	: Biologi
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Judul Penelitian	: Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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 di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, _____ 2021

yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL

EB844AJX554877718

Iqbal Fatkhul Akbar

NIM. 17620129

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

“Keyakinan Tidak Bisa Diganti Dengan Keragu-raguan”

Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

Iqbal Fatkhul Akbar, Bayu Agung Prahardika, Mochamad Imamudin
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Dunia terus dihadapkan pada kompleksitas permasalahan pencemaran air dan efeknya yang semakin meningkat. Salah satu isu lingkungan yang berkembang adalah ancaman kontaminasi baru berupa mikroplastik. Mikroplastik adalah plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik dapat dibedakan dalam dua jenis yang disebut sebagai mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer diproduksi dengan ukuran milimetrik sedangkan mikroplastik skunder dihasilkan dari fragmentasi partikel plastik yang lebih besar. Waduk Selorejo merupakan salah satu waduk yang berada di Kabupaten Malang. Waduk ini memiliki fungsi sebagai pembangkit listrik, pengairan, pariwisata dan sebagai daerah tadah air. Waduk Selorejo menampung air dari beberapa sungai yang memiliki kontaminasi akibat kegiatan pertanian dan beberapa limbah rumah tangga. Selain itu, pada waduk ini juga ditemukan kegiatan nelayan yang mencari ikan dengan jaring atau budidaya dalam keramba apung. Hal ini mengkhawatirkan karena kontaminasi mikroplastik mungkin saja terjadi akibat plastik yang lama terakumulasi pada perairan tersebut dan mengalami degradasi. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menemukan mikroplastik dengan tipe fiber, fragmen dan filamen. Kelimpahan mikroplastik ditemukan paling banyak berturut turut pada *Inlet* Sungai Konto dengan kelimpahan 367 partikel/m^3, daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) dengan kelimpahan 350 partikel/m^3, daerah *midlet* dengan kelimpahan 347 partikel/m^3, daerah wisata dengan kelimpahan 333 partikel/m^3, *Inlet* Sungai Kwayangan dengan kelimpahan 297 partikel/m^3, dan *outlet* dengan kelimpahan 287 partikel/m^3.

Kata kunci: *kelimpahan, mikroplastik, selorejo,*

Identification of Type and Microplastic Abundance in Selorejo Waters, Ngantang District, Malang Regency

Iqbal Fatkhul Akbar, Bayu Agung Prahardika, Mochamad Imamudin
Biology Progarm Study, Facullity of Science and Technology, The State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

The world continues to be faced with the complexity problem of water pollution and its increasing effects. One of the growing environmental issues is the threat of new contamination form microplastics. Microplastics are plastics with a size of less than 5 mm. Microplastics can be divided into two types which are referred to primary and secondary microplastics. Primary microplastics are produced with millimeter size while secondary microplastics are produced from the fragmentation of larger plastic particles. Selorejo Reservoir is one of the reservoirs in Malang Regency. This reservoir has a function as a power plant, irrigation, tourism and as a water supply area. Selorejo Reservoir holds water from several rivers that have been contaminated by agricultural activities and some household waste. In addition, in this reservoir, fishermen are also found fishing activities with nets or cultivation in floating cages. This is worrying because microplastic contamination may occur due to plastic that has long accumulated in these waters and is degraded. This research will be conducted using a quantitative descriptive approach. The results of the study found microplastics with the types of fiber, fragments and filaments. The highest abundance of microplastics was found in the Konto Inlet with 367 particles/m3, Kaumrejo 350 particles/m3, the middle with 347 particles/m3, tourism with 333 particles/m3, Kwayangan Inlet 297 particles/m3, and outlet 287 particles/m3.

Keywords: *abundance, microplastic, selorejo*

الملخص

اقبا ل فتح لاكبر2021.تحديد وفرة البلاستيك المجهرية في مياه سيلوريجو,مقاطعات عانتانج, منطقة ملانج

المشرف الول : بايو اغونغ براهارديكا, محمد امام الدين

الكلمات المفتاحية :وفرة, البلاستيك المجهرية, سيلوريجو

لا يزال العالم يواجه الى تعقيد مشكلة تلوث المياه وآثارها المتزايدة. واحدة من القضايا البيئية المتزايدة وهي تهديد التلوث الجديد بسبب البلاستيك المجهرية. واللدائن الدقيقة هي عبارة عن مواد بلاستيكية الذي يقل حجمها عن ه مم. يمكن أن تقسم اللدائن الدقيقة إلى نوعين، البلاستيك المجهرية الأولية والثانوية. البلاستيك المجهرية الأولية هي الحبيبات البلاستيك التي تقصر الى حد مليمتر، البلاستيك المجهرية الثانوية من تفتيت حبيبات اللدائن أكبر منه. وخزان المياه سيلوريجو هو أحد الخزانات في مدينة مالانج ويعمل هذا الخزان محطة للطاقة الكهرمائية، والري، والسياحة ومنطقة لإمداد المياه. يحتفظ خزان سيلوريجو المياه من عدة أنهار التي تتلوثت باالنفايات الزراعية والنفايات المنزلية. وبالإضافة إلى ذلك ، توجد في هذا الخزان أيضًا أنشطة صياد الأسماك بالشباك أو الزراعة في أقفاص عائمة. و هذا أمر مقلق لأن تلوث اللدائن الدقيقة يمكن أن يحدث بسبب قمامة البلاستيك الذي تراكم في هذه المياه لفترة طويلة ومتحللة. وسيجرى البحث باستخدام منهج وصفي وكمي. ووجدت نتائج الدراسة هي أن البلاستيك المجهرية مع أنواع الألياف والشظايا والخيوط. تم العثور على أعلى وفرة من المواد البلاستيكية الدقيقة في مدخل كونتو مع وفرة من 367 جسيم / م 3 ، كاوم راجا مع وفرة من 350 جسيم / م 3 ، الوسط مع وفرة من 347 جسيم / م 3 ، السياحة مع وفرة من 333 جسيم / م 3 ،مدخل كوايانعان مع وفرة 297 جسيم / م 3 ، ومنافذ بوفرة 287 جسيم/ م 3.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan anugerah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik sebagai salah satu persyaratan kelulusan di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan kepada semua pihak dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bayu Agung Prahardika, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran.
5. Dr. H. Mochamad Imamudin, Lc., M.A selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
6. Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
7. Ayah, Ibu, dan keluarga tercinta yang telah memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
8. Teman-teman Wolves Biologi 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

Semoga segala amal baik yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah Swt. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Malang,_____ 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN V
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI vi
MOTTO vii
ABSTRAK viii
الملخص x
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I
PEDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Waduk Selorejo 7
2.2 Mikroplastik 8
2.2.1. Deskripsi Mikroplastik 8
2.2.2 Jenis Mikroplastik 13
2.3 Mikroplastik pada Lingkungan 17
2.3.1 Masuknya Mikroplastik pada Lingkungan **17**
2.3.2 Akumulasi dan Transportasi Mikroplastik pada Perairan **18**
2.3.3 Penelitian Terdahulu Terkait Mikroplastik di Perairan **19**
2.4 Efek Ekotoksikologi pada Biota 20
2.5 Integrasi Keilmuan 21
BAB III
METODE PENELITIAN 24
3.1 Rancangan Penelitian 24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 24
3.3 Alat dan Bahan 25
3.3.1 Alat **25**
3.3.2 Bahan **26**
3.4 Prosedur Penelitian 26
3.4.1 Metode Pengambilan Sampel **26**
3.4.2 Uji Sampel Air **27**
3.6 Analisis Data 27

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Tipe Mikroplastik yang ditemukan pada Waduk Selorejo 28
4.1.1 Tipe Filamen **28**
4.1.2 Tipe Fragmen **29**
4.1.3 Tipe Fiber **30**
4.2 Kelimpahan Mikroplastik Waduk Selorejo 32
4.2.1 Stasiun 1 (*Inlet* Sungai Kwayangan) **33**
4.2.2 Stasiun 2 Daerah Pemukiman (Desa Kaumrejo) **34**
4.2.3 Stasiun 3 (*Inlet* Sungai Konto) **35**
4.2.4 Stasiun 4 (Daerah Wisata) **36**
4.2.5 Stasiun 5 (Daerah *Midlet*) **38**
4.2.6 Stasiun 6 (Daerah *Outlet*) **39**
BAB V
PENUTUP 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk 15
Gambar 3.1. Lokasi pengambilan sampel air.....26
Gambar 3.2 Jarak antar pengulangan pengambilan sampel 28

Gambar 4.1 Tipe mikroplastik filamen pada perairan Waduk Selorejo.....30
Gambar 4.2 Tipe mikroplastik fragmen pada perairan Waduk Selorejo.....31
Gambar 4.3 Tipe mikroplastik fiber pada perairan Waduk Selorejo.....32
Gambar 4.4 Kelimpahan Mikroplastik pada Stasiun Penelitian di Waduk Selorejo (Partikel/m^3) 33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan pembuatan larutan H_2SO_4.....52
Lampiran 2. Mikroplastik pada Perairan Waduk Selorejo.....53
Lampiran 3. Lokasi Pengambilan Sampel 54
Lampiran 3. Tahap Penelitian 56
Lampiran 4. Data Kelimpahan Mikroplastik 58
Lampiran 5. Titik Pengambilan Sampel 59

BAB I
PEDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia terus dihadapkan pada kompleksitas permasalahan pencemaran air dan efeknya yang semakin meningkat. Salah satu isu lingkungan yang berkembang adalah ancaman kontaminasi baru berupa mikroplastik (Hernandez *et al.,* 2017). Dalam beberapa dekade terakhir telah terjadi ledakan penggunaan plastik dikarenakan penggunaan plastik dinilai praktis, tahan lama, dan multiguna. Hal ini menyebabkan produksi dan penggunaan plastik terus meningkat (Horton, 2017). Peningkatan produksi plastik yang tidak diimbangi dengan pengelolaan sampah yang baik telah menyebabkan peningkatan pembuangan sampah ke badan air di seluruh dunia (Raza, 2018).

Ancaman plastik tidak hanya dalam bentuk jumlah plastik yang terakumulasi dalam suatu lingkungan perairan dan darat, ancaman plastik juga muncul karena fragmentasi plastik akibat kondisi lingkungan dan pelapukan, hasil fragmentasi ini umumnya disebut dengan istilah mikroplastik (Lambert and Wagner, 2018). Mikroplastik adalah plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm (Hidalgo *et al.,* 2012). Plastik berukuran besar pada kondisi tertentu dapat terpecah menjadi bagian yang lebih kecil sebagai mikroplastik yang sulit untuk diketahui keberadaanya. Ketika partikel plastik terurai, maka akan membentuk karakter fisik dan kimia yang berbeda, hal ini menyebabkan peningkatan potensi efek toksik plastik pada organisme. Hal ini sejalan dengan pendapat Zhang *et al.* (2020) yang menjelaskan bahwa mikroplastik dapat memiliki efek toksik pada kesehatan manusia karena bahan kimia saat pembuataanya.

Lingkungan dapat mengalami kerusakan akibat tindakan tidak bertanggung jawab dari manusia. Kerusakan lingkungan yang terjadi pada akhirnya akan berdampak buruk terhadap manusia sendiri. Selain itu, terdapat banyak literatur dalam Al-Qur'an terkait larangan merusak alam, salah satunya dalam (Q.S: Ar-Rum: [30]: 41).

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)

Artinya: Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (QS. Ar-Rum: 41).

Kerusakan alam pada daerah terestrial dan akuatik pada akhirnya akan berdampak buruk pada mahluk hidup yang tinggal pada daerah tersebut, karena pada dasarnya manusia bergantung pada alam untuk memenuhi kehidupannya. Eksploitasi pada alam sehingga menjadikan lingkungan rusak akan menyebabkan alam tidak dapat dimanfaatkan lagi. Perusakan semacam ini termasuk larangan seperti yang tercantum dalam QS. Ar-Rum: 41 (Kemenag, 2021). Tindakan membuang sampah tidak pada tempatnya akan menimbulkan masalah besar dari beberapa aspek seperti pencemaran lingkungan dan keasrian lingkungan, hal semacam ini termasuk dalam perilaku *fasad.*

Ath Thobari dalam kitabnya *Jami' Al Bayan Fii Ta'wiil Al Qur'an* mengemukaaan bahwa kerusakan lingkungan diakibatkan perilaku manusia yang tidak mengindahkan larangan serta perintah-Nya (Bakri dan Abdurraziq, 2007). Perilaku membuang sampah di sungai merupakan tindakan yang berdampak besar dikemudian hari, mengigat akumulasi sampah yang ada dapat menumpuk pada

lingkungan dan mencemarinya. Lebih jauh lagi, sampah dalam bentuk plastik sulit terurai dan dapat bertahan lama pada lingkungan. Tidak berhenti disitu, plastik yang terdegradasi pada akhirnya akan membentuk partikel kecil berbahaya yang disebut mikroplastik (Widiarnoko dan Hantoro, 2018)

Menjaga lingkungan merupakan tangung jawab setiap orang. Islam sendiri memliki konsepsi tentang *muamalah* atau disebut sebuah relasi yang baik. Salah satu hubungan yang paling penting adalah *muamalah ma'al alam* yaitu kebutuhan akan hubungan yang baik dengan alam. Manusia dan lingkungannya memiliki ikatan moral berupa tanggung jawab yang mulia dan tidak dapat dikurangi dengan kepentingan ekonomis. Manusia mengemban amanah menjadi *khilafah* di muka bumi ini, hubungan fundamental antara individu dan alam serta menjelaskan konsepsi eko-komunal umat yang mengandung tanggung jawab ekologis di dalamnya (Setyabudi, 2020).

Islam memiliki konsep dalam menjaga alam yang disebut dengan *muamalah ma'al alam*. Konsep *muamalah ma'al alam* diwujudkan dalam bentuk membiarkan alam tumbuh dengan semestinya dan tidak mengganggu ekosistem, memberikan ruang alam tanpa menekan dan membatasi ruang gerak sehingga meminimalkan kerusakan, dan menggunakan fasilitas alam secara tepat dan bertanggung jawab (Setyabudi, 2020). Konsep *muamalah ma'al alam* juga harus diterapkan dalam menjaga ekosistem perairan dengan menggunakan air secukupnya dan tidak membuang sampah pada perairan.

Penelitian terkait mikroplastik telah dilakukan pada beberapa tempat seperti pada danau Hovsgol Mongolia. Hasil penelitian ini menemukan mikroplastik film dan fragmen paling banyak ditemukan dengan presentase 78 %

dari mikroplastik yang ditemukan (Su *et al.*, 2016). Selain itu, dibagian Swiss dari sungai Rhoˆne, Aubonne, Venoge, dan Vuachie're, mikroplastik terdeteksi dengan konsentrasi antara 0,10 dan 64 partikel/m^3 (Faure *et al.*, 2015).

Ancaman mikroplastik terjadi di Indonesia akibat pengelolaan sampah yang kurang maksimal. Plastik sering ditemukan dalam lingkungan dan membutuhkan waktu 100—500 tahun hingga terurai sempurna (Purwaningrum, 2016). Waduk Selorejo merupakan salah satu dari Waduk yang berada di Kabupaten Malang. Waduk ini memiliki fungsi sebagai pembangkit listrik, pengairan, pariwisata dan sebagai daerah tadah air (Suryanto, 2011). Survey lapangan menemukan beberapa sampah pada perairan dan jala nelayan yang digunakan untuk mencari ikan. Hal ini memungkinkan kontaminasi mikroplastik mungkin saja terjadi akibat plastik yang lama terakumulasi pada perairan tersebut. Oleh karena itu, penelitian kelimpahan mikroplastik perlu dilakukan lebih lanjut untuk melihat potensi kontaminasi mikroplastik pada beberapa stasiun di perairan Waduk Selorejo.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian akan berfokus pada rumusan masalah berikut:

1. Tipe mikroplastik apa saja yang ditemukan pada perairan di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang?
2. Berapa kelimpahan mikroplastik pada perairan di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini akan berfokus pada tujuan berikut:

1. Untuk mengetahui tipe mikroplastik apa saja yang terdapat pada perairan di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang.
2. Untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada perairan di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat dalam bidang penelitan mikroplastik, beberapa manfaat tersebut diantaranya:

1. Sebagai sumber infomasi terkait keberadaan dan kelimpahan mikroplastik pada perairan di Waduk Selorejo.
2. Sebagai bahan pertimbangan *stake holder* dalam menentukan baku mutu mikroplastik yang diizinkan pada wilayah perairan.
3. Sebagai informasi kepada masyarakat terkait dampak pembuangan sampah pada Waduk Selorejo.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian akan berfokus pada batasan masalah berikut:

1. Identifikasi mikroplastik meliputi tipe, warna dan kelimpahan.
2. Mikroplastik yang ditemukan diidentifikasi secara visual tanpa uji lanjut FT-IR.
3. Penelitian dilakukan tanpa uji kualitas air pada lokasi pengambilan sampel.

4. Pengambilan sampel dalam penelitan ini menggunakan 6 stasiun yang bertempat pada *Inlet* Kwayangan (stasiun 1), daerah pemukiman Kaumrejo (stasiun 2), *Inlet* Konto (stasiun 3), daerah wisata (Stasiun 4), *midlet* (Stasiun 5), dan *outlet* (stasiun 6).
5. Identifikasi mikroplastik mengacu pada Hidalgo *et al.* (2012) dan Sartain *et al.* (2018).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk Selorejo

Waduk didefinisikan sebagai wilayah penyimpanan air untuk dialirkan ke sebagian besar wilayah (Nadiasa, 2010). Waduk dapat dibuat dengan mengatur aliran air yang ada sehingga membentuk suatu wilayah dengan genangan air di dalamnya dalam jumlah yang besar. Proses ini dapat melalui melalui mekanisme penggalian atau membangun sejumlah dinding dan tanggul penahan.

Waduk dapat digunakan untuk menyeimbangkan volume air dalam suatu wilayah. Hal ini dilakukan dengan menyimpan air saat curah hujan tinggi dan mengalirkan air pada wilayah dibawahnya saat membutuhkan pasokan air. Hal ini sejalan dengan pendapat Nadiasa (2010) peranan penting yang dimiliki waduk adalah sebagai sentral penyuplai air pada kawasan dibawahnya. Operator waduk bertugas menghitung volume air yang akan ditambahkan ke waduk, jika prakiraan air akan mengisi waduk hingga penuh, air perlahan-lahan dialirkan keluar waduk. Jika dilakukan dengan waktu yang tepat, hal ini dapat mencegah daerah hilir mengalami kerusakan akibat banjir bandang. Prakiraan cuaca yang akurat sangat penting agar operator bendungan dapat merencanakan *drawdown* dengan benar sebelum peristiwa curah hujan yang tinggi.

Selorejo merupakan waduk dengan fungsi utama sebagai penyuplai air bagi wilayah dibawahnya, waduk ini juga memiliki fungsi lain sebagai PLTA dan daerah wisata (Yuono, 2012). Nelayan dan masyarakat sekitar biasa memanfaatkan Waduk Selorejo sebagai tempat mencari ikan dengan cara

memancing atau menebar jala. Terdapat beberapa sungai yang menyuplai air di Waduk Selorejo seperti Sungai Konto dan Kwayangan.

Sebagian air di waduk berasal dari sungai diatasnya dan juga akumulasi air hujan. Selain itu, waduk juga berperan penting sebagai tempat tinggal beragam biota air dan tempat perkembang biakanya (Yuono, 2012). Terdapat beragam biota air tawar yang dapat ditemukan pada wilayah perairan Waduk Selorejo seperti ikan nila, lele dan mujair. Waduk Selorejo menjadi tempat wisata dengan menawarkan beberapa wahana yang menjadi daya tarik pengunjung seperti wisata perahu, kuliner ikan lokal dan jembatan gantung. Selain itu, masyarakat juga memanfaatkan waduk sebagai tempat mencari ikan dengan menebar jala. Jala merupakan salah satu penyebab kontaminasi mikroplastik pada perairan, dimana jala dapat terfragmentasi menjadi ukuran yang lebih kecil (Purba, 2018).

2.2 Mikroplastik

2.2.1. Deskripsi Mikroplastik

Plastik adalah istilah yang digunakan untuk mendefinisikan polimer kompleks yang diproduksi dengan penambahan pewarna dan polimer lain sehingga menjadikannya bahan yang fleksibel dibentuk. Polimer yang paling umum digunakan dalam produksi plastik dan paling berlimpah ditemukan pada lingkungan adalah *polietilen* (PE), *polipropilen, poliester, polivinil klorida* (PVC) dan nilon (Costa *et al.*, 2017).

Sifat plastik yang fleksibel memungkinkan plastik dicetak, diekstrusi dan dibentuk menjadi benda padat dengan berbagai bentuk. Selain itu, plastik memiliki sifat ringan, fleksibel, tahan lama, dan memiliki biaya produksi murah. Hal ini menyebabkan penggunaannya terus bertambah dan secara luas digunakan

dalam kehidupan sehari-hari. Sebagian besar plastik yang diproduksi saat ini berasal dari gas alam dan minyak (Phuong *et al.,* 2016). Produk tersebut berupa *etilena* dan *propilena* (Sulistyono, 2019)

Pembuatan plastik pada awalnya dicetak menjadi bentuk lembut kemudian diatur menjadi bentuk yang sangat kaku atau sedikit elastis. Dalam tata nama kimia (IUPAC) mendefinisikan plastik sebagai bahan polimer dengan tambahan beberapa zat lain untuk meningkatkan kualitas dan mengurangi biaya produksi. Bakelite merupakan plastik sintetis yang pertama dibuat, plastik ini dikenalkan oleh Leo Baekeland di New York sekitar 1907 Masehi (Costa *et al.,* 2017).

Puluhan jenis plastik dari berbagai jenis polimer diproduksi saat ini. Plastik dari *polietilen* banyak digunakan dalam kemasan produk, sedangkan *polivinil klorida* digunakan dalam bahan pipa karena kekuatan dan daya tahannya. Terdapat beberapa orang yang berpengaruh paling besar terhadap perkembangan plastik selama ini, orang berpengaruh ini termasuk Herman Staudinger yang dikenal dengan bapak kimia polimer, termasuk juga orang berpegaruh dalam hal ini yaitu Herman Mark (Costa *et al.,* 2017).

Menurut Irmayani dan syahril (2020) produksi plastik diseluruh dunia mencapai 60 juta ton setiap tahunnya. Dalam kurun waktu tersebut, sebanyak 1 triliyun kantong plastik digunakan oleh masyarakat seluruh dunia. Jumlah tersebut berbanding terbalik dengan sampah yang berhasil di daur ulang. Dikarenakan pemilahan sampah yang dapat didaur ulang dan harga yang tidak seimbang dengan biaya daur ulang menjadikan persentase sampah yang berhasil di daur ulang dari jumlah tersebut hanya sekitar 1 %. Indonesia adalah negara peringkat kedua sebagai negara dengan jumlah pembuangan plastik yang memiliki rata-rata

0,52 kg/hari setiap orangnya (Jambeck *et al.*, 2015). Polimer yang paling umum digunakan dalam pembuatan plastik adalah *polipropilen* (PP), *polietilen* densitas tinggi dan rendah (HDPE dan LDPE), *polivinil klorida* (PVC), *polietilen tereftalat* (PET), *polistiren* (PS), dan *poliuretan* (PUR) (Phuong *et al*., 2016).

Sifatnya yang sukar terdegradasi menjadikan plastik sebagai bahan pencemar yang masif bagi lingkungan. Pencemaran plastik pada lingkungan terjadi karena perilaku buang sampah sembarangan, kurangnya penanganan daur ulang yang sesuai, manajemen yang tidak memadai atau membuang sembarangan sehingga sampah plastik menumpuk di lingkungan dengan kecepatan yang tidak terkendali dan mencapai berbagai perairan dan ekosistem lain (Wright *et al.*, 2013).

Sejak beberapa dekade terakhir, penggunaan plastik yang tidak terkendali untuk berbagai keperluan seperti pengemasan, transportasi, industri, dan pertanian di pedesaan maupun perkotaan, telah meningkatkan masalah serius pembuangan plastik ke lingkungan. Disamping itu, penguraian kantong plastik membutuhkan waktu lama (Mourgkogiannis *et al.*, 2018). Sementara itu, penanggulangan sampah plastik dengan cara dibakar dapat menyebabkan polusi udara dan penimbunan sampah plastik menyebabkan kontaminasi pada tanah dan air tanah (Anifah dkk., 2020).

Plastik dapat mengalami degradasi melalui proses abiotik atau biotik yang dapat berlangsung secara bersamaan atau berurutan. Parameter lingkungan seperti kelembaban, suhu, pH, salinitas, sinar matahari, dan air dapat memengaruhi degradasi plastik (Firdaus dkk., 2019). Degradasi umumnya diklasifikasikan menurut penyebabnya. Terdapat beberapa pola degradasi diantaranya

biodegradasi yang terjadi akibat aktivitas organisme hidup seperti mikroba, fotodegradasi akibat cahaya (biasanya sinar matahari dalam paparan luar ruangan) dan termooksidatif akibat kerusakan oksidatif lambat pada suhu sedang (Costa *et al.,* 2017).

Mikroplastik di lingkungan perairan bukanlah fenomena baru dan telah menjadi masalah global selama dekade terakhir. Mikropastik sulit diamati dengan kasat mata, oleh karenanya keberadaan mikroplastik pada lingkungan sulit dipantau. Dibutuhkan alat seperti mikroskop untuk mengamati mikroplastik. Mikroplastik saat ini dapat ditemukan di lautan, pantai, permukaan perairan dan sedimen (Costa *et al.,* 2017). penelitian Scherer *et al.* (2018) menemukan *Bosmina coregoni* memakan mikroplastik jenis butiran dengan ukuran 2-6 μm.

Mikroplastik yang ditemukan di lingkungan merupakan partikel plastik yang berbeda dalam ukuran, bentuk, dan komposisi kimianya (Duis and Coors, 2016). Mikroplastik dapat disebut dengan partikel plastik yang memiliki bagian keseluruhan ≤5 mm (Costa *et al.,* 2017). Partikel plastik ini bisa dibedakan dalam dua jenis yang disebut sebagai mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer diproduksi dengan ukuran milimetrik dan dapat ditemukan pada produk pembersih seperti sabun wajah dan pasta gigi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Andrady (2011) mikroplastik primer awalnya diproduksi dengan ukuran kurang dari 5 mm dengan tujuan tertentu, pada umumnya mikroplastik jenis ini sering ditemukan pada produk pembersih dan kosmetik. Mikroplastik primer diproduksi secara khusus menjadi ukuran kecil untuk aplikasi tertentu. Hal ini sesuai pendapat Cole *et al.* (2011). Mikroplastik primer pada umumnya ditambahkan ke produk seperti pasta gigi dan kosmetik untuk memantulkan cahaya,

Mikroplastik sekunder dihasilkan dari fragmentasi partikel plastik yang lebih besar akibat unsur fisik, biologi, dan kimia. Menurut Galgani *et al.* (2013) mikroplastik sekunder terbentuk akibat fragmentasi barang-barang plastik yang lebih besar melalui proses degradasi, interaksi fisik, kimia, dan biologi. Fragmentasi plastik dapat terjadi karena pelapukan, gersekan dengan pasir pada dasar sungai dan paparan sinar UV. Mikroplastik memiliki partikel dengan kisaran ukuran milimeter sehingga menjadi perhatian yang semakin meningkat karena ancamannya terhadap kualitas lingkungan. Batas ukuran ukuran mikroplastik berkisar antara > 0,333-5 mm (Hidalgo *et al.,* 2012). Plastik dapat mencapai sistem akuatik dan tanah melalui pembuangan limbah industri yang tidak diolah dengan baik (Andrady, 2011). Begitu berada di lingkungan, plastik akan mengalami degradasi dan membutuhkan waktu 100—500 tahun hingga terurai sempurna (Purwaningrum, 2016). Plastik akan mengalami degragasi apabila terkena fisik, faktor kimia atau biologis. Mekanisme degradasi ini terjadi melalui radiasi ultraviolet atau gesekan dengan pasir pada sungai. Menurut Phuong *et al.* (2016) hal ini menjadikan bentuk mikroplastik sekunder tidak teratur bentuk dan ukuran. Warna dan ukuran mikroplastik merupakan unsur penting dalam identifikasi mikroplastik (Wu *et al.,* 2018).

a. Ukuran partikel

Tidak ada baku standar yang digunakan dalam pengelompokam mikroplastik berdasarkan ukurannya. Meskipun demikian, plastik dengan ukuran diatas 5 mm digolongkan dalam mesoplastik dan makroplastik (Rodríguezm and Pereira, 2017). Ukuran mikroplastik pada umumnya menggunakan rentang >0,333

- ≤5 mm (Hidalgo *et al.,* 2012), mesoplastik memiliki ukuran 5—25 mm, dan makroplastik memiliki ukuran >25 mm (Lippiatt *et al.,* 2013)

Mikroplastik pada lingkungan dapat ditemukan dalam berbagai bentuk tergantung dari bentuk primer plastik, proses degradasi, dan waktu mikroplastik di lingkungan perairan (Rodríguezm and Pereira, 2017). Persebaran mikroplastik memiliki kaitan erat dengan derajat pelapukan, plastik yang memiliki derajat pelapukan tinggi akan menyebabkan kelimpahan mikroplastik lebih tinggi. Kelimpahan mikroplastik meningkat seiring dengan penurunan ukuran (Imhof *et al.,* 2016).

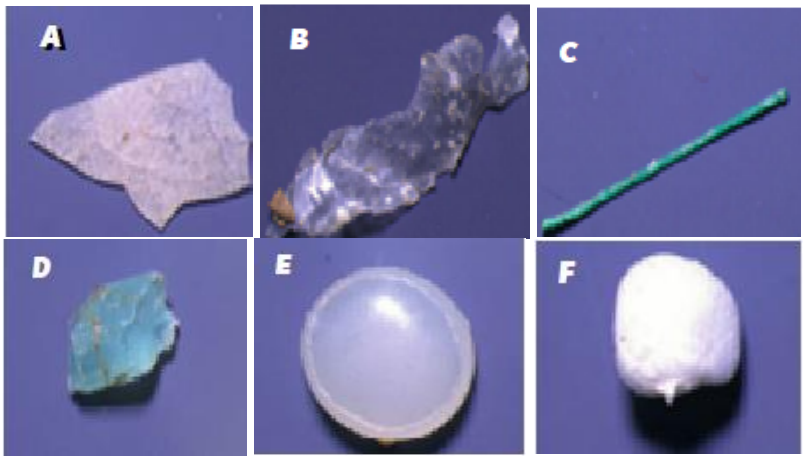
b. Warna

Beberapa jenis pigmen warna yang dicampurkan dengan polimer plastik meningkatkan daya tarik penggunaan perabotan rumah tangga dan segala bahan dari plastik. Warna dapat digunakan untuk mendukung identifikasi visual mikroplastik (Rodríguezm and Pereira, 2017). Mikroplastik umumnya ditemukan dengan warna mencolok dan memiliki warna yang sama produk plastik sebelum terfragmentasi. Warna yang beragam dan kerap kali menyerupai makanan biota menjadikan mikroplastik dapat termakan oleh organisme (Moore, 2008). Su *et al.* (2016) dalam penelitiannya mengemukakan mikroplastik pada daerah Danau Taihu Tiongkok memiliki warna yang cerah. Mikroplastik juga dapat ditemukan dalam warna lain seperti biru, transparan, hitam, putih dan warna cerah lainnya (Zhao *et al.,* 2015).

2.2.2 Jenis Mikroplastik

Bentuk mikroplastik memiliki morfologi yang beragam, hal ini merupakan hasil hari kondisi lingkungan yang menyebabkan fragmentasi plastik (Moore,

2008). Karakteristik mikroplastik berbeda tergantung jenis dan produk awal plastiknya. Wu *et al.* (2018) mengklasifikasikan mikroplastik dalam (Gambar 2.1). Meski demikian, penentuan klasifikasi mungkin ditemukan berbeda dalam penelitian yang berbeda (Hidalgo *et al.*, 2012). Karakteristik morfologi mikroplastik yang ditemukan dapat dijadikan acuan untuk melihat asal mikroplastik ini terbentuk. Karakter tersebut dapat berupa warna dan jenis mikroplastik. Hal ini dapat dilihat dari mikroplastik bentuk serat yang umumnya berasal dari fragmentasi pakaian, bahan tekstil dan senar pancing. Disamping itu, mikroplastik film umumnya berasal dari bahan pembungkus dan pecahan kresek (Widiarnoko dan Hantoro, 2018). Su *et al.* (2016) dalam penelitiannya mendapati film dan fragmen paling banyak ditemukan dengan presentase 78 % dari mikroplastik yang ditemukan di Hosvgol Mongolia.



Gambar 2.1. Klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk. (a) Lembaran (b) Film (c) Fiber (d) Fragmen (e) Pelet (f) Foam. (Sumber Wu *et al.*, 2018)

Menurut Widiarnoko dan Hantoro (2018) klasifikasi mikroplastik dapat dilakukan berdasarkan bentuk dari partikel mikroplastik. Beberapa jenis mikroplastik adalah film, fragmen, butiran, fiber, filamen, dan foam.

a. film

film memiliki karakteristik menyerupai lembaran tipis plastik. Hal ini sesuai pendapat Dewi dkk. (2015) karakteristik mikroplastik jenis film berupa lembaran tipis dan berasal dari fragmentasi kantong plastik. Film merupakan tipe mikroplastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah (Hastuti dkk., 2014)

b. Fragmen

Mikroplastik fagmen memiliki produk asal plastik dengan polimer kuat (Mauludy dkk., 2019). Mikroplastik fragmen berasal dari fragmentasi botol plastik, mika, dan toples. Hal ini sesuai pendapat Purba (2018) awal terbentuknya fragmen berasal dari potongan sampah botol, toples, mika, map dan potongan paralon. Mikroplastik fragmen memiliki bentuk asimetris (Tanaka and takada, 2016).

c. Fiber

Fiber merupakan jenis mikroplastik yang dapat berasal dari bahan tekstil, benang pancing atau tali (Tobing dkk., 2020; GESAMP 2016). Ukuran mikroplastik dapat berubah seiring dengan pengaruh lingkungan pada partikel mikroplastik (Cesa and Ramos, 2017). Fiber juga dapat berasal dari fragmentasi baju yang terlepas saat pencucian (Purba, 2018).

d. Butiran/pellet

Berbeda dengan mikroplastik sebelumnya, pellet atau butiran merupakan jenis mikroplastik yang sengaja diproduksi dalam ukuran mikro. Ukurannya yang kecil memungkinkan termakan oleh biota (Hastuti dkk., 2014). Menurut Virsek (2016) mikroplastik ini memiliki ciri umum dengan bentuk butiran, berukuran

kecil dan memiliki warna putih kecoklatan. Secara umum, mikroplastik ini ditemukan pada scrub, gel rambut dan produk kosmetik (Koelmans *et al.*, 2015).

e. Filamen

Ciri paling umum dari filamen adalah warnanya yang transparan. Mikroplastik berwana transparan adalah identifikasi awal dari jenis polimer *polypropylene* (PP). Polimer PP adalah salah satu polimer yang sering ditemukan di perairan (Pedrotti, 2014). Filamen memiliki bentuk seperti serat tipis. Hal ini diperkauat oleh pernyataan Widinarko dan Hantoro (2018) yang menyatakan bahwa mikroplastik jenis filamen juga digolongkan mikroplastik jenis serat, tetapi berbeda bentuknya dengan jenis fiber yang seperti benang.

f. Foam

Mikroplastik tipe foam merupakan partikel dengan tekstur seperti spons (Karami, 2017). Mikroplastik foam berasal dari polimer plastik *poliyutethane* (Hidalgo *et al.*, 2020). Mikroplastik ini biasa ditemukan dengan ukuran 0,45-1 mm (zhang *et al.*, 2018)

Terdapat beberapa ciri yang dapat membedakan mikroplastik dengan jaringan, atau organisme lain yang ikut terambil ketika penggambilan sampel air. Ciri mikroplastik itu sendiri didasarkan pada pada Hidalgo *et al.* (2012) dan Sartain *et al.* (2018) yang menjelaskan bahwa pada mikroplastik tidak memiliki struktur organik dan seluler, karakteristik mikroplastik fiber berupa bentukan benang tipis, karakteristik mikroplastik film berupa potongan plastik seperti kresek, Karakteristik mikroplastik fragmen berupa potongan plastik beragam bentuk, Karakteristik mikroplastik butiran berupa potongan plastik dengan bentuk bulat padat dan batas minimal dan maksimal ukuran mikroplastik adalah 0,333 -

<5 mm. Cara mudah dalam menentukan partikel yang ditemukan merupakan mikroplastik atau organik dapat dilakukan dengan menekan partikel tersebut dengan jarum. Partikel organik akan hancur apabila ditekan dan partikel mikroplastik tidak hancur.

2.3 Mikroplastik pada Lingkungan

2.3.1 Masuknya Mikroplastik pada Lingkungan

Menelusuri sumber dan perpindahan mikroplastik di komplementer lingkungan merupakan masalah yang kompleks, masih sedikit sumber yang membahas tentang proses perpindahan mikroplastik melalui lingkungan air tawar. Namun, terdapat faktor-faktor yang memengaruhi perpindahan mikroplastik pada lingkungan yaitu kepadatan, ukuran dan bentuk mikroplastik. Menurut Lambert and Wagner (2016) terdapat beberapa jalur sehingga mikroplastik dapat ditemukan pada lingkungan, diantara jalur tersebut adalah melalui IPAL, peristiwa banjir bandang, pelepasan insidental dan pelepasan dari produk industri.

Kesadaran yang kurang terkait bahaya sampah menyebabkan sampah kerap kali dibuang pada lingkungan, perairan merupakan daerah paling terdampak masalah ini (Gasperi *et al*., 2014). Mekanisme degdradasi plastik dapat dipengaruhi karena faktor abiotik atau biotik (Debroas *et al.*, 2017). Degradasi akibat faktor abiotik dapat didasarkan pada perubahan sifat fisika atau kimia meliputi cahaya, suhu, udara, air, atau arus gelombang (Andrady, 2015). Di samping itu, degradasi akibat faktor biotik dapat didasarkan pada hancurnya plastik akibat perilaku organisme, salah satunya dapat dilakukan oleh mikroorganisme termasuk bakteri (Zhang *et al.*, 2021).

2.3.2 Akumulasi dan Transportasi Mikroplastik pada Perairan

Lingkungan perairan memiliki beberapa titik yang dapat menyebabkan masuknya mikroplastik. Masuknya mikroplastik pada lingkungan berdampak buruk bagi kehidupan satwa yang ada di dalamnya. Khususnya dalam lingkungan perairan, mikroplastik dapat termakan oleh ikan, siput, udang dan hewan air lainnya. Beberapa penelitian menemukan mikroplastik termakan oleh ikan. Penelitian yang dilakukan oleh Farrel and Nelson (2017) menemukan kepiting hijau *Carcinus maenas* menggandung mikroplastik dalam jaringannya setelah memakan kerang *Mytilus edulis* yang memiliki kontaminasi mikroplastik. Mikroplastik memiliki ukuran kecil dan cenderung mirip dengan alga atau makanan biota air. Hal ini dijelaskan dalam penelitian Scherer *et al.* (2018) menemukan *Bosmina coregoni* memakan mikroplastik jenis butiran dengan ukuran 2-6 μm. Selain itu, dalam penelitian ini juga menjelaskan *Daphnia cucullata* memakan mikroplastik ukuran 2, 6, 11, dan 19 μm karena tidak mampu membedakan antara mikropastik dengan alga.

Mikroplastik juga dapat masuk pada air minum akibat kontak dengan pipa dan bahan plastik saat proses pengemasan air kemasan. Pelepasan mikroplastik ke lingkungan juga dapat terjadi karena fragmentasi baju akibat mencuci pakaian (Mourgkogiannis *et al.*, 2018). Pipa pembuangan air limbah, sistem luapan IPAL, dan sungai berperan besar dalam transfer mikroplastik masuk ke lingkungan, sebagian besar plastik pada daerah terestrial masuk dalam ekosistem laut melalui aliran sungai (Kroon *et al.*, 2017).

Sampah pada aliran sungai sebagian besar tertahan pada beberapa titik, sampah ini dapat tertahan sementara waktu ataupun tetap tertahan sampai terjadi

proses degradasi pada lingkungan air tawar (Mourgkogiannis *et al.,* 2018). Selain itu, perpindahan mikroplastik dapat melalui udara, hal ini terjadi melalui debu perkotaan yang mengandung serat sintetis dan partikel industri. Pada saat hujan turun, partikel-partikel tersebut menjadi tergabung ke dalam tetesan air dan tersapu ke aliran air melalui limpasan atau sistem drainase (Katsanou *et al.,* 2019).

2.3.3 Penelitian Terdahulu Terkait Mikroplastik di Perairan

Saat ini, partikel mikroplastik dapat ditemukan dalam air permukaan, sedimen, dan lautan di seluruh dunia seperti pada pantai Italia, Singapura, Portugis, Hawai, dan pulau-pulau di Atlantik Barat khatulistiwa. Semua penelitian tersebut dilakukan lingkungan laut. Pada perairan air tawar, penelitian mikroplastik mulai diperhatikan sejak tahun 2010 (Klein *et al.,* 2018).

Penelitian mikroplastik pada lingkungan air tawar seperti danau dan sungai menemukan konsentrasi mikroplastik yang heterogen sebanding dengan penelitian pada lingkungan laut. Penelitian mikroplastik dalam sungai telah ditemukan di sungai-sungai besar Eropa seperti sungai Rhine dan sungai Danube. Partikel plastik di sungai Danube ditemukan dengan kelimpahan tinggi dan bahkan melebihi jumlah larva ikan (Lechaner *et al.,* 2014).

Hasil penelitian pada sungai Rhine menunjukkan kelimpahan mikroplastik yang tinggi. Konsentrasi rata-rata berjumlah sekitar 900.000 partikel km^2 untuk air permukaan dan hingga 4000 partikel/kg untuk sedimen pantai (Lechaner *et al.,* 2014). Di bagian Swiss dari sungai Rhoˆne, Aubonne, Venoge, dan Vuachie're, mikroplastik terdeteksi di konsentrasi antara 0,10 dan 64 partikel/m^3 (Faure *et al.,* 2015). Konsentrasi mikroplastik lebih tinggi ditemukan pada Muara Sungai Jiaojiang, Oujiang, dan Minjiang China. Semua sungai ini terletak di wilayah

perkotaan dan mengandung mikroplastik dalam kisaran 100-4100 partikel m^3. (Klein *et al.,* 2018)

2.4 Efek Ekotoksikologi pada Biota

Penyebaran mikroplastik secara luas di lingkungan perairan didokumentasikan dengan baik melalui survei internasional dan studi ilmiah. Pada lingkungan perairan, mikroplastik memiliki efek ekotoksik langsung. Zat aditif dan monomer plastik dapat dilepaskan dari polimer dan menyebabkan efek merugikan pada organisme akuatik (Scherer *et al.,* 2018). Meskipun informasi mengenai efek ekotoksikologi mikroplastik terbatas untuk saat ini, ukurannya yang kecil menimbulkan kekhawatiran tersendiri karena dengan efek merugikan memungkinkan transpot mikroplastik ke dalan organ biota akuatik (Sul and Costa, 2014).

Toksisitas mikroplastik terjadi dengan suatu mekanisme interaksi fisik antara partikel dan organisme (Scherer *et al.,* 2018). Efek yang ditumbulkan dari interaksi ini adalah peradangan dan gangguan dengan keseimbangan energi yang disebabkan oleh serapan partikel ke dalam usus, sehingga membatasi serapan makanan (Sul and Costa, 2014). Efek mikroplastik pada organisme yang telah ditinjau melalui beberapa sumber pustaka menemukan efek toksik mikroplastik dapat terjadi dalam bentuk penyumbatan pada sistem pencernaan, pengurangan penyerapan nutrisi (Wright *et al.,* 2013).

2.5 Integrasi Keilmuan

Tugas *Khalifah* yang dibebankan pada manusia memberikan konsekuensi berupa kewajiban untuk senantiasa mengelola dan menjaga alam sekitar. Alam secara harfiah memiliki mekanisme dalam memperbaiki diri, sistem ini dikenal dengan *self purification*. Akan tetapi, perubahan alam yang berlebihan dapat menyebabkan proses ini terganggu. Oleh karenanya manusia dituntuk untuk senantiasa menjaga alam dan bertanggung jawab atas tindakannya. Terdapat larangan dalam Al-Qur'an terkait merusak alam dalam (Q.S: Al-A'raf [7]: 56).

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

Artinya*: "Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik."*

Mufasir banyak menafsirkan kata kerusakan sebagai perilaku manusia yang tidak mengindahkan perintah serta larangannya. Pembuangan sampah pada bantaran sungai, pembakaran lahan dan penggundulan hutan termasuk perbuatan merusak bumi. Problem sampah juga termasuk dalam kerusakan yang memiliki dampak jangka panjang salah satunya kontaminasi mikroplastik dari fragmentasi plastik yang berada di lingkungan kerusakan juga diartikan sebagai perilaku yang merusak pergaulan, jasmani, rohani dan merusak lingkungan (kemenag, 2021).

Segala bentuk perbuatan merusak baik memperparah kerusakan atau, ekploitasi alama sehingga terjadi keruskan termasuk perbuatan yang dilaran (Shihab, 2006). Bentuk kerusakan alam jangka panjang dapat ditumbulkan dari

pembuangan sampah plastik pada lingkungan yang menyebabkan penyebabran mikroplastik (Purba, 2018). Terkait perbuatan *fasad* juga dijelaskan dalam Tafsir Al-Misbah. Tindakan fasad termasuk perbuatan yang melampaui batas. Lingkuungan memiliki kemampuan untuk memperbaiki diri, merusak alam yang telah diperbaiki merupaka tindakan yang lebih buruk (Shihab, 2007).

Hubungan antara manusia dengan penciptanya diwujudkan dalam konsep *muamalah ma'allah* dimana manusia sebagai hamba diberikan tugas untuk menjadi khalifah di bumi. *Khalifah* , merupakan fungsi untuk memakmurkan bumi ini sebaik-baiknya sesuai dengan kehendak Ilahi (Hasan, 2017). Dengan tugas sebagai pengelola bumi, manusia diharuskan menjaga bumi sebagai bentuk ketaatan pada perintah Allah Swt.

Hubungan antara manusia dengan manusia diatur dalam *muamalah ma'annas*. Hal tersebut diwujudkan dalam tindakan terkait dengan penyelesaian masalah lingkungan, dan mengajarkan kita bahwa hubungan moral yang paling mendasar tidak hanya tanggung jawab antara manusia, tetapi juga alam dan lingkungan. (Setyabudi, 2020). Mikroplastik dari sampah plastik yang terdegradasi disebabkan perbuatan manusia dan memiliki dampak yang dirasakan oleh banyak orang. Sehingga membuang sampah pada tempatnya dan meminimalisis kontaminasi mikroplastik merupakan tindakan *muamalah ma'annas.*

Islam tidak hanya mengajarkan *muamalah ma'allah* atau hubungan yang harmonis dengan Tuhan, dan *muamalah ma'an nas* atau menjaga hubungan baik dengan manusia, tetapi juga menjangkau dimensi ekologis dengan ajaran *muamalah ma'al alam* yaitu menjaga hubungan baik dengan lingkungan dan alam

semesta. Konsep ini juga harus diterapkan dalam menjaga lingkungan perairan. Konsep ini memberikan tanggung jawab moral yang paling mendasar tidak hanya tanggung jawab antara manusia, tetapi juga alam dan lingkungan. Perspektif ini tentunya meniadakan egosentrisme dan antroposentrisme, sebuah perspektif ekologis yang hanya menekankan pada satu aktor saja, yaitu sisi manusia itu sendiri (Setyabudi, 2020).

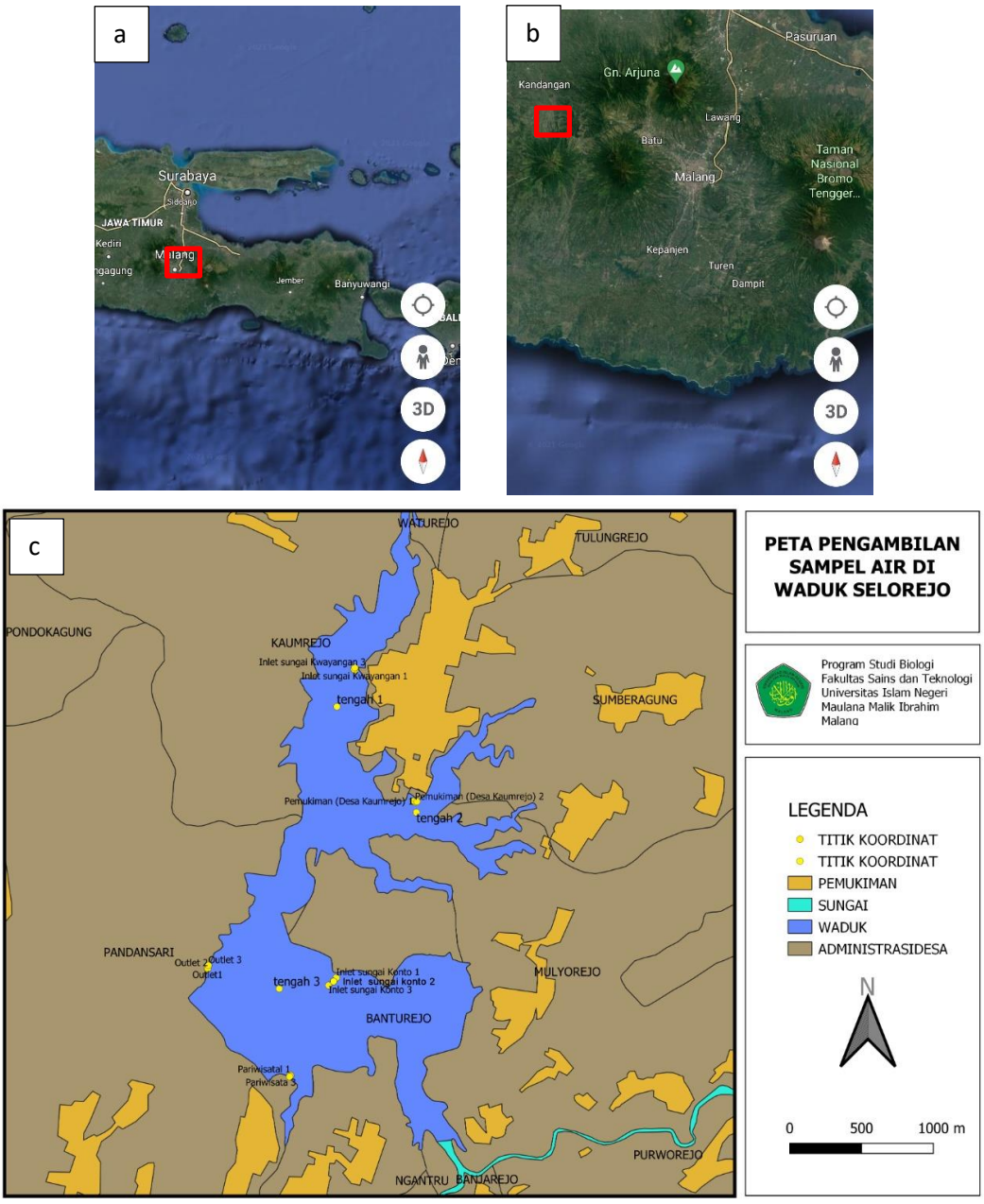
BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Selanjutnya hasil penelitian akan akan dipaparkan secara deskriptif mencakup ukuran, jenis dan warna mikroplastik, sedangkan analisis kuantitatif mencakup kelimpahan mikroplastik di masing masing stasiun. Pada penelitian ini dilakukan 3 kali pengulangan di setiap stasiun.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2021. Pengambilan sampel air dilakukan di Waduk Selorejo lalu dilanjutkan dengan pengujian mikroplastik di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. *Inlet* Kwayangan merupakan daerah masuknya air dari Sungai Kwayangan dan biasa digunakan untuk menjala ikan, stasiun Desa Kaumrejo merukana wilayah yang bersinggungan langsung dengan kegiatan masyarakat. Stasiun *Inlet* konto merupakan tempat masuknya air ke waduk dari Sungai Konto, stasiun wisata merupakan daerah yang digunakan sebagai tempat bersandar kapal wisata, stasiun *Midlet* merupakan daerah tengah waduk yang digunakan untuk mencari ikan menggunakan jaring, dan stasiun *outlet* merupakan daerah yang yang jauh dari kegiatan masyarakat. Titik pengambilan sampel ditunjukan pada (Gambar 3.1)



Gambar 3.1. Lokasi pengambilan sampel air. (a) peta Jawa Timur (Google earth) (b) Peta Kabupaten Malang (Google earth) (c) **Titik pengambilan sampel**, *Inlet* Sungai Kwayangan (stasiun 1), pemukiman (Desa Kaumrejo) (stasiun 2), *Inlet* Sungai Konto (stasiun 3), daerah wisata (Stasiun 4), *midlet* (Stasiun 5), dan *outlet* (stasiun 6). (Dokumentasi pribadi)

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Beberapa alat yang dibutuhkan adalah corong, alumunium foil, botol sampel, mikroskop monokuler, gelas beaker 500 ml, corong, sarung tangan

labolatoriun, jarung pengambil mikroplastik, cawan petri, ember, water bath, kertas saring nylon, gelas ukur, plankton net, alumunium foil, GPS, dan *water sampler*, mikroskp stereo SMZ 1500, dan kain filter nylon tipe T165 mesh 420.

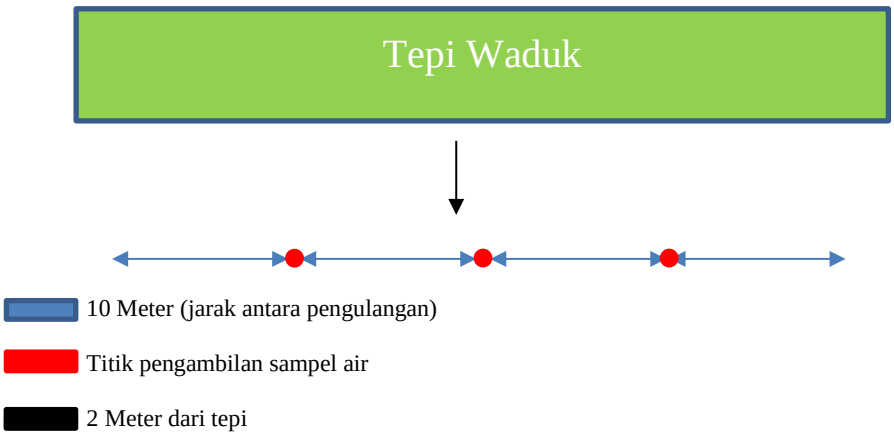
3.3.2 Bahan

Bahan dalam penelitian ini adalah H_2O_2 30 %, H_2SO_4 20 % dan sampel air dari masing masing stasiun di Waduk Selorejo.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* (Akbar dkk., 2020). Pengambilan sampel dilakukan dengan 3 kali ulangan setiap stasiun. Pengambilan sampel air dilakukan pada jarak 2 meter dari tepi waduk (Gambar 3.2). Pengambilan sampel air menggunakan alat bantu berupa *plankton net* (mesh ukuran 0,4 mm), *water sampler* dan ember. Menurut Hidalgo *et al.* (2012) volume air yang diambil dari masing masing stasiun adalah 100 liter pada permukaan air sampai kedalaman 1 meter pada setiap ulangannya. Selanjutnya sampel air yang telah disaring dari setiap stasiun dimasukan pada botol berbeda yang diberi tanda untuk selanjutnya dilakukan uji mikroplastik di labolatorium.



Gambar 3.2 Jarak antar pengulangan pengambilan sampel

3.4.2 Uji Sampel Air

Langkah awal uji mikroplastik pada sampel air dilakukan dengan menyaring sampel air dengan kain nylon ukuran, hasil saringan kemudian dimasukan pada botol kaca untuk kemudian ditambahkan dengan H_2O_2 30 % (Ayuingtyas dkk., 2019) dan H_2SO_4 20 % sebanyak 30:20 ml (Kapo dkk., 2020), sampel kemudian didiamkan selama 24 jam (Ayuingtyas dkk., 2019) dengan suhu ruang dan ditutup alumunium foil. Selanjutnya sampel dipanaskan selama 30 menit dengan suhu 60 °C menggunakan *water bath.* selanjutnya dilakukan penyaringan pada sampel air dan kemudian dibilas aquades. Sampel kemudian dimasukan pada cawan petri guna identifikasi dengan mikroskop. Mikroskop yang digunakan dalam pengamatan menggunakan perbesaran 4—7 kali.

3.6 Analisis Data

Menurut Ayuingtyas (2019) kelimpahan mikroplastik pada setiap stasiun dihitung dengan rumus:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik ke-i (Partikel)}}{\text{Volume Air Tersaring } (m^{3})}$$

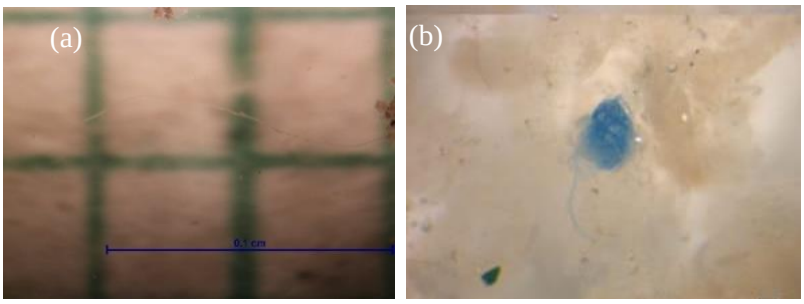
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tipe Mikroplastik yang ditemukan pada Waduk Selorejo

Analisis mikroplastik dilakukan secara visual dengan bantuan mikroskop Nikon SMZ 1500. Hasil identifikasi selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan beberapa tipe seperti, filamen (tipis, transparan dan dari partikel silinder), fiber (tipis lurus), fragmen (memiliki bentuk asimetris), butiran (bentuk bulat), dan foam (partikel ringan berteksur spons) (Karamil *et al.*, 2017). Hasil identifikasi mikroplastik pada perairan Waduk Selorejo menemukan beberapa tipe mikroplastik yaitu, fiber, fragmen, dan filamen.

4.1.1 Tipe Filamen

Mikroplastik ditemukan dengan tipe beragam pada masing masing stasiun. Hasil identifikasi mikroplastik pada sampel air menemukan salah satu tipe mikroplastik yaitu filamen. Mikroplastik filamen yang ditemukan memiliki karakter tipis transparan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Karamil *et al*, (2017) filamen memiliki karakt tipis dan transparan. Filamen yang ditemukan memiliki bentuk seperti serat. Hal ini didukung oleh pendapat Widinarko dan Hantoro (2018) yang menyatakan bahwa mikroplastik jenis filamen digolongkan mikroplastik memiliki bentuk seperti serat serat. Mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini ditunjukan dalam (Gambar 4.1).



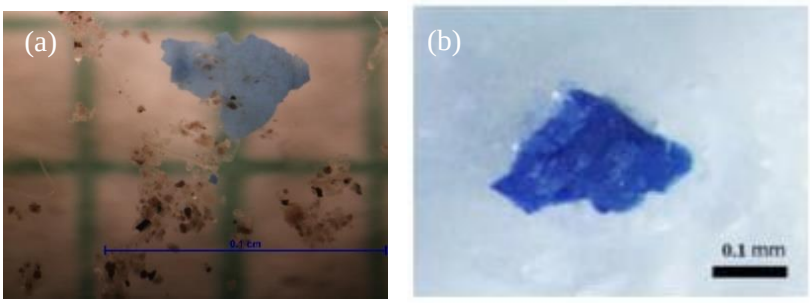
Gambar 4.1 Tipe mikroplastik filamen pada perairan Waduk Selorejo. (a) filamen (perbesaran 5 x) (Dokumentasi pribadi) **Tipe mikroplastik** (b) filamen (Frias *et al.*, 2020)

Ditemukannya mikroplastik tipe filamen diduga karena pada lokasi pengambilan sampel air digunakan sebagai tempat aktivitas penangkapan ikan dengan jaring. Berdasarkan pernyataan dari Dewi dkk. (2015) adanya tipe filamen di perairan berasal dari jaring ikan maupun maupun tali yang digunakan oleh nelayan. Hal tersebut juga terjadi di Waduk Selorejo, pada lokasi pengambilan sampel ditemukan beberapa tumpukan sampah yang mengapung di permukaan air. Selain itu, ditemukan juga kegiatan mencari ikan dengan alat bantu berupa jaring. Ciri paling umum dari filamen adalah warnanya yang transparan. Mikroplastik berwana transparan juga merupakan identifikasi awal dari jenis polimer *polypropylene* (PP). Polimer PP adalah salah satu polimer yang sering ditemukan di perairan (Pedrotti, 2014).

4.1.2 Tipe Fragmen

Mikroplastik tipe fragmen ditemukan pada setiap stasiun penelitian. Adanya tipe fragmen yang ditemukan pada sampel air diduga hasil dari fragmentasi sampah botol-botol plastik yang ditemukan mengapung di permukaan perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Purba (2018), awal terbentuknya fragmen berasal dari fragmentasi botol, toples, mika, map dan potongan paralon.

Tipe fragmen yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki karakteristik asimetris, kaku, dan menyerupai pecahan dari plastik. Hal tersebut selaras dengan pendapat Tobing (2020), jenis fragmen bentuknya kaku, tebal, bentuknya tidak beraturan, dan memiliki berbagai warna yang berbeda. Hal ini juga didukung pendapat Tanaka and takada, (2016) mikroplastik fragmen memiliki bentuk asimetris. Mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan pada penelitian memililiki warna merah dan biru. Hal ini didukung oleh pendapat Wu *et al*. (2018) mikroplastik memiliki beberapa warna dinataranya, merah, jingga, kuning, hitam, biru, nila, ungu, hijau, cokelat, dan transparan. Mikroplastik yang ditemukan penelitian ini ditunjukan dalam (Gambar 4.2).

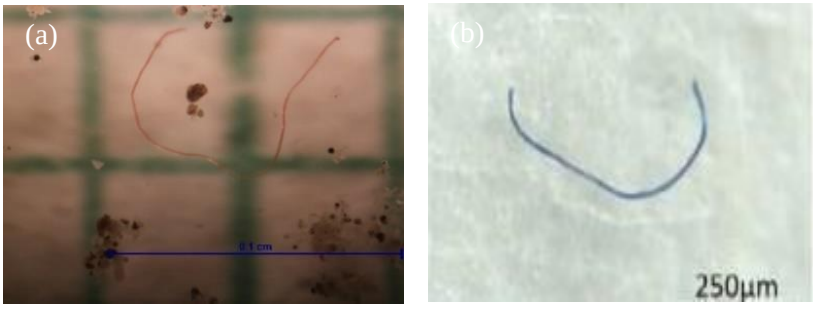


Gambar 4.2 Tipe mikroplastik fragmen pada perairan Waduk Selorejo. (a) fragmen (perbesaran 5 x) (Dokumentasi pribadi) **Tipe mikroplastik** (b) fragmen (Chamchoy and Yeemin 2021)

4.1.3 Tipe Fiber

Mikroplastik tipe fiber ditemukan pada penelitian ini degan bentuk seperti benang. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidalgo *et al*, (2012) karakteristik mikroplastik fiber berupa bentukan benang tipis. Mikroplastik tipe fiber dapat berasal dari jaring ikan,tali dan kain sintes (Dewi dkk., 2015). Mikroplastik fiber yang ditemukan memiliki bentuk tipis memanjang. Hal ini sesuai dengan pendapat (Zeng, 2018) penampakan morfologi mikroplastik fiber memiliki bentuk

memanjang akibat fragmentasi monofilament jaring ikan maupun tali. Mikroplastik tipe fiber yang ditemukan dalam penelitian ini ditunjukan dalam (Gambar 4.3).

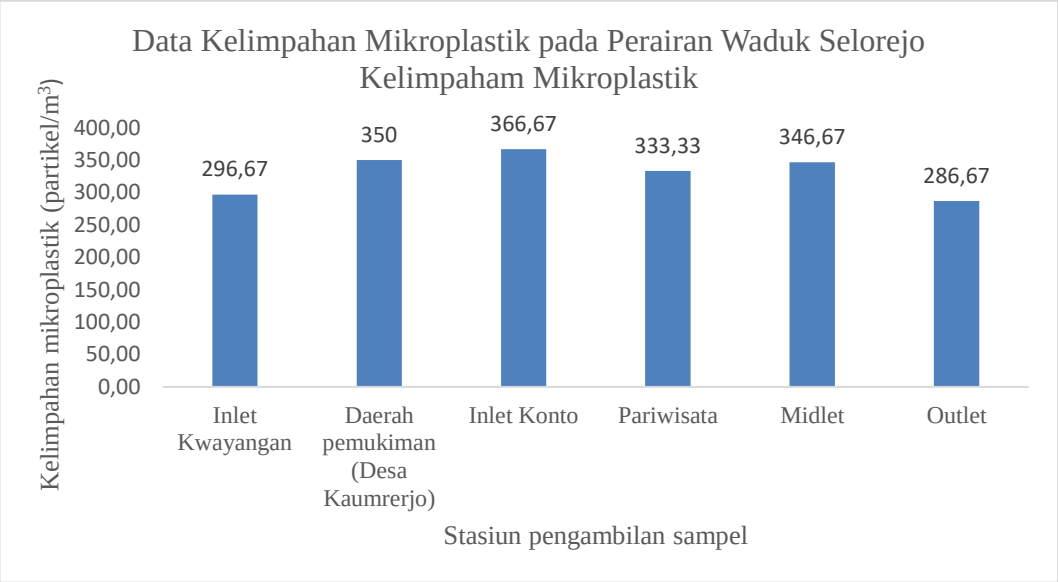


Gambar 4.3 Tipe mikroplastik fiber pada perairan Waduk Selorejo. (a) fiber (perbesaran 5 x) (Dokumentasi pribadi) **Tipe mikroplastik** (b) fiber (Abbasi *et al*., 2018)

Selain itu, menurut Nor and Obbard (2014) mikroplastik fiber juga berasal dari degradasi tali kapal yang terurai masuk ke perairan dan terakumulasi dalam tubuh biota maupun air. Hal tersebut juga terjadi di Waduk selorejo yang biasa digunakan nelayan untuk mencari ikan dengan alat bantu jarring. Mikroplastik tipe fiber yang ditemukan diduga berasal dari jaring tangkap yang digunakan pada perairan Waduk Selorejo. Fiber merupakan jenis ukurannya pendek atau panjang dan warna yang beragam (Tobing, 2020). Tipe fiber yang ditemukan dalam penelitian ini didominasi oleh warna pekat. Mikroplastik dengan warna pekat dapat digunakan sebagai identifikasi awal dari polimer *polyethylene* yang memiliki massa jenis rendah sehingga banyak terdapat di permukaan perairan (Kershaw and Rochman 2015).

4.2 Kelimpahan Mikroplastik Waduk Selorejo

Kelimpahan mikroplastik didapatkan dari 6 stasiun berbeda. Stasiun tersebut meliputi bagian *Inlet* Sungai Kwayangan (stasiun 1), daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) (stasiun 2), *Inlet* Sungai Konto (stasiun 3), daerah wisata (stasiun 4), daerah *midlet* (stasiun 5), dan daerah *outlet* (stasiun 6). Berdasarkan hasil analisis kelimpahan mikroplastik pada masing masing stasiun, kelimpahan mikroplastik paling tinggi berturut turut ditemukan di bagian *Inlet* Sungai Konto dengan kelimpahan 366,67 partikel/m^3, daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) dengan kelimpahan 350 partikel/m^3, daerah *midlet* dengan kelimpahan 346,67 partikel/m^3, daerah wisata dengan kelimpahan 333,33 partikel/m^3, *Inlet* Sungai Kwayangan dengan kelimpahan 296,67 partikel/m^3, dan daerah *outlet* dengan kelimpahan 286,67 partikel/m^3 (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Kelimpahan Mikroplastik pada Stasiun Penelitian di Waduk Selorejo (Partikel/m^3)

Sumber mikroplastik merupakan hasil fragmentasi plastik lebih besar dari alat tangkap ikan, peralatan budidaya, serat baju yang terbawa oleh sungai, run

off, dan terakumulasi pada suatu perairan (Law and Thomson, 2014). Selain masukan dari darat, banyaknya mikroplastik disebabkan karena fragmentasi kapal (Gawert *et al.*, 2017). Hal tersebut juga terjadi pada perairan Waduk Selorejo. Pada daerah ini secara kasat mata dapat ditemukan sampah yang mengapung pada sebagian permukaan air ataupun pada badan waduk. Selain itu, waduk ini digunakan nelayan untuk mencari ikan menggunakan jaring.

4.2.1 Stasiun 1 (*Inlet* Sungai Kwayangan)

Wilayah stasiun kwayangan biasa digunakan masyarakat untuk mencari ikan dengan jala. Selain digunakan sebagai tempat mencari ikan, wilayah ini juga digunakan sebagai tempat menjaring udang. Kelimpaham mikroplastik pada *Inlet* Kwayangan sejumlah 296,67 partikel/m^3.

Alat-alat tangkap ikan diduga sebagai sumber mikroplastik pada stasiun ini. Hal ini sesuai dengan pendapat Mauludy dkk. (2019) fiber dapat berasal dari aktifitas perikanan dalam bentuk degradasi jaring untuk menangkap ikan. Selain itu, Browne *et al.* (2011) menyebutkan bahwa distribusi mikroplastik fiber juga dipengaruhi oleh kegiatan penangkapan ikan yang berasal dari alat tangkap yaitu tali pancing dan jaring yang terdegradasi.

Tingginya jumlah mikroplastik tipe fragmen di sampel air diduga disebabkan oleh sampah kemasan plastik yang terapung di Waduk Selorejo. Hal ini sesuai pendapat Wicaksono (2018), mikroplastik fragmen umumnya berasal dari sisa plastik yang digunakan dalam produk konsumen, seperti bekas botol-botol minuman, sisa-sisa toples yang terbuang, map mika, kepingan galon dan potongan-potongan kecil pipa paralon.

4.2.2 Stasiun 2 Daerah Pemukiman (Desa Kaumrejo)

Stasiun Kaumrejo merupakan wilayah yang langsung bersinggungan dengan penduduk. Selain itu, ditemukan juga kegiatan masyarak seperti penggunaan perahu dan beberapa petak tambak yang dikelola masyarakat. Kelimpahan mikroplastik pada stasiun Desa Kaumrejo sejumlah 350 partikel/m^3.

Kelimpahan mikroplastik pada stasiun ini mengalami peningkatan dibandingkan stasiun 1 (*Inlet* Kwayangan). Kegiatan masyarakat yang lebih banyak diduga menjadi penyebab bertambahnya kelimpahan mikroplastik pada daerah ini. Hal ini sesuai pendapat Nugroho (2018) yang menyatakan bahwa banyaknya jumlah mikroplastik yang ditemukan diduga karena pengaruh dari aktivitas yang terjadi di wilayah perairan berupa timbunan sampah-sampah plastik terdiri dari kantong plastik, kemasan makanan, perlengkapan mandi, dan jala nelayan. Hal tersebut juga terjadi di stasiun Desa Kaumrejo, stasiun ini merupakan wilayah yang bersinggungan erat dengan masyarakat dengan ditemukan banyak kegiatan masayarakat pada tempat ini. Kegiatan tersebut diataranya, wilayah pemancingan, tempat bersandar perahu perahu nelayan, dan keramba apung.

Keberadaan fiber dapat dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia (Zhao *et al.*, 2018) karena fiber umumnya bersumber dari pakaian atau tali (Claessens *et al.*, 2011). Selain itu, fiber juga dapat berasal dari aktifitas perikanan dalam bentuk degradasi jaring untuk menangkap ikan (Mauludy dkk., 2019). Khususnya pada daerah stasiun Desa Kaumrejo, pada sebagian besar daerahnya juga ditemukan tambak ikan yang diduga sebagai salah satu penyebab ditemukannya mikroplastik pada daerah ini.

Pembuangan limbah rumah tangga seperti bekas cucian baju juga berdampak besar pada kelimpahan mikroplastik jenis fiber. Menurut Mauludy dkk. (2019) jenis fiber paling dominan ditemukan dan berasal dari benang pakaian. Daerah Desa Kaumrejo merupakan daerah yang langsung bersinggungan dengan masyarakat, terdapat saluran saluran hasil limbah rumah tangga yang lansung mengarah pada perairan Waduk Selorejo.

4.2.3 Stasiun 3 (*Inlet* Sungai Konto)

Inlet sungai Konto memiliki kelimpahan mikroplastik terbanyak dibandingkan stasiun lain dengan jumlah kelimpahan 366,67 partikel/m^3. Selain itu, hasil survei lapang menemukan kegiatan nelayan yang sedang mencari ikan menggunakan jaring. Kegiatan tersebut diduga menyebabkan ditemukaanya beberapa tipe mikroplastik pada daerah ini.

Inlet Konto merupakan darah penghubung dua sungai yaitu, konto dan pijal. Gabungan dari dua sungai ini diduga menjadi penyebab mikroplastik ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan stasiun lain dikarenakan lebih sering bersinggungan dengan kegiatan manusia. Hal tersebut juga terlihat dari hasil survei lapangan yang menemukan sampah pada badan waduk yang berserakan. Hal ini sesuai dengn pendapat Zhao *et al.* (2018), kelimpahan mikroplastik erat kaitannya dengan aktifitas manusia.

Hasil identifikasi mikroplastik menunjukkan mikroplastik tipe fiber ditemukan paling banyak. Partikel mikroplastik tipe fiber yang ditemukan memiliki bentuk yang memanjang seperti serat dan memiliki beberapa warna. Menurut Ayuningtiyas (2019) fiber berbentuk tipis dan panjang seperti serat sintetis. Selain itu menurut Browne *et al.* (2008) menjelaskan fiber berasal dari

serat pakaian karena kegiatan mencuci baju yang dapat mendegradasi serat pakaian. Kelimpahan mikroplastik erat kaitannya dengan aktifitas manusia. Hal ini sesuai pendapat Zhao *et al.* (2018) keberadaan fiber dapat dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia. Pada penelitian ini, mikroplastik ditemukan paling banyak pada stasiun Inlet Konto.

Mikroplastik tipe fragmen ditemukan terbanyak kedua pada stasiun ini. Mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan memiliki bentuk tidak beraturan dan memiliki warna yang mencolok. Mikroplastik tipe fragmen berasal dari pecahan-pecahan plastik besar yang terdegradasi menjadi mikroplastik. Fragmen yang ditemukan memiliki tekstur kaku dan memiliki bentuk yang asimetri. Menurut Hastuti (2014), fragmen merupakan mikroplastik yang terbentuk dari produk plastik yang memiliki polimer yang sangat kuat.

Mikroplastik tipe filamen ditemukan terbanyak ketiga di stasiun ini. Mikroplastik tipe filamen yang ditemukan memiliki bentuk bening dan tipis. Filamen berasal dari degradasi alat tangkap ikan yang digunakan nelayan. Hal ini diperkauat oleh pernyataan Widinarko dan Hantoro (2018) yang menyatakan bahwa mikroplastik jenis filamen juga digolongkan mikroplastik jenis serat, tetapi berbeda bentuknya dengan jenis fiber yang seperti benang.

4.2.4 Stasiun 4 (Daerah Wisata)

Mikroplastik pada stasiun wisata memiliki perbedaan tidak terlalu jauh dengan stasiun *midlet*. Kelimpahan mikroplasik pada stasiun wisata sejumlah 333,33 partikel/m^3. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada stasiun ini adalah fiber, fragmen, dan filamen

Mikroplastik tipe fiber masih mendominasi pada stasiun ini. Namun, mikroplastik tipe fragmen ditemukan lebih banyak pada stasiun wisata dibandingkan *midlet*. Hal ini diduga akibat tempat wisata yang digunakan sebagai daerah bersandar perahu wisata dan sebagian perahu operasional PJT (Perusahaan Umum Jasa Tirta). Selain itu, sampah berupa plastik botol bekas juga diduga menjadi penyebab ditemukannya mikroplastik jenis fragmen pada daerah ini. Hal ini sesuai pendapat Dewi dkk. (2015) tipe fragmen dapat berasal dari potongan plastik besar yang telah terdegradasi sehingga membentuk pecahan-pecahan yang berukuran kecil.

Tipe fiber mendominasi mikroplastik yang ditemukan pada stasiun ini, sementara mikroplastik tipe filamen dan fragmen kelimpahannya lebih sedikit dibanding fiber yang ditemukan pada sampel air. Perbedaan bentuk, massa, karakteristik, dan asal jenis mikroplastik menjadi salah satu penyebab perbedaan kelimpahan ketiga jenis mikroplasik tersebut (Hasibuan dkk., 2021). Selain itu, distribusi mikroplastik fiber juga dipengaruhi oleh kegiatan penangkapan ikan yang berasal dari alat tangkap yaitu tali pancing dan jaring yang terdegradasi (Browne *et al.,* 2011). Sumber mikroplastik bertipe fiber diduga berasal dari kain sintesis, nelayan dan tangkap nelayan sepeti jaring ikan dan tali pancing (Ayuingtyas dkk., 2019). Kaitannya dengan dominansi jenis fiber pada setiap stasiun di Waduk Selorejo, beberapa penelitian lain juga menyimpulkan fiber sebagai mikroplastik yang mendominasi pada perairan perairan tersebut. Penelitian tersebut diantaranya, di sepanjang pantai Eropa (Lots *et al.,* 2017), di Laut Bohai dan Laut Kuning, China (Zhao *et al.,* 2018) dan di Laut Belgia (Claessens *et al.,* 2011).

Sumber mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan diduga berasal dari botol-botol yang terbuang di badang waduk. Hal ini sesuai pendapat Suriyanto (2020), botol minuman, sisa-sisa toples yang terbuang, bungkus nasi, kemasan makanan cepat saji dan buangan sampah perkantoran, diduga mikroplastik tipe fragmen berasal dari aktifitas antropogenik tersebut. Mikroplastik jenis fragmen adalah mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Cole *et al.*, 2011; Dewi dkk., 2015).

4.2.5 Stasiun 5 (Daerah *Midlet*)

Pengambilan sampel stasiun *midlet* dilakukan pada tiga tempat berbeda yaitu pada *midlet* waduk utama, *midlet* stasiun Desa Kaumrejo, dan *midlet* stasiun *inlet* kwayangan. Kelimpahan pada stasiun ini sejumlah 346,67 partikel/m^3. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada stasiun ini adalah fiber, fragmen dan filamen.

Mikroplastik pada stasiun *midlet* didominasi oleh mikroplastik fiber. Hal ini diduga mikroplastik tipe fiber dapat berasal dari proses fragmentasi dari serat kain pakaian atau fragmentasi dari jaring nelayan sekitar sekitar perairan waduk. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nor dan Obbard (2014) bahwa mikroplastik fiber berasal dari degradasi tali kapal yang terurai masuk ke perairan dan terakumulasi dalam tubuh biota maupun air.

Pengambilan sampel pada permukaan air diguga menjadi penyebab mikroplastik tipe fiber lebih banyak ditemukan dibantingkan tipe mikroplastik lainnya. Hal ini terkait densitas yang dimiliki mikroplastik fiber. Mikroplastik jenis fiber memiliki kelimpahan paling banyak pada perhitungan secara keseluruhan pada masing masing stasiun, bentuk ukuran yang tipis menyebabkan

mikroplastik ini mengapung pada daerah permukaan. Dengan demikian dimungkinkan untuk fiber ditemukan paling melimpah pada masing masing stasiun. Hal ini sesuai dengan pendapat (Kershaw and Rochman 2015) fiber memiliki bentuk dan ukuran yang tipis menyebabkan fiber sering ditemukan mengapung di permukaan air.

Tipe mikroplastik kedua terbanyak yang ditemukan adalah filamen. Mikroplatik tipe filamen yang ditemukan memiliki karakteristik seperti benang dengan warna transparan. Selanjutnya mikroplastik jenis fragmen yang ditemukan di perairan *midlet* Waduk Selorejo mikroplastik jenis ini berasal dari fragmentasi botol plastik yang mengalami penguraian dan berubah menjadi pecahan-pecahan plastik yang berukuran mikro, mikroplastik fagmen memiliki produk asal plastik dengan polimer kuat (Mauludy dkk., 2019). Seperti mikroplastik sekunder yang lain, mikroplastik fragmen dihasilkan dari potongan plastik. Menurut Purba (2018) awal terbentuknya fragmen berasal dari potongan sampah botol, toples, mika, map dan potongan paralon.

4.2.6 Stasiun 6 (Daerah *Outlet*)

Hasil penelitian menunjukan bahwa sampel air yang diambil sasiun *outlet* Waduk Selorejo mengandung mikroplastik. Kelimpaham mikroplastik pada stasiun ini sejumlah 286,67 partikel/m^3. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada stasiun ini adalah fiber, fragmen, dan filamen.

Mikroplastik yang ditemukan yaitu fragmen dengan berbentuk pecahan atau remahan, filamen berbentuk tipis memanjang, dan fiber berbentuk memanjang berwarna seperti serat. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Ayuingtyas (2019) bahwa fragment merupakan pecahan dari plastik yang

berukuran lebih besar. Fiber berbentuk tipis panjang seperti serat sintetis dan mikroplastik yang ditemukan tidak dapat diidentifikasi sebagai fiber, pellet, film ataupun stryrofoam, maka dapat di identifikasi sebagai fragmen.

Bagian *outlet* merupakan badan waduk yang jauh dari wilayah pemukiman. meskipun demikian, mikroplastik masih dapat ditemukan khususnya mikroplastik tipe fragmen. Hal ini diduga disebabkan aktifias nelayan yang menggunakan jaring sebagai alat tangkap ikan. Selain itu, bagian *outlet* juga merupakan akumulasi air dari segala penjuru Waduk Selorejo, hal ini memungkinkan mikroplastik terkumpul pada daerah ini. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ayuingtyas (2019) menyebutkan bahwa arus yang kuat diduga akan lebih mudah membawa partikel mikroplastik yang ada di perairan berpindah ke tempat lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho (2018) yang menyatakan bahwa banyaknya jumlah mikroplastik yang ditemukan diduga karena pengaruh dari aktivitas yang terjadi di wilayah perairan dapat terlihat timbunan sampah-sampah plastik terdiri dari kantong plastik, kemasan makanan, perlengkapan mandi, pembuangan sampah plastik secara langsung serta aktifitas nelayan menjala dan memancing.

Oulet mejadi daerah dengan kelimpahan mikroplastik terendah dibangdingkan dengan stasiun lainnya. Pada daerah ini ditemukan *trash boom* guna menyaring sampah apabila sampai pada daerah ini. Selain itu, pada daerah sekitar *outlet* jarang ditemukan kegiatan nelayan yang mencari ikan dengan jaring. Hal ini dikarenkan wilayah ini steril dari kegiatan masyarakat. Menurut Zhao *et al.* (2018) kelimpahan mikroplastik erat kaitannya dengan aktifitas manusia.

Kondisi demikian diduga menyebabkan mikroplastik pada stasiun ini memiliki kelimpahan terendah dibandingkan dengan stasiun lainnya.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di perairan Waduk Selorejo, kecamatan ngantang, kabupaten malang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada perairan Waduk Selorejo diantaranya, fiber, fragmen, dan filamen.
2. Kelimpahan mikroplastik tertinggi berturut turut berada di *Inlet* Konto dengan kelimpahan 366,67 partikel/m^3, daerah pemukiman (Desa Kaumrejo) dengan kelimpahan 350 partikel/m^3, *midlet* dengan kelimpahan 346,67 partikel/m^3, daerah wisata dengan kelimpahan 333,33 partikel/m^3, *Inlet* Kwayangan dengan kelimpahan 296,67 partikel/m^3, dan daerah *outlet* dengan kelimpahan 286,67 partikel/m^3.

5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan pengambilan sampel pada bagian tengah perairan di setiap stasiun.
2. Perlu dilakukan uji lanjut FT-IR untuk menguji kevalidan mikroplastik yang ditemukan yang diamati.
3. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan pengambilan sampel air yang lebih banyak.
4. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan pengukuran partikel mikroplastik yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

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

Akbar, R. R. R., Melani, W. R., & Apriadi, T. (2020). Indeks Pencemaran Muara Sungai Jodoh, Kota Batam. *Journal of Marine Research*, *9*(2), 119-130.

Al-Bakri, Ahmad Abdurraziq, Tafsir Al-Thabari. Terj. Ahsan Askan 2007. Jakarta: Pustaka Azzam.

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, *62*(8), 1596-1605.

Anifah, E. M., Sholikah, U., & Rini, I. D. W. S. (2020). Pelatihan Daur Ulang Sampah Plastik Menjadi Produk Ekonomis Bagi Masyarakat Karang Joang Balikpapan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat ITK (PIKAT)*, *1*(1), 27-32.

Ayuingtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research), 3(1), 41-45.

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

Cesa, S., Turra, A., & Baruque, J. 2017. Synthetic fibers as microplastics in the marine environment: a review from textile perspective with a focus on domestic washings. *Science of the total environment*, 598, 1116-1129.

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

Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., & Janssen, C. R. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine pollution bulletin*, 62(10), 2199-2204.

Cole, M. Lindeque, P.Halsband, C. & Galloway, T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, *62*(12), 2588-2597.

Costa, J. P.Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. A. 2017. Microplastics–occurrence, fate and behaviour in the environment. In *Comprehensive analytical chemistry* (75) 1-24

Debroas, D., Mone, A., & Ter Halle, A. (2017). Plastics in the North Atlantic garbage patch: a boat-microbe for hitchhikers and plastic degraders. Science of the total environment, 599, 1222-1232.

Dewi, I. S.Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 4(3).

do Sul, J. A. I., & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. Environmental pollution, 185, 352-364.

Duis, K., & Coors, A. 2016. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*, *28*(1), 1-25.

Farrell, P. & Nelson, K. 2013. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental pollution*, (177), 1-3.

Faure, F.Demars, C. Wieser, O. Kunz, M. & De Alencastro, L. F. 2015. Plastic pollution in Swiss surface waters: nature and concentrations, interaction with pollutants. *Environmental chemistry*, *12*(5), 582-591.

Firdaus, N. R., Rahmawati, R., & Riyandi, R. 2019. Skrining Bakteri Berpotensi Pendegradasi Polietilen Oxo-Degradable Dari Tanah Gambut Di Sekitar Tpa Kuala Dua Rasau Jaya. Protobiont, 8(3).

Frias, J., Nash, R., Pagter, E., O‘Connor, I. 2018. Standardised Protocol for Monitoring Microplastics in Sediments. JPI OCEANS BASEMAN Project.

Galgani, F. Hanke, G. Werner, S. L. & De Vrees, L. (2013). Marine litter within the European marine strategy framework directive. *ICES Journal of Marine Science*, *70*(6), 1055-1064.

Gasperi, J. Dris, R. Bonin, T. Rocher, V. & Tassin, B. 2014. Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. *Environmental pollution*, *195*, 163-166.

Hammer, J. Kraak, M. H. & Parsons, J. R. 2012. Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 1-44.

Hasan, Z. (2017). Manusia dalam Perspektif Fungsi Transendental. TADRIS: Jurnal Pendidikan Islam, 12(2), 257-271.

Hasibuan, A. J., Patria, M. P., & Nurdin, E. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air, Insang Dan Saluran Pencernaan Ikan Mujair *Oreochromis Mossambicus*.(Peters, 1852) di danau kenanga dan danau agathis, universitas indonesia, depok, jawa barat. *Prosiding snast*, 1-10.

Hastuti, A. R., Yulianda & Wardiatno (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, *4*(2), 94-107.

Hernandez, L. M. Yousefi, N. & Tufenkji, N. 2017. Are there nanoplastics in your personal care products?. *Environmental Science & Technology Letters*, *4*(7), 280-285.

Hidalgo-Ruz, V. Gutow, L. Thompson, R. C. & Thiel, M. 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental science & technology*, *46*(6), 3060-3075.

Horton, A. 2017. Microplastics in the Freshwater Environment. *A Review of Current Knowledge. FRR0027. Foundation for Water Research, Marlow, UK*.

https://quran.kemenag.go.id/sura/30/41 (diakses 30 Agustus 2021)

Imhof, H. K. Laforsch, C. Wiesheu, A. C. Schmid, J., Anger, P. M. Niessner, R. & Ivleva, N. P. 2016. Pigments and plastic in limnetic ecosystems: A qualitative and quantitative study on microparticles of different size classes. Water research, (98) 64-74.

Irmayani, I., & Syahril, S. (2020). Kebijakan Cukai Kantong Plastik Sebagai Dampak Eksternalitas Lingkungan. Jurnal Ekombis, 6(1).

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, *347*(6223), 768-771.

Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Galloway, T. S., & Salamatinia, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. Scientific Reports, 7(1), 1-11.

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*, *1*(1), 10-21.

Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Galloway, T. S., & Salamatinia, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. Scientific Reports, 7(1), 1-11.

Katsanou, K. Karapanagioti, H. K. & Kalavrouziotis, I. K. 2019. Plastics and microplastics in the human water cycle. *Microplastics in Water and Wastewater*, 1.

Kershaw, P. J., & Rochman, C. M. (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment. *Reports and Studies-IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) Eng No. 93*.

Klein, S. Dimzon, I. K. Eubeler, J. & Knepper, T. P. 2018. Analysis, occurrence, and degradation of microplastics in the aqueous environment. In *Freshwater microplastics* (pp. 51-67). Springer, Cham.

Koelmans, A. A. (2015). Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. A critical review. *Marine anthropogenic litter*, 309-324.

Kroon, J. Motti A & Miller, E. 2017. Recovering microplastics from marine samples: A review of current practices.

Lambert, S. & Wagner, M. (2018). Microplastics are contaminants of emerging concern in freshwater environments: an overview. Freshwater microplastics, 1-23.

Law, K. L., & Thompson, R. C. (2014). Microplastics in the seas. Science, 345(6193), 144-145.

Lechner, A.Keckeis, H. Lumesberger-Loisl, F. Zens, B.Krusch, R., Tritthart, M. & Schludermann, E. 2014. The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental pollution*, *188*, 177-181.

Li, J.Liu, H. & Chen, J. P. 2018. Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water research*, *137*, 362-374.

Lolodo, D., & Nugraha, W. A. (2019). Mikroplastik pada bulu babi dari rataan terumbu Pulau Gili Labak Sumenep. Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 12(2), 112-122.

Lots, F. A., Behrens, P., Vijver, M. G., Horton, A. A., & Bosker, T. (2017). A large-scale investigation of microplastic contamination: abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment. Marine pollution bulletin, 123(1-2), 219-226.

Mark, J. E. 2007. *Physical properties of polymers handbook*. New York: Springer.

Mauludy, M. S. Yunanto, A. & Yona, D. 2019. Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, *21*(2), 73-78.

Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 21(2), 73-78.

Moh. Quraish Shihab. 2006. Tafsir al-Mishbāh: pesan, kesan, dan keserasian al-Qur'an. Lentera Hati.

Moore, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental research*, *108*(2), 131-139.

Mourgkogiannis, N. Kalavrouziotis, I. K. & Karapanagioti, H. K. 2018. Questionnaire-based survey to managers of 101 wastewater treatment plants in Greece confirms their potential as plastic marine litter sources. *Marine pollution bulletin*, *133*, 822-827.

Nadiasa, M.Maya, D. W. & Norken, I. N. 2010. Analisis investasi pengembangan potensi pariwisata pada pembangunan Waduk Jehem Di Kabupaten Bangli. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipi*l.

Nor, N. H. M., & Obbard, J. P. (2014). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine pollution bulletin*, *79*(1-2), 278-283.

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

Pedrotti, M. L., Bruzaud, S., Dumontet, B., Elineau, A., Petit, S., Grohens, Y., ... & Gorsky, G. (2014). Plastic fragments on the surface of Mediterranean waters. In *CIESM Workshop Monograph* (pp. 115-123).

Phuong, N. N. Zalouk-Vergnoux, A.Poirier, L., Kamari, A. Châtel, A., Mouneyrac, C., & Lagarde, F. (2016). Is there any consistency between the microplastics found in the field and those used in laboratory experiments?. *Environmental pollution*, *211*, 111-123.

Purba, N. P. 2018. Sebaran spasial mikroplastik di sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat. *Jurnal Geomaritim Indonesia (Indonesian Journal of Geomaritime)*, *1*(1), 1.

Raza, A. 2018. Microplastics in freshwater systems: a review on its accumulation and effects on fishes.

Rodríguez-Seijo, A. & Pereira, R. 2017. Morphological and physical characterization of microplastics. In Comprehensive analytical chemistry (Vol. 75, pp. 49-66). Elsevier.

Sartain, M., Wessel, C., & Sparks, E. (2018). Microplastics Sampling and Processing Guidebook. *Mississippi State, MS, USA.*

Scherer, C. Alvarez-Muñoz, D, Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., & Reifferscheid, G. (2014). Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, *26*(1), 1-9.

Scherer, C. Weber, A. Lambert, S. & Wagner, M. (2018). Interactions of microplastics with freshwater biota. In *Freshwater microplastics* (pp. 153-180). Springer, Cham.

Setyabudi, M. N. P. (2020). Ecological Virtue: Articulating Tolerance as a Mutual-Respect Between Human Being and Environment. International Journal of Interreligious and Intercultural Studies, 3(1), 35-41.

Su, L. Xue, Y. Li, L. Yang, D. 2016. Microplastics in Taih u Lake. Chin Environ Pollut 216: 711–719.

Suriyanto, S., Amin, B., & Nedi, S. 2020. Distribution Of Microplastics In Sea Water On The West Coast Of Karimun Island, Kepulauan Riau Province. *Berkala Perikanan Terubuk*, *48*(3), 613-620.

Suryanto, A. M. 2011. Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *4*(2), 135-140.

Tanaka, K., Takada, H. 2016. Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. Scientific reports, Vol.6. 34351.

Tobing, S. J. B. L., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali. J Mar Res Technol, 3(2), 102.

Viršek, 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), e55161.

Wicaksono, K. B. (2018). *Mikroplastik pada Teripang Holothuria leucospilota (Brandt, 1835), Air, dan Sedimen di Pulau Rambut, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta* (Doctoral dissertation, University of Indonesia).

Widianarko, Y. B. & Hantoro, I. 2018. Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa.

Wright, L. Thompson, R. C. & Galloway, S. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental pollution*, *178*, 483-492.

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

Yuono, T. 2012. Evaluasi kinerja sistem irigasi Waduk Cengklik. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, *12*(16).

Zhang, H. Pap, S. Taggart, M. A. Boyd, K. G. James, N. A. & Gibb, S. W. 2020. A review of the potential utilisation of plastic waste as adsorbent for removal of hazardous priority contaminants from aqueous environments. Environmental Pollution, 258, 113698.

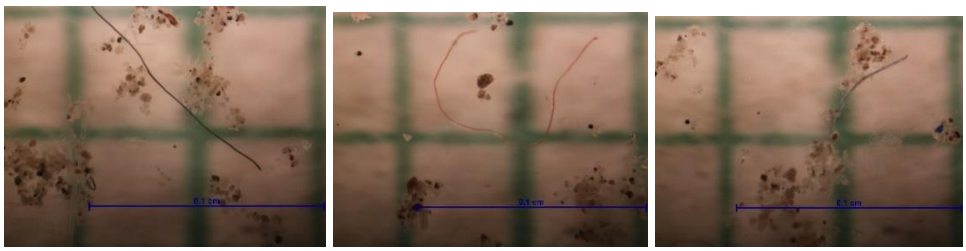
Zhang, H., Wang, J., Zhou, B., Zhou, Y., Dai, Z., Zhou, Q., ... & Luo, Y. (2018). Enhanced adsorption of oxytetracycline to weathered microplastic polystyrene: kinetics, isotherms and influencing factors. Environmental Pollution, 243, 1550-1557.

Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., ... & Wang, Q. (2018). Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. Science of the Total Environment, 640, 637-645.

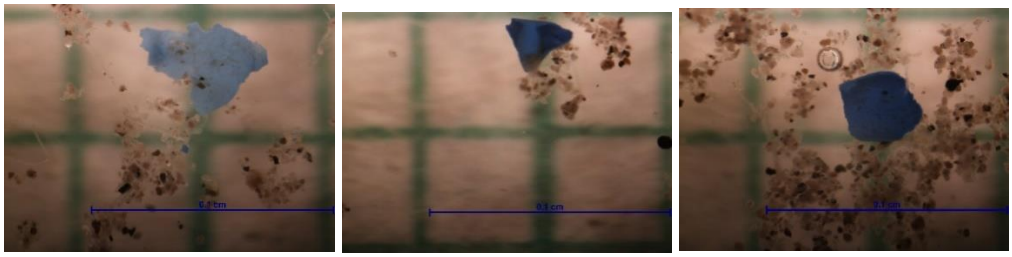
Lampiran 1. Pengenceran larutan

Pengenceran H_2SO_4	
M1 . V1 = M2 . V2 98% . x = 30% . 500 ml x = 15000 : 98 x = 153 ml, V1= 153 ml V2 = V1 + $V_{aquades}$ V2 – V1 = $V_{aquades}$ 500 ml -153 ml = $V_{aquades}$ 347 ml = $V_{aquades}$	

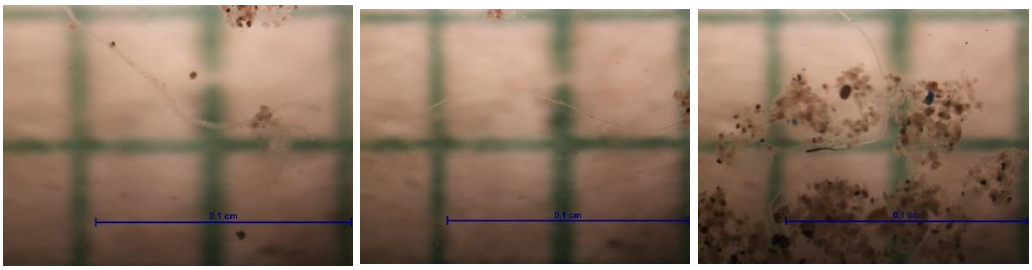
Lampiran 2. Mikroplastik pada Perairan Waduk Selorejo



Mikroplastik Tipe Fiber

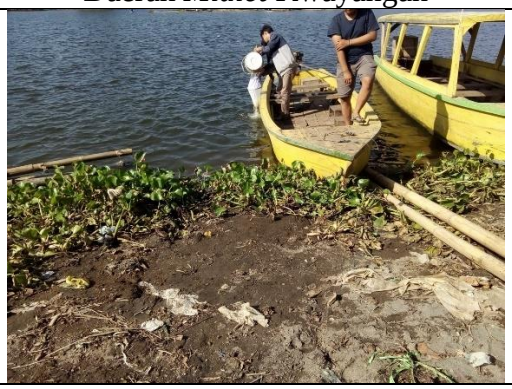


Mikroplastik Tipe Fragmen



Mikroplastik Tipe Filamen

Lampiran 3. Lokasi Pengambilan Sampel

Daerah *Outlet*	Daerah *Inlet* Sungai Konto
Daerah *Inlet* Kwayangan	Daerah *Midlet* Kwayangan
	
Daerah Wisata	Daerah Pemukiman (Kaumrejo)

Midlet Waduk Utama	*Midlet* Daerah Pemukiman (Kaumrejo)

Lampiran 3. Tahap Penelitian

Pengambilan sampel	Pembuatan larutan
Penyaringan sampel air	Penambahan larutan
Perendaman pada suhu 60	Pemindahan pada cawan petri

Identifikasi	

Lampiran 4. Data Kelimpahan Mikroplastik

Data Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Waduk Selorejo					
Stasiun	Ulangan			Jumlah	Kelimpahan
	1	2	3		
Daerah Pemukiman (Kaumrejo)	36	27	42	105	350
Inlet Konto	33	38	39	110	366,6666667
Inlet Kwayangan	38	22	29	89	296,6666667
Daerah *Outlet*	32	27	27	86	286,6666667
Daerah *Midlet*	30	31	43	104	346,6666667
Daerah Wisata	29	39	32	100	333,3333333

Lampiran 5. Titik Pengambilan Sampel

No	Stasiun	Lokasi	Ulangan	Koordinat	
				LS	BT
1	Stasiun 1	*Inlet* Sungai Kwayangan	1	$7^0$51.100'	$112^0$21.927'
			2	$7^0$51.096'	$112^0$21.925'
			3	$7^0$51.090'	$112^0$21.928'
2	Stasiun 2	Daerah Pemukiman (Kaumrejo)	1	$7^0$51.593'	$112^0$22.148'
			2	$7^0$51.596'	$112^0$22.154'
			3	$7^0$51.549'	$112^0$22.161'
3	Stasiun 3	*Inlet* Sungai Konto	1	$7^0$52.257'	$112^0$21.858'
			2	$7^0$52.260'	$112^0$21.861'
			3	$7^0$52.286'	$112^0$21.829'
4	Stasiun 4	Daerah Wisata	1	$7^0$52.623'	$112^0$21.685'
			2	$7^0$52.627'	$112^0$21.687'
			3	$7^0$52.630'	$112^0$21.682'
5	Stasiun 5	*Midlet* Waduk	1	$7^0$52.299'	$112^0$21.644'
			2	$7^0$51.635'	$112^0$22.159'
			3	$7^0$51.237'	$112^0$21.861'
6	Stasiun 6	Daerah *Outlet*	1	$7^0$52.225'	$112^0$21.374'
			2	$7^0$52.222'	$112^0$21.375'
			3	$7^0$52.211'	$112^0$21.378'

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 : Iqbal Fatkhul Akbar
NIM : 17620129
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/ 2022
Pembimbing : Bayu Agung Prahardika, M.Si
Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Peraiaran di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	16/2/2021	Pengajuan awal Penelitian di Sungai muharto,	
2.	3/3/2021	Pengajuan Proposal Penelitian	
3.	7/3/2021	Revisi BAB 1	
4.	3/4/2021	Revisi BAB 2 Terkait penambahan tinjauan pustaka Waduk Selorejo, Pembenahan kalimat tidak baku	
5.	10/4/2021	Revisi BAB 3	
6.	14/4/2021	Perbaikan Proposal secara keseluruhan dan pembenahan kalimat tidak baku	
7.	29/4/2021	Review BAB 1,2,3 terkait kesesuaian turnitin	
8.	1/5/2021	Cek Turnitin	
9.	3/5/2021	ACC proposal skripsi	
10.	24/10/2021	Bimbingan BAB 4-5 terkait olah data dan kaidah penulisan	
11	04/11/2021	Bimbingan BAB 4-5 revisi kaidah penulisan dan salah ketik	
12	18/11/2021	Revisi perbaikan peta penelitian	
13	01/11/2021	Koreksi keseluruhan naskah	
14	03/11/2020	ACC Skripsi	
15	23/12/2021	Koreksi pasca sidang	
16	24/12/2021	Acc pasca sidang	

Pembimbing Skripsi,

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

Malang, 27 Desember 2021
Ketua Program Studi,

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

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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Iqbal Fatkhul Akbar
NIM : 17620129
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 Peraiaran di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	3/3/202	Integrasi BAB I	
2.	11/3/2021	Revisi Integrasi BAB I	
3.	22/3/2021	Revisi BAB II	
4.	30/3/2021	Revisi Ingrasi BAB II	
5.	9/4/20201	Acc Proposal	
6.	1/11/2021	Konsultasi BAB 1—V	
7.	22/11/2021	Revisi BAB 1—V	
8.	1/12/2021	Konsultasi Abstrak	
9.	2/12/2021	Acc Skripsi	
10	23/12/2021	Konsultasi Naskah Skripsi Pasca Sidang	
11	24/12/2021	Acc Naskah Pasca Sidang	

Pembimbing Skripsi,

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

Malang, 27 Desember 2021
Ketua Program Studi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002

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 : **Iqbal Fatkhul Akbar**

NIM : **17620129**

Judul : **Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Peraiaran Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang**

No	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Maharani Retna Duhita, M.Sc.,PhD.Med.Sc	**16%**	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 197410182003122002