

**ANALISIS MIKROPLASTIK PADA SALURAN
PENCERNAAN, INSANG, DAN SISIK IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DI TAMBAK KADISOKA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program
Studi Biologi



Disusun oleh

Khoirunnisa Ichlasul Amal

21106040061

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-469/Un.02/DST/PP.00.9/03/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan, Insang, dan Sisik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak Kadisoka

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : KHOIRUNNISA ICHLASUL AMAL
Nomor Induk Mahasiswa : 21106040061
Telah diujikan pada : Rabu, 14 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A*

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Isma Kurniatanty, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 69a62b96187



Penguji I

Siti Aisah, S.Sa., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a62412b66



Penguji II

Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 69a6244ba69



Yogyakarta, 14 Januari 2026

UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 69a62d1c6e41

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Khoirunnisa Ichlasul Amal
NIM : 21106040061
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan, Insang, dan Sisik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak Kadisoka” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 Januari 2026


Khoirunnisa Ichlasul Amal
NIM. 21106040061

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp :

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Khoirunnisa Ichlasul Amal
NIM : 21106040061

Judul Skripsi : Analisis Mikroplastik pada Saluran Pencernaan, Insang, dan Sisik Ikan Nila di Tambak Kadisoka

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 08 Januari 2026

Pembimbing

Dr. Isma Kurniatanty, S.Si., M.Si.

NIP. 19791026 200604 2 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

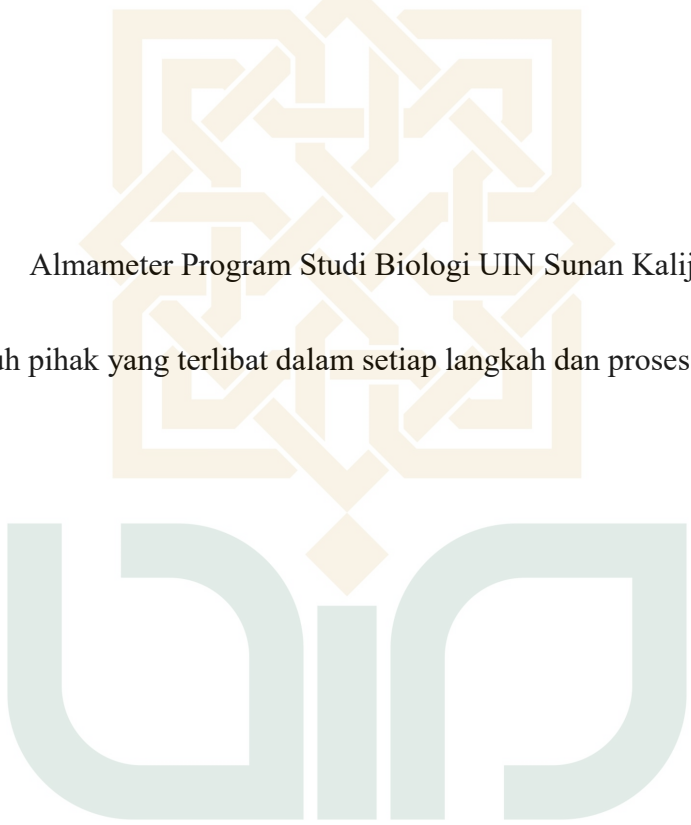
HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT., skripsi ini penulis

persembahkan kepada:

Almameter Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga

Dan seluruh pihak yang terlibat dalam setiap langkah dan proses yang saya jalani



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

You're on your own, kid



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **”Analisis Mikroplastik pada Organ Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak Padukuhan Kadisoka”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusunan sripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, beserta seluruh jajarannya.
2. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, M. Si., selaku Ketua Program Studi Biologi sekaligus dosen pembimbing akademik.
3. Ibu Dr. Isma Kurniatanty, M. Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi dengan penuh kesabaran selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
4. Ibu Siti Aisah, S.Si., M.Si., dan Ibu Najda Rifqiyanti, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
6. Pihak laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas dan bantuan selama proses penelitian berlangsung.

7. Kedua orang tua tercinta yang selalu membrrikan kasih sayang, doa, dan dukungan tiada henti. Tak lupa untuk Adik yang juga turut memberikan perhatian, semangat serta menemani proses penyusunan skripsi ini.
8. Masyarakat dan petani tambak di Padukuhan Kadisoka yang telah memberikan izin serta membantu penulis selama proses pengambilan sampel penelitian.
9. Orang-orang terkasih yang senantiasa memberikan dukungan moral kepada penulis, yaitu:
 - a. Haerani Juanola Matondang, Ridya Nur Hanifa, dan Febrina Rahma Kusumaningrum, sahabat penulis sejak masa sekolah hingga saat ini.
 - b. Fatkhiya Rahmawati, teman seperkuliahan yang telah kebersamai penulis selama masa studi.
10. Teman-teman seperjuangan Program Studi Biologi serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
11. Diri penulis sendiri, Khoirunnisa Ichlasul Amal, atas keteguhan, kesabaran, dan keberanian untuk terus bertahan dan melangkah hingga tahap ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang biologi lingkungan dan kajian pencemaran mikroplastik.

Yogyakarta, 6 Januari 2025

Penulis

Khoirunnisa Ichlasul Amal

Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan, Insang, dan Sisik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak Kadisoka

Khoirunnisa Ichlasul Amal

21106040061

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang saat ini menjadi salah satu pencemar utama di ekosistem perairan dan berpotensi terakumulasi dalam tubuh organisme akuatik, termasuk ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan mikroplastik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) berdasarkan kategori ukuran tubuh serta distribusinya pada organ saluran pencernaan, insang, dan sisik. Penelitian dilakukan pada ikan nila berasal dari tambak Padukuhan Kadisoka, Kalasan, Sleman. Sampel ikan dikelompokkan ke dalam tiga kategori ukuran tubuh, yaitu <15cm, 15-20 cm, dan >20cm. Analisis mikroplastik dilakukan melalui tahapan destruksi bahan organik, penyaringan, dan identifikasi secara visual menggunakan mikroskop stereo. Data kelimpahan mikroplastik dianalisis secara deskriptif dan statistik untuk mengetahui perbedaan kelimpahan antar kategori panjang tubuh dan antar bagian tubuh ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan pada seluruh organ yang diamati dengan variasi kelimpahan pada setiap kategori ukuran tubuh. Rata-rata kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada ikan berukuran sedang (15-20cm), diikuti oleh ikan berukuran besar dan kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan panjang tubuh ikan tidak selalu diikuti oleh perbedaan kelimpahan mikroplastik, sehingga akumulasi mikroplastik pada ikan nila diduga lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan sumber paparan di ekosistem tambak.

Kata Kunci: mikroplastik, *Oreochromis niloticus*, saluran pencernaan, tambak, ukuran tubuh

Microplastic Contamination in the Digestive Tract, Gills, and Scales of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Cultured in Kadisoka Ponds

Khoirunnisa Ichlasul Amal

21106040061

ABSTRACT

Microplastics are plastic particles smaller than 5 mm that have become one of the major pollutants in aquatic ecosystems and have the potential to accumulate in aquatic organisms, including fish. This study aimed to analyze the abundance of microplastics in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) based on body length categories and their distribution in specific body parts, namely the digestive tract, gills, and scales. The study was conducted on Nile tilapia collected from aquaculture ponds located in Padukuhan Kadisoka, Kalasan, Sleman. Fish samples were grouped into three body length categories, namely <15 cm, 15–20 cm, and >20 cm. Microplastic analysis was carried out through organic matter digestion, filtration, and visual identification using a stereo microscope. Microplastic abundance data were analyzed descriptively to illustrate differences in abundance among body length categories and among fish body parts. The results showed that microplastics were detected in all examined body parts, with varying levels of abundance across body length categories. The highest average microplastic abundance was found in medium-sized fish (15–20 cm), followed by large- and small-sized fish. These findings indicate that differences in fish body length are not necessarily accompanied by differences in microplastic abundance, suggesting that microplastic accumulation in Nile tilapia is more strongly influenced by environmental factors and sources of exposure within the pond ecosystem.

Keywords: body size, digestive tract, fish pond, microplastics, *Oreochromis niloticus*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Padukuan Kadisoka	7
B. Mikroplastik	8
C. Tambak sebagai Habitat Ikan	10

D. Ikan Nila	13
E. Ekosistem Perairan Terbuka, Tertutup, dan Semi-Terbuka	15
F. Organ Target: Saluran Pencernaan, Insang, dan Sisik	19
G. Metode Deteksi Mikroplastik	21
H. Penelitian Sebelumnya	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Alat dan Bahan	26
C. Prosedur Kerja	27
D. Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Deskripsi Wilayah Lokasi Sampling	36
B. Karakteristik Morfometri Ikan Nila	37
C. Karakteristik Mikroplastik pada Setiap Organ	39
D. Kelimpahan Mikroplastik Antar Organ	57
BAB V KESIMPULAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	69
<i>CURRICULUM VITAE</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Morfometri Sampel Ikan Nila	37
--	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mikroplastik dalam penelitian ini diklasifikasikan berdasarkan bentuk morfologinya.	10
Gambar 2. Morfologi ikan nila ditunjukkan melalui parameter pengukuran tubuh.....	28
Gambar 3. Grafik distribusi mikroplastik fiber pada tubuh ikan	40
Gambar 4. Grafik distribusi mikroplastik fragmen pada tubuh ikan	43
Gambar 5. Grafik distribusi mikroplastik film pada tubuh ikan	46
Gambar 6. Mikroplastik yang ditemukan di saluran pencernaan ikan nila diklasifikasikan berdasarkan bentuknya.	49
Gambar 7. Komposisi ukuran mikroplastik pada bagian tubuh ikan	50
Gambar 8. Grafik menunjukkan persentase warna mikroplastik pada organ ikan berdasarkan kategori ukuran tubuh.	55
Gambar 9. Grafik perbedaan kelimpahan mikroplastik	57

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jumlah Mikroplastik Tiap Ikan	70
Lampiran 2. Dokumentasi	71



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik merupakan material sintetis yang saat ini banyak digunakan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Sifatnya yang relatif murah, ringan, dan memiliki daya tahan tinggi menjadikan plastik sebagai pilihan utama dalam berbagai sektor industri untuk menekan biaya produksi. Tingginya tingkat penggunaan tersebut menyebabkan plastik menyumbang lebih dari setengah total limbah padat di dunia. Limbah plastik yang sulit terurai di lingkungan akan terakumulasi dan mengalami proses degradasi secara bertahap, hingga akhirnya terpecah menjadi partikel berukuran sangat kecil yang dikenal sebagai mikroplastik (Ashuri *et al.*, 2023).

Mikroplastik adalah partikel plastik kecil yang berukuran kurang dari 5 milimeter. Partikel ini berasal dari berbagai sumber, seperti produk perawatan pribadi, serat pakaian, serta hasil degradasi plastik yang lebih besar (Mariano *et al.*, 2021). Ukurannya yang sangat kecil menyebabkan mikroplastik sulit terdeteksi secara visual di lingkungan perairan, namun keberadaannya dapat tersebar luas dan bertahan dalam jangka waktu lama. Berdasarkan sumber pembentukannya, mikroplastik diklasifikasikan menjadi mikroplastik primer, yaitu partikel yang sejak awal diproduksi dalam ukuran kecil seperti *microbeads* dan mikroplastik sekunder yang berasal dari fragmentasi plastik berukuran besar akibat paparan lingkungan (Dewi, 2022).

Keberadaan mikroplastik menjadi ancaman serius bagi ekosistem air tawar. Mikroplastik dapat mengganggu rantai makanan melalui organisme seperti plankton, ikan kecil, dan invertebrata, yang kemudian memengaruhi predator di tingkat trofik lebih tinggi. Konsumsi mikroplastik dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran pencernaan, menurunkan kemampuan penyerapan nutrisi, serta menimbulkan dampak fisiologis yang pada akhirnya berpotensi menyebabkan kondisi kelaparan (Dewi, 2022). Selain itu, beberapa jenis plastik mengandung senyawa berbahaya seperti ftalat dan bisfenol A (BPA) yang bersifat sebagai pengganggu endokrin. Senyawa ini dapat meniru atau menghambat fungsi hormon alami seperti estrogen dan testosteron yang berperan penting dalam proses pertumbuhan dan reproduksi organisme akuatik (Mardiyana & Kristiningsih, 2020; Yusuf & Effendi, 2024).

Tambak Kadisoka merupakan salah satu kawasan budidaya ikan air tawar yang memiliki potensi produksi cukup tinggi di wilayah Kalasan, Sleman. Sebagai kawasan budidaya ikan, area ini berpotensi mengalami kontaminasi mikroplastik yang berasal dari aliran permukaan, penggunaan peralatan budidaya berbahan plastik, serta residu pakan yang dapat menjadi tempat menempel dan akumulasi mikroplastik di lingkungan tambak (Wicaksana & Firmani, 2025). Selain itu, aliran air yang membawa limbah rumah tangga di sekitar lokasi juga berpotensi menambah jumlah mikroplastik di lingkungan tambak. Kawasan ini sebelumnya juga pernah terdampak pencemaran dari keberadaan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar di sekitarnya. Meskipun TPS tersebut telah ditutup sejak tahun 2015, sisa-sisa limbah plastiknya masih

berpotensi terbawa ke tambak melalui aliran air hujan atau limpasan permukaan.

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas utama budidaya ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia, termasuk wilayah Kadisoka. Spesies ini dikenal memiliki daya adaptasi yang tinggi, pertumbuhan yang cepat, serta bernilai ekonomi tinggi. Sifat omnivornya dan kebiasaannya mencari makan dengan menyaring partikel di dasar serta permukaan air menjadikan ikan nila sangat rentan terhadap paparan mikroplastik di lingkungannya. Karena alasan tersebut, ikan nila sering digunakan sebagai bioindikator untuk mendeteksi keberadaan mikroplastik di perairan air tawar.

Ukuran tubuh ikan dipertimbangkan sebagai salah satu variabel penting dalam kajian mikroplastik karena berkaitan dengan perbedaan fase pertumbuhan dan durasi paparan terhadap partikel mikroplastik di lingkungan perairan. Variasi panjang tubuh ikan mencerminkan perbedaan usia relatif, aktivitas makan, serta kebutuhan energi yang dapat mempengaruhi peluang tertelannya mikroplastik. Ikan berukuran lebih besar umumnya memiliki rentang waktu hidup dan interaksi dengan lingkungan yang lebih lama, sehingga secara teoritis berpotensi mengalami akumulasi mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan ikan berukuran kecil. Namun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara ukuran tubuh ikan dan kelimpahan mikroplastik tidak selalu bersifat linier (Gad & Midway, 2022). Oleh karena itu, analisis berdasarkan kategori ukuran (panjang tubuh) diperlukan untuk

memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola akumulasi mikroplastik pada ikan nila di ekosistem tambak.

Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada analisis mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan, mengingat organ tersebut merupakan jalur utama masuknya partikel ke dalam tubuh. Namun, beberapa studi terkini menunjukkan bahwa mikroplastik juga dapat ditemukan pada organ lain seperti insang dan sisik. Insang berperan sebagai organ respirasi yang berinteraksi langsung dengan air, sehingga berpotensi menangkap partikel mikroplastik yang tersuspensi (Aliyansyah & Holil, 2024). Sementara itu, sisik sebagai pelindung tubuh bagian luar juga memungkinkan adanya mikroplastik yang menempel secara eksternal akibat kontak langsung dengan lingkungan. Analisis mikroplastik pada organ saluran pencernaan, insang, dan sisik diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai tingkat kontaminasi dan distribusi mikroplastik dalam tubuh ikan.

Mikroplastik dapat dianalisis secara langsung pada media air, pendekatan tersebut umumnya hanya menggambarkan kondisi perairan pada saat pengambilan sampel dan bersifat fluktuatif. Analisis mikroplastik pada organisme akuatik, khususnya ikan, mampu merepresentasikan paparan mikroplastik secara kumulatif dalam rentang waktu tertentu (Yona *et al.*, 2020). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai organisme yang hidup menetap di tambak dan memiliki kebiasaan makan yang beragam berpotensi mengakumulasi mikroplastik dari air, sedimen, dan pakan. Berdasarkan

pertimbangan ini, penelitian ini memfokuskan analisis mikroplastik pada tubuh ikan nila sebagai indikator biologis paparan di ekosistem tambak.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mikroplastik (bentuk, ukuran, dan warna) pada saluran pencernaan, insang, dan sisik ikan nila berdasarkan kategori ukuran tubuh?
2. Bagaimana perbandingan kelimpahan mikroplastik pada setiap organ ikan nila berdasarkan kategori ukuran tubuh?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis karakteristik mikroplastik yang meliputi bentuk, ukuran, serta warna pada saluran pencernaan, insang, dan sisik ikan nila berdasarkan kategori ukuran tubuh.
2. Membandingkan kelimpahan mikroplastik pada setiap organ ikan nila (saluran pencernaan, insang, dan sisik) berdasarkan kategori ukuran tubuh.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan data ilmiah terkait pencemaran mikroplastik pada tambak, yang dapat dijadikan dasar bagi pengelolaan tambak secara berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini juga

diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan dampak mikroplastik



BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai mikroplastik pada ikan nila yang diambil dari lokasi tambak yang sama, dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik mikroplastik pada saluran pencernaan, insang, dan sisik ikan nila berdasarkan kategori ukuran tubuh menunjukkan bahwa bentuk yang dominan pada ikan kecil, sedang, dan besar adalah fiber dan fragmen, sedangkan film ditemukan dalam proporsi lebih rendah. Ukuran partikel yang ditemukan bervariasi pada setiap kategori tubuh, dengan kecenderungan partikel berukuran kecil lebih banyak dijumpai pada seluruh organ. Warna mikroplastik juga beragam pada ketiga kategori ukuran tubuh, namun warna transparan dan gelap (hitam atau biru) lebih sering terdeteksi dibandingkan warna lainnya. Distribusi bentuk, ukuran, dan warna relatif konsisten pada semua kategori ukuran tubuh, meskipun persentase masing-masing karakteristik berbeda antar kategori.
2. Perbandingan kelimpahan mikroplastik menunjukkan bahwa organ internal memiliki nilai kepadatan (partikel/g) lebih tinggi dibandingkan organ eksternal pada semua kategori ukuran tubuh. Ikan berukuran kecil menunjukkan nilai kelimpahan relatif lebih tinggi dibandingkan ikan sedang dan besar setelah dilakukan normalisasi berdasarkan berat organ. Perbedaan

tersebut mencerminkan variasi kepadatan mikroplastik secara proporsional terhadap massa organ, bukan semata-mata jumlah absolut partikel. Secara keseluruhan, terdapat perbedaan distribusi dan kelimpahan mikroplastik antar organ dan kategori ukuran tubuh ikan nila.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan lokasi pengambilan sampel, tidak hanya terbatas pada satu lokasi tambak, sehingga dapat dilakukan perbandingan tingkat kelimpahan dan karakteristik mikroplastik antar lokasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Selain itu, penelitian lanjutan dapat menambahkan parameter kualitas perairan, seperti suhu, pH, dan kandungan bahan organik, untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap keberadaan mikroplastik.
2. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik menggunakan metode lanjutan seperti FTIR atau Raman spectroscopy, sehingga sumber mikroplastik dapat diketahui secara lebih spesifik dan akurat.
3. Pengkajian dampak biologis mikroplastik pada ikan nila perlu dilakukan lebih lanjut, seperti pengaruhnya terhadap kondisi histologis organ, pertumbuhan, atau kesehatan fisiologis ikan, guna memahami risiko ekologis dan biologis dari paparan mikroplastik secara lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Akhter, N., & Panhwar, S. K. (2022). *Baseline Study of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Commercial Species Inhabiting in the Coastal Waters of Karachi, Sindh, Pakistan*. 9(March), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.855386>
- Al-Fatih, A. N. F. (2022). Identifikasi Mikroplastik Pada Sistem Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 237–244. <https://doi.org/10.58954/epj.v1i3.63>
- Aliyansyah, G., & Holil, K. (2024). Identifikasi Mikroplastik Pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dari Tambak Tradisional Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 17(2), 395–405. <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v17i2.33861>
- Ariyanto, D. (2002). Analisis Keragaman Bentuk Tubuh Ikan Nila Strain Gift Pada Tiga Tingkatan Umur Yang Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 1(0853–6384), 19–26.
- Aryani, D., Khalifa, M. A., Herjayanto, M., Solahudin, E. A., Rizki, E. M., Halwatiyah, W., Istiqomah, H., Maharani, S. H., Wahyudin, H., & Pratama, G. (2021). Penetration of Microplastics (Polyethylene) to Several Organs of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 715(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/715/1/012061>
- Ashuri, F. A. F., Ghitarina, & Abdunnur. (2023). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal di Pelelangan Ikan Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Aquarine*, 10(1), 1–6.
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., S, S. H. J., & Iranawati, F. (2019). Microplastic Abundance in Banyuurip Waters, Gresik, East Java. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41–45.
- Barboza, L. G. A., Vethaak, A. D., Lavorante, B. R. B. O., Lundebye, A.-K., & Gulhermino, L. (2018). *Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health*.
- Budin, M. A., Azmir, I. A., Ain, N., & Ibrahim, A. (2024). *Morphological Variation Assessment on Male and Female Tilapia, Oreochromis niloticus From Two Fish Farms in Negeri Sembilan, Malaysia*. Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-536-2>
- De-la-Torre, G. E. (2020). Microplastics: an emerging threat to food security and human health. *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 1601–1608. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04138-1>

- Dewi, N. M. N. B. S. (2022). Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan. *Jurnal Sosial Sains Dan Teknologi*, 2(2), 239–250.
- Dewi, S. C., & Saptarini, D. (2023). *Karakteristik Mikroplastik pada Ikan Kakatua Anglu (Chlorurus sordidus) dan Ikan Kurisi Sirip Pucat (Nemipterus thosaporni) di Perairan Teluk Jakarta*. 16(3), 268–280.
- Fadlali, R., Rahayu, N. L., & Zaenuri, M. (2025). *Identifikasi komposisi dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan di Sungai Banjarn Kabupaten Banyumas*. 1, 67–73. <https://doi.org/10.29103/aa.v1i1.13583>
- Gad, A. K., & Midway, S. R. (2022). *Relationship of Microplastics to Body Size for Two Estuarine Fishes*. 211–220.
- Gresi, G., Panjaitan, M., Yudha Perwira, I., Putu, N., & Wijayanti, P. (2021). Profil Kandungan dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) yang Didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Curr.Trends Aq. Sci. IV*, 121(2), 116–121.
- Handayani, T. A., Nurfitrihi, W. S., Fuziyanti, A., Rizkika, V., & Ismayati, I. (2024). *Karakteristik Morfologi Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Pada Pengelolaan Budidaya Ikan Di Kampung Buah Jakung Kabupaten Serang*. 11, 29–36.
- Hidayati, N. V., Hotijah, S., Hudawi, M. N., Andriyono, S., Sanjayasari, D., Hastuti, D. W. B., & Hendrayana, H. (2023). Kontaminasi Mikroplastik pada Ikan Kiper (*Scatophagus argus*) dari Laguna Segara Anakan, Cilacap. *Rekayasa*, 16(3), 283–294. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i3.19543>
- Horton, A. A., Jürgens, M. D., Lahive, E., van Bodegom, P. M., & Vijver, M. G. (2018). The influence of exposure and physiology on microplastic ingestion by the freshwater fish *Rutilus rutilus* (roach) in the River Thames, UK. *Environmental Pollution*, 236, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.044>
- Institute, S. (2019). Guide to Microplastics Identification: A Comprehensive Methods Guide For Microplastics Identification and Quantification In The Laboratory. *Shaw Institute*, 14. http://sfyl.ifas.ufl.edu/media/sfylifasufledu/flagler/sea-grant/pdf-files/microplastics/MERI_Guide-to-Microplastic-Identification.pdf
- Joesidawati, M. I. (2018). Pencemaran Mikroplastik Di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban. *Prosiding SNasPPM*, 3(1), 8–15. <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM/article/view/135>
- Kalcikova, G. (2023). *Beyond ingestion : Adhesion of microplastics to aquatic organisms*. 258(October 2022). <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106480>
- Labibah, W., & Triajie, H. (2020). Keberadaan Mikroplastik Pada Ikan Swanggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Pesisir Brondong,

- Kabupaten Lamongan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 351–358. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8563>
- Laila, Q. N., Purnomo, P. W., & Jati, O. E. (2020). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35. <https://doi.org/10.14710/jpl.2020.30524>
- Lestari, F. A., Masitah, Jailani, & Nasution, R. (2024). *Identifikasi Mikroplastik Pada Beberapa Jenis Ikan di Sungai Manggar Balikpapan Sebagai Daerah Penyangga IKN*. 7(02), 237–250.
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). *Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates*. June 2016, 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/c6ay02415g>
- Manke, J. I. A., Wenrui, X. U., Qin, L. I. U., Lijunjun, Z., Xiaotao, S. H. I., Hui, T. A. N., & Liming, L. I. U. (2024). *Microplastics in Freshwater Aquaculture Fishpond System in Yichang , China : The Occurrence , Characteristics and Potential Risks*. 29(5), 471–483. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1051/wujns/2024295471>
- Mardiyana, M., & Kristiningsih, A. (2020). Dampak Pencemaran Mikroplastik di Ekosistem Laut terhadap Zooplankton: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(1), 29–36. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i1.147>
- Mariano, S., Tacconi, S., Fidaleo, M., Rossi, M., & Dini, L. (2021). Micro and Nanoplastics Identification: Classic Methods and Innovative Detection Techniques. *Frontiers in Toxicology*, 3(February), 1–17. <https://doi.org/10.3389/ftox.2021.636640>
- Marliantari, S. (2022). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Sulawesi Selatan. *Environmental Pollution Journal*, 2(3), 519–526. <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.102>
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment. *NOAA Marine Debris Program National*, July, 1–31. https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/noaa_microplastics_methods_manual.pdf
- Maulana, F., Sudrajat, A. O., Permana, A., Mulyani, L., & Arfah, H. (2023). *Male sex ratio of red tilapia Oreochromis sp . after soaking in different concentrations of coconut milk at larvae stadia*. 22(2), 187–199. <https://doi.org/10.19027/jai.22.2.187-199>
- Murugan, P., Jeevanandham, G., & Sundramoorthy, A. K. (2022). *Identification, Interaction and Detection of Microplastics on Fish Scales (Lutjanus gibbus)*. 588–597. <https://doi.org/10.2174/1573411017999210112180054>
- Nasyrah, A. F. A., Nur, F., Mahfud, C. R., Noor, R. J., & Nur, M. (2024).

Pendampingan Water Quality Management Kelompok Pembudidaya Ikan Sipodalle' Kecamatan Tinambung Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Tambak Sulawesi Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 11(September), 679–687.

National Research and Innovation Agency (BRIN) Indonesian Limnology Society (MLI). (2023). 29(1).

Ngai, M. M. M., Toruan, L. N. L., & Tallo, I. (2024). *Jenis dan kelimpahan mikroplastik pada ikan kakap merah (Lutjanus malabaricus) di Perairan Teluk Kupang , Nusa Tenggara Timur*. 5(February), 11–20.

Niam, M. A., Herawati, V. E., Samidjan, I., & Windarto, S. (2022). Analisis Kesesuaian Lahan Tambak Bandeng Berdasarkan Aspek Produktivitas Primer Di Desa Tambak Bulusan, Karang Tengah, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(3), 306–314. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i3.44719>

Nouqih, A. W. (2022). Identifikasi keberadaan mikroplastik pada sedimen di sungai gajahwong yogyakarta. *Skripsi*.

Nugraha, S., Huriyah, S. B., & Mulyani, R. (2022). *Pengaruh Sistem Biofolk dan Penambahan Chlorella sp. Terhadap Kualitas Air Pada Pemeliharaan Larva Ikan Lele*. 17(1), 39–47.

Nur, H. M. (2021). *Budidaya Ikan Nila di Bantaran Sungai Mali-mali sebagai Peningkatan Produksi Ekonomi Masyarakat*.

Pan, Z., Zhang, C., Wang, S., Sun, D., Zhou, A., Xie, S., Xu, G., & Zou, J. (2021). *Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract and Gills of Fish from Guangdong , South China*.

Putra, A. F. R., Hertika, A. M. S., & Maimunah, Y. (2025). *Hubungan Kelimpahan Mikroplastik dengan Kerusakan Histopatologis pada Insang dan Usus Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) yang Dibudidayakan di Tambak di Probolinggo, Jawa Timur, Indonesia*. 20(1), 63–77.

Qi, Q., Yang, F., Sun, X., Lv, C., Shi, S., Ding, X., Zhao, L., & Zhang, C. (2025). *Path Analysis and Multiple Linear Regression Fitting Study on Body Weight and Visceral Organ Mass of Male and Female Ussuri Catfish (Pseudobagrus ussuriensis)*. 1–11.

Rais, A. H., Hariani, P. L., & Herpandi. (2024). Cemarkan Mikroplastik Pada Organ Pencernaan Ikan Baung (Hemibagrus nemurus) di Perairan Sungai Musi. *Jurnal Ruaya*, 12(2), 227–233.

Reddy, M. T., Sivaraj, N., Kamala, V., Pandravada, S. R., Sunil, N., & Dikshit, N. (2018). *Classification , Characterization and Comparison of Aquatic Ecosystems in the Landscape of Adilabad District , Telangana , Deccan Region , India*. 5, 1–111. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104459>

Ren, J., Li, Y., Wang, Y., Yang, H., & Buyong, bt F. (2025). *Microplastics in*

Different Tissues of Five Common Fishes from Yuehai Lake : Accumulation , Characterization , and Contamination Assessment. 27(5), 233–250.

- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V, Lam, R., Miller, J. T., Teh, F., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood : Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Nature Publishing Group, April*, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Rofiq, A. A., & Sari, I. K. (2022). Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan dan Insang Ikan di Sungai Brantas, Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 2(April), 263–272.
- Sari, I. P., & Khairul. (2022). *Aspek Biologi Ikan Kepar (Belontia hasselti Valenciennes, 1831)*. 5, 130–136.
- Sawalman, R., Zamani, N. P., Werorilangi, S., & Ismet, M. S. (2021). *Akumulasi Mikroplastik Pada Spesies Ikan Ekonomis Penting di Perairan Pulau Barranglompo, Makassar*. 13(August), 241–260.
- Shishitu, B., Tesfaye, G., & Atnafu, W. (2021). *Reproductive Biology of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) in Lake Chamo , Ethiopia*. 6(2), 17–28.
- Siegers, W. S., Prayitno, Y., & Sari, A. (2019). Pengaruh Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Nirwana (oreochromis sp.) Pada Tambak Payau. *The Journal of Fisheries Development*, 11, 95–104.
- Simbolon, L. L., Sudibyo, M., & Hanim, N. (2025). *The Identification of Microplastics in Gills and Digestive Tract in Tilapia Fish (Oreochromis mossambicus) in Lake Toba*. 11(2), 301–308. <https://doi.org/10.31289/biolink.v11i2.13963>
- Siti, M. (2021). Hukum Islam Terhadap Praktek Jual Beli Ikan Hasil Tambak (Studi Kasus Petani Tambak Banteng Putih Karanggeneng Lamongan). *Jurnal Meta-Yuridis*, 1, 31–53.
- Soleha, F. M., As'ari, H., & Ardiyansyah, F. (2025). *IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK SISIK IKAN LEMURU (Sardinella lemuru) DI TEMPAT PENDARATAN IKAN MUNCAR DAN PULAU SANTEN BANYUWANGI*. 8(3), 249–262.
- Sugiantari, I. A. P., K, A. A. S. A. S., & Wijana, I. M. S. (2022). *Kajian Struktur Histologi Hati , Insang dan Lambung Ikan Nila (Oreochromis niloticus) di Danau Batur , Bangli*. 7.
- Suwartiningsih, N., & Nafi'a, N. M. (2023). Mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan konsumsi dari Swalayan X Kabupaten Sleman Provinsi DIY. *Seminar Nasional VII*, 2030, 655–666.
- Takdir, Riskayanti, & Tuljannah, N. (2025). *Effect of Feeding Frequency on the Growth Rate of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus)*. 1(1), 15–21.

- Tobing, S. J. B., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 3(2), 102. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2020.v03.i02.p07>
- Tobing, S. J. B. L., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). *Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali*. 3(2), 102–107.
- Ullah, I., Chen, H., Wang, J., Kaiser, H., Basher, A. A., Li, J., & Zhu, X. (2025). *Impacts of Microplastics on the Early Life Stages of Fish: Sources , Mechanisms , Ecological Consequences , and Mitigation Strategies*. 1–38.
- Umidayati, U., Khaerudin, K., Dewi, I. J. P., Kusriyati, K., Indrayati, A., Lestari, S. W., Juarsa, J., & Kurman, K. (2021). Pelatihan Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif Di Desa Karang Anyar Provinsi Lampung. *Abdi Insani*, 8(3), 365–376. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v8i3.453>
- Utomo, E. A. T., & Muzaki, F. K. (2023). Bioakumulasi Mikroplastik Pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Keramba Jaring Apung Ranu Grati, Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 11(5). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i5.106895>
- Waruwu, J. C., & Harefa, M. (2025). *Analisis Pengamatan Ekosistem Perairan Tergenang*. 02, 159–164.
- Waryati, Rahayu, D. E., & Putri, R. H. W. P. (2023). Pengaruh Frekuensi Pemakaian dan Pencucian Galon Terhadap Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Olahan Damiu. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-17*, 9, 16–17.
- Werbowski, L. M., Gilbreath, A. N., Munno, K., Zhu, X., Grbic, J., Wu, T., Sutton, R., Sedlak, M. D., Deshpande, A. D., & Rochman, C. M. (2021). *Urban Stormwater Runoff: A Major Pathway for Anthropogenic Particles , Black Rubbery Fragments , and Other Types of Microplastics to Urban Receiving Waters*. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.1c00017>
- Wicaksana, M. P., & Firmani, U. (2025). *Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Tambak Budidaya Sistem Polikultur di Kecamatan Duduksampeyan Kabupaten Gresik*. 8, 653–660.
- Wicaksono, E. A. (2022). *Ancaman Pencemaran Mikroplastik dalam Kegiatan Akuakultur di Indonesia*. 5(June), 77–91.
- Wienardy, A. E., Fitriyah, F., & Syarifah, U. (2023). Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. *Biology Natural Resources Journal*, 2(2), 68–74. <https://doi.org/10.55719/binar.v2i2.693>
- Wijayanti, K. A. N., Murwantoko, & Istiqomah, I. (2021). *Struktur Komunitas Plankton pada Air Kolam Ikan Lele yang Berbeda Warna*. 5066. <https://doi.org/10.22146/jfs.62733>

- Yona, D., Di Prikah, F. A., & As'adi, M. A. (2020). Identifikasi dan Perbandingan Kelimpahan Sampah Plastik Berdasarkan Ukuran pada Sedimen di Beberapa Pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 375–383. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.375-383>
- Yona, D., Evitantri, M. R., Wardana, D. S., Pitaloka, D. A., Ningrum, D., Fuad, M. A. Z., Prananto, Y. P., Harlyan, L. I., & Isobe, A. (2022). *Microplastics in Organs of Commercial Marine Fishes from Five Fishing Ports in Java Island*, Indonesia. 27(September), 199–214. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.27.3.199-214>
- Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y., & Dharmawan, I. W. E. (2020). *Analisis Mikroplastik di Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Karang di Tiga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia: Kajian Awal*. August, 495–506.
- Yoswaty, D., Rifardi, Mubarak, & Elizal. (2023). *Pelatihan Pembuatan Nugget Ikan Nila Salin (Oreochromis niloticus) pada Mitra Ibu PKK di Kelurahan Pangkalan Sesai Kota Dumai*. 4(2), 13–20.
- Yudhantari, C. I., Hendrawan, I. G., & Ria Puspitha, N. L. P. (2019). Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (Sardinella Lemuru) Hasil Tangkapan di Selat Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 48. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2019.v02.i02.p10>
- Yusuf, M. A., & Effendi, R. (2024). *Evaluasi dampak pencemaran mikroplastik pada sistem budidaya perikanan: Strategi pengelolaan berkelanjutan*. 12(2), 92–101.