REKAYASA
Journal of Science and Technology
https://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa

Rekayasa, 2023; 16(3): 283-294
ISSN: 0216-9495 (Print)
ISSN: 2502-5325 (Online)

Kontaminasi Mikroplastik pada Ikan Kiper (*Scatophagus argus*) dari Laguna Segara Anakan, Cilacap

Nuning Vita Hidayati[1*], Siti Hotijah[1], Mohammad Nuh Hudawi[2], Sapto Andriyono[3], Dyahruri Sanjayasari[1], Dewi Wisudyanti Budi Hastuti[1], Hendrayana[1]
[1]Program Studi Magister Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Kampus Karangwangkal Purwokerto 53123 Jawa Tengah
[2]Stasiun Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (PSDKP) Kementerian Kelautan dan Perikanan
[3]Jurusan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
*nuning.hidayati@unsoed.ac.id
DOI: https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i3.19543

Abstrak

Mikroplastik merupakan bahan pencemar yang menjadi perhatian besar saat ini. Keberadaan mikroplastik pada ikan dari beberapa lingkungan laut telah dilaporkan di seluruh dunia. Penelitian ini mengkaji keberadaan mikroplastik dalam saluran gastrointestinal (GIT) Ikan Kiper (*Scatophagus argus*) dari Laguna Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. Mikroplastik ditemukan dengan kelimpahan rata-rata 22,22±6,8 item/ind. Fragmen (45%) adalah jenis mikroplastik utama yang ditemukan pada ikan Kiper yang dianalisis, diikuti dengan Fiber (27%), film (21%), dan pelet (7%). Delapan jenis warna ditemukan pada ikan yang dianalisis, dengan hitam (43%) dan transparan (33%) merupakan warna plastik yang paling mendominasi. Terdapat 12 jenis polimer mikroplastik yang ditemukan yaitu *Polystyrene* (PS), *Nylon, Polymethyl methacrylate* (PMMA), *Cellulose acetate* (CA), *Polycarbonate* (PC), *Polyvinyl chloride* (PVC), *Polypropylene* (PP), *Polyurethane* (PU), *Latex, Acrylonitrile butadiene stryrene* (ABS), *High-density polyethylene* (HDPE), *Polyethylene telephthalate* (PETE). Hasil studi ini menunjukkan bahwa perhatian lebih serius harus diberikan terkait penanganan sampah plastik, mengingat adanya akumulasi mikroplastik dalam jumlah yang tinggi pada ikan, sehingga dapat membahayakan bagi kesehatan manusia.

Kata Kunci : *kontaminasi plastik, pencemaran, pesisir, polymer, rehabilitasi*

Abstract

Microplastics are pollutants of emerging concern today. The presence of microplastics in fish from several marine environments has been reported worldwide. This study examined the presence of microplastics in the gastrointestinal tract (GIT) of the Kiper Fish (Scatophagus argus) from the Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java. Microplastics were found with an average abundance of 22.22 ± 6.8 items/ind. Fragment (45%) was the main type of microplastic found in the analyzed Kiper fish, followed by fiber (27%), film (21%), and pellets (7%). Eight types of colors were found in the analyzed fish, with black (43%) and transparent (33%) being the predominant plastic colors. There were 12 types of microplastic polymers found, namely Polystyrene (PS), Nylon, Polymethyl methacrylate (PMMA), Cellulose acetate (CA), Polycarbonate (PC), Polyvinyl chloride (PVC), Polypropylene (PP), Polyurethane (PU), Latex, Acrylonitrile butadiene stryrene (ABS), High-density polyethylene (HDPE), Polyethylene telephthalate (PETE). The results of this study indicate that more serious attention must be paid to the handling of plastic waste, given the accumulation of high amounts of microplastics in fish, which can be harmful to human health.

***Key words** : plastic contamination, pollution, coastal, polymer, rehabilitation*

PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan lingkungan yang berkembang hingga saat ini. Timbunan sampah di Indonesia setiap tahunnya meningkat. Menurut data Sistem Informasi Pengelolan Sampah Nasional (SIPSN), jumlah timbunan sampah di Indonesia yang terdiri dari 232 Kabupaten/Kota pada tahun 2021 sebesar 26,68 juta ton. Jawa Tengah merupakan provinsi dengan jumlah timbunan sampah terbanyak pada tahun 2021 sebesar 5,07 juta ton, dimana 18,5 persen diantaranya sampah plastik (SIPSN, 2021). Sampah plastik tersebut tidak hanya mencemari lingkungan darat, tetapi juga mencemari lingkungan perairan (Adisaputra *et a*l, 2021; Hidayah, 2022).

Article History:
Received: March, 21st 2023; **Accepted**: August, 25th 2023
Cite this as :
Hidayati, N.V., Hotijah, S., Hudawi, M.N., Andriyono, S. 2023. Kontaminasi Mikroplastik pada Ikan Kiper dari Laguna Segara Anakan. Rekayasa. Vol 16(3). 283-294

Salah satu perairan yang berpotensi terkontaminasi sampah plastik adalah Perairan Segara Anakan (Nurito *et al*., 2022). Segara Anakan merupakan perairan yang secara geografis berada pada koordinat 7°35′ – 7°50′ LS dan 108°45′ – 109°03′ BT dan secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kampung Laut, Cilacap, Jawa Tengah (Sulistiono *et al*., 2018). Perairan ini diapit oleh daratan Pulau Jawa dan Pulau Nusakambangan, serta berhubungan dengan Samudra Hindia melalui dua plawangan, yaitu Plawangan Timur dan Plawangan Barat (Hartono *et al*., 2013; Syakti *et al.,* 2015).

Perairan Segara Anakan dilaporkan telah terkontaminasi berbagai jenis bahan pencemar baik berasal dari limbah industri maupun limbah domestik diantaranya logam berat Cadmium (Cd) pada air dengan konsentrasi 0.010-0.054 mg/L (Hartono *et al.,* 2013), logam berat Cd pada matriks sedimen dengan rentang konsentrasi 0.625 - 1.635 mg/kg (Susanto *et al.,* 2014), logam berat Pb pada ikan belanak pada konsentrasi 0,189-0,3085 mg/kg (Siregar *et al.,* 2020) *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs) pada sedimen dengan konsentrasi 0,11±0,55 - 2,63±0,1 µg/kg (Azis *et al.,* 2021) serta *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs) yang teradsorbsi pada plastik sebesar 552 ng/g (Bouhroum *et al.,* 2019). Hal tersebut diduga akibat limbah antropogenik dari beberapa sungai seperti Sungai Citanduy, Cibeureum, Cikujang, Cikode, Kayu Mati, Ujung Alang, Dangkal, Bunga Kuning, Sapuregel dan Donan (Azis *et al.,* 2021), dimana masuk ke Segara Anakan melalui aliran run-off maupun aliran sungai (Nurbaiti, 2014; Dewi *et al,* 2022). Aliran sungai dilaporkan juga merupakan media transportasi plastik dari darat ke laut (Lebreton *et al.,* 2017; Rahma *et al.,* 2022; Saputro *et al,* 2023).

Plastik merupakan bahan yang paling sering digunakan oleh manusia. Sifat plastik yang ringan, kuat dan mudah untuk dibawa memberikan kemudahan bagi manusia (Adisaputra *et al,* 2021), sehingga banyak jenis produk yang terbuat dari bahan plastik. Semakin tinggi produksi plastik, maka semakin tinggi sampah plastik (Sarasita, 2019). Sampah plastik yang dibuang ke lingkungan sekitar pada akhirnya akan masuk ke wilayah perairan, terutama laut. Seiring berjalannya waktu sampah-sampah plastik yang berada di perairan mengalami degradasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), oksidasi dan abrasi mekanik (Richard *et al.,* 2009), sehingga terurai menjadi partikel kecil berukuran 1 - 5 mm yang dikenal sebagai mikroplastik (Frias and Nash, 2019; Hartmann *et al.,* 2019; Agustino *et al*, 2021; Chai *et al.,* 2022).

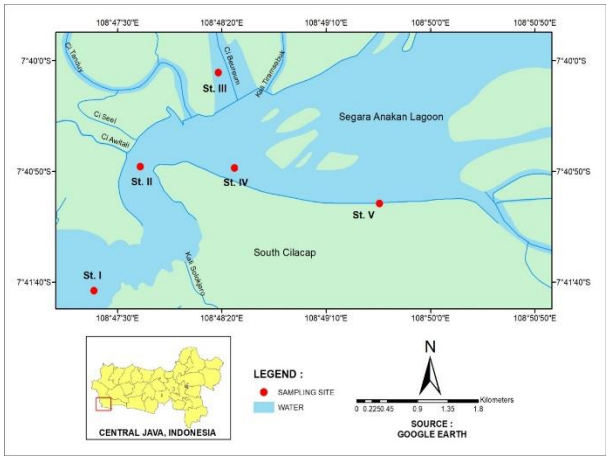
Mikroplastik dapat terakumulasi di saluran pencernaan biota laut karena tubuh biota laut tidak dapat mencernanya (EFSA, 2016; Murphy *et al.,* 2017; Giani *et al.,* 2019; Nur *et al.,* 2021). Mikroplastik dapat melewati saluran pencernaan atau bertahan dalam saluran pencernaan bergantung pada ukurannya (Browne *et al*., 2013). Mengkonsumsi partikel mikroplastik dalam jumlah besar dapat menyebabkan saluran pencernaan ikan tersumbat atau mengganggu proses pencernaan mereka (Browne *et al*., 2013; Wright *et al.,* 2013). Kelimpahan mikroplastik yang tinggi di perairan serta penyebaran, ukuran, dan warna mikroplastik yang mirip dengan mangsa menentukan kemungkinan tertelan mikroplastik ke dalam saluran pencernaan ikan (Hastuti, 2019). Penelitian yang menemukan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan (Neves *et al.,* 2015; Romeo *et al.,* 2015; Miranda and de Carvalho-Souza, 2016; Peters & Bratton, 2016; Sarasita, 2019) telah banyak dilaporkan, namun masih sedikit informasi kuantitatif mengenai potensi tertelannya mikroplastik pada jenis ikan komersial di Indonesia.

Perairan Segara Anakan dikelilingi oleh ekosistem mangrove sebagai tempat habitat asuhan (*nursery ground*) organisme akuatik. Berdasarkan potensi wilayahnya, Segara Anakan telah ditetapkan sebagai salah satu kawasan konservasi strategis nasional yang mempunyai ciri khas sebagai satu kesatuan ekosistem (Hidayati *et al.,* 2014; Krisnawati & Hidayah, 2020). Berbagai jenis organisme hidup di wilayah ini, termasuk ikan yang bernilai komersial seperti ikan Kiper *(Scatophagus argus*). Ikan kiper, yang merupakan komoditas perikanan yang sangat berharga, sering ditangkap oleh nelayan di perairan Segara Anakan (Genisa, 1999; Wijasmi, 2021). Sebagai hasil dari kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan salinitas air yang tinggi, ikan-ikan ini memiliki kemampuan untuk hidup baik di air tawar maupun payau (Wahyu *et al.,* 2021). Ikan Kiper biasanya ditangkap di daerah tangkapan air yang dangkal di dekat pesisir sungai. Ikan Kiper bermigrasi ke pantai saat air laut pasang secara ekologi. Setelah air surut, mereka kembali ke habitat aslinya (Tajuddin *et al.,* 2019). Ikan Kiper merupakan ikan demersal yang hidup di perairan pantai, teluk, muara sungai dan perairan tawar (Sholichin *et al.,* 2021) serta termasuk ikan omnivora (pemakan

segala) cenderung herbivora (Timoria, 2022). Masyarakat setempat sering mengonsumsi ikan kiper sebagai makanan dan memiliki harga jual yang tinggi. Akibatnya, produksi ikan ini sangat penting bagi masyarakat lokal Segara Anakan karena menjadi salah satu sumber pendapatan dan mendukung aktivitas mereka. Penelitian ini menginvestigasi kandungan mikroplastik pada ikan kiper dari perairan Segara Anakan di Cilacap, Jawa Tengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dilakukan pada bulan September 2021 - Maret 2022 di Perairan Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. Pengambilan sampel ikan dilakukan di lima stasiun pengambilan sampel, yaitu (1) Batu Macan, (2) Muara Ciawitali, (3) Muara sungai Cimeneng, (4) Lorongan Tirang Kesik, dan (5) Karang Braja (Gambar 1). Penentuan lokasi sampling ini ditentukan berdasarkan lokasi dimana ikan biasa nelayan menangkap ikan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Plawangan Barat, Laguna Segara Anakan, Cilacap

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan dilakukan di lima stasiun pengambilan sampel yang telah ditentukan, dan dilakukan sebanyak empat kali pengambilan sampel (tiap 2 bulan). Sampel ikan diambil menggunakan jaring ikan. Ikan yang telah ditangkap dimasukkan ke dalam plastik dan diberi tanda menggunakan spidol permanen. Setelah itu, sampel ikan dimasukkan ke dalam cool box yang diisi dengan blue ice dan dijaga pada suhu 4°C. Sampel ikan yang didapatkan selanjutnya dipreparasi dan dianalisis di Laboratorium Kualitas dan Produktivitas Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED), serta Laboratorium Mikro Analisis Terpadu Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Ekstraksi Mikroplastik

Prosedur ekstraksi mikroplastik yang dilakukan dengan memodifikasi referensi dari Sarasita (2019) dan Zhang et al., (2020). Ikan dibedah dan ambil isi perut ikan (usus dan lambung). Setelah itu, bagian saluran pencernaan ikan ditimbang dan dimasukan kedalam wadah sampel. Larutan Fe (II) 0,05 M dan H_2O_2 30% sebanyak 20 mL dituangkan ke dalam wadah sampel dan didiamkan selama 24 jam. Lalu, ditambahkan 20 mL H_2O_2 30% dan 20 mL Fe (II) 0,05 M. Setelah itu, didiamkan selama 5 menit dan stir bar dimasukkan ke dalam wadah sampel. Wadah sampel diletakkan di atas Hotplate dengan suhu 75°C dan kecepatan putaran 180 rpm selama waktu 30 menit. Setelah selesai proses pelarutan bahan organik, larutan N-Hexane ditambahkan sebanyak 4-6 mL untuk melarutkan lemak yang ada. Kemudian sampel disaring menggunakan vakum penyaring yang sudah terdapat kertas saring whatman ukuran 0,45 µm. Lalu, sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 1 jam. Sampel yang sudah mongering, lalu dikeruk menggunakan spatula. Selanjutnya diamati menggunakan mikroskop stereo dan analisis FTIR.

Analisis Mikroplastik

Proses identifikasi mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo pada perbesaran 40 kali. Sampel diletakkan di atas kaca preparat. Lalu, kaca preparat diletakkan pada meja objek mikroskop. Setelah itu, diatur makrometer dan mikrometer untuk memfokuskan objek (Yudhantari *et al.,* 2019). Setelah didapatkan bentuk partikel mikroplastik, partikel tersebut didokumentasikan dan diukur dengan menggunakan software LC Mikro. Setelah sampel diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo, selanjutnya dianalisa menggunakan *Fourier Transfer Infra Red* (FTIR) dengan teknik *Attenuated Total Reflectance* (ATR). Tujuannya yaitu untuk mengetahui jenis polimer mikroplastik yang didapat (Lestari *et al.,* 2021). Pertama, sampel mikroplastik yang telah menjadi bubuk diletakkan di atas diamond crystal FTIR. Kemudian diputar ke kanan agar tidak ada udara antara sampel dengan diamond crystal. FTIR dihubungkan dengan software untuk membaca spektrum panjang gelombang yang dihasilkan oleh mikroplastik. Panjang gelombang direkam kisaran 500-4000 cm^{-}

[1]. Setelah itu, hasil panjang gelombang mikroplastik yang diperoleh dari spektrum FTIR tersebut diidentifikasi polimernya berdasarkan panjang gelombang Jenis polimer plastik (Jung et al., 2018).

Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Boerger *et al*., 2010) :

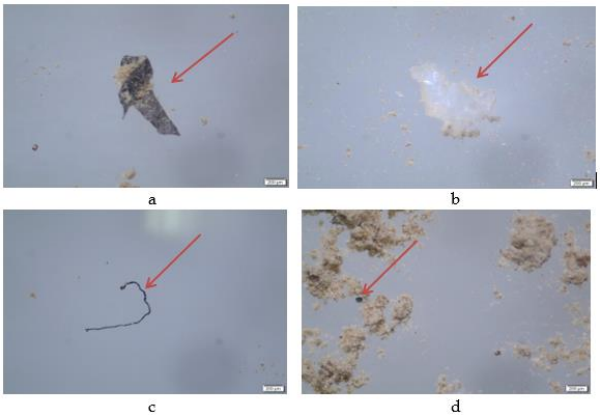
$$\text{Kelimpahan}\left(\frac{\text{item}}{\text{ind}}\right) = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik}}{\text{Jumlah ikan}} \dots\dots\dots\dots (1)$$

Data kelimpahan dan jenis mikroplastik dianalisis dengan menggunakan microsoft excel dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data warna dan bentuk mikroplastik disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar. Selanjutnya, analisis data dibahas secara deskriptif.

HASIL PEMBAHASAN

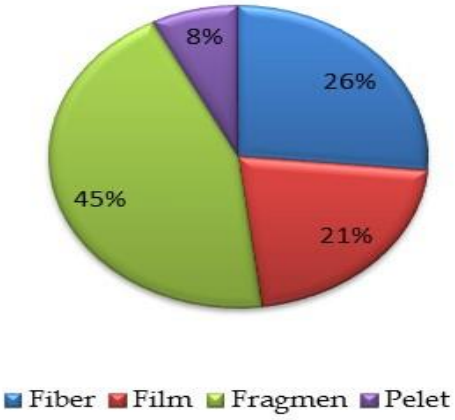
Komposisi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada empat jenis mikroplastik pada keempat spesies yang diamati dalam penelitian ini. Adapun jenis-jenis mikroplastik berdasarkan bentuk mikroplastik yang ditemukan dalam penelitian ini yaitu fragmen, film, fiber dan pelet (Gambar 2). Hal tersebut sama halnya yang ditemukan oleh penelitian lain (Sari, 2018; Sarasita, 2019; Sulistyo *et al.,* 2020; Seprandita *et al.,* 2022).



Gambar 2. Jenis-Jenis Mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan ikan Kiper: a. Fragmen; b. Film; c. Fiber; d. Pelet

Berdasarkan hasil identifikasi jenis-jenis mikroplastik pada saluran pencernaan ke-4 spesies ikan komersial dapat dilihat presentase komposisi jenis mikroplastik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Mikroplastik jenis fragmen, film dan fiber dapat berasal dari berbagai jenis produk plastik yang mengalami fragmentasi (Ayuningtyas, 2019; Febriani *et al.,* 2020) sedangkan pelet bukan berasal dari proses fragmentasi melainkan mikroplastik ini dari awal sudah dibentuk dengan ukuran mikroplastik (Azizah *et al.,* 2020). Mikroplastik fragmen memiliki ciri berbentuk pecahan dari plastik yang keras (Kurniawan *et al.,* 2021). Fragmen berasal dari pecahan plastik pada toples, botol-botol minuman, map mika, kepingan galon dan potongan kecil pipa paralon (Dewi *et al.,* 2015; Mirad *et al.,* 2020). Mikroplastik film memiliki ciri warna transparan dan berbentuk lembaran yang berasal dari kemasan makanan dan kantong plastik (Dewi *et al.,* 2015; Hiwari *et al.,* 2019; Hanif *et al.,* 2021). Mikroplastik fiber memiliki bentuk serabut atau serat yang berasal dari tali, benang sintesis pakaian, dan berbagai bentuk alat penangkapan ikan, diantaranya jaring ikan (Nor and Obbard, 2014; Harahap, 2021). Mikroplastik pelet termasuk ke dalam mikroplastik primer yang berasal dari bahan baku pembuatan plastik yang biasanya dibuat oleh kawasan industri pabrik (Dewi *et al.,* 2015; Seprandita *et al.,* 2022).



Gambar 3. Komposisi Jenis Mikroplastik berdasarkan Bentuk

Jenis mikroplastik yang mendominasi pada ikan Kiper adalah fragmen (45%) (Gambar 3). Hasil ini menunjukkan adanya kesamaan dari penelitian yang dilakukan oleh Dewi *et al.,* (2015); Ayun (2019); Lestari *et al.,* (2021); Panjaitan *et al.,* (2021); Seprandita *et al.,* (2022) dengan jenis mikroplastik yang mendominasi yaitu fragmen. Hiwari et al. (2019) melaporkan bahwa fragmen, salah satu jenis mikroplastik, dibuat dari potongan plastik dengan polimer sintesis yang kuat dan memiliki densitas

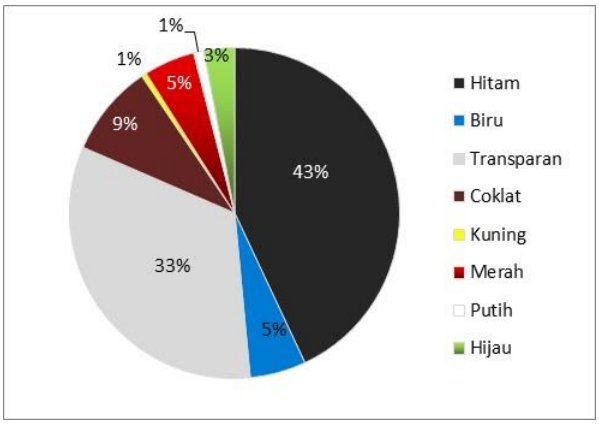
yang lebih tinggi. Oleh karena itu, sangat mungkin bahwa fragmen akan mengendap di dasar perairan. Dapat diduga ikan Kiper memakan mikroplastik fragmen yang menyerupai makanan dan mangsanya. Ikan Kiper termasuk ikan demersal yang sebagian besar hidupnya di dasar perairan (Sholichin *et al.,* 2021). Selain itu juga dominasi jenis mikroplastik sangat berkaitan dengan sumber pencemar yang berada di sekitaran lokasi penelitian (Seprandita *et al.,* 2022). Dominasi jenis mikroplastik fragmen pada spesies ikan di perairan Segara Anakan diduga banyak tersebar sampah makro seperti pecahan plastik, ember, botol minuman, sisa-sisa toples yang terbuang, kemasan makanan cepat saji dan buangan sampah perkantoran.

Bentuk film merupakan jenis mikroplastik tertinggi kedua (21%) pada ikan yang dianalisis. Mikroplastik film merupakan lembaran tipis yang memiliki densitas lebih rendah daripada jenis mikroplastik lainnya sehingga mudah terapung mendekati permukaan (Hastuti *et al.,* 2014; Harahap, 2021; Dewi *et al.,* 2015). Menurut Putri (2021), menyatakan bahwa adanya pengaruh dari mikroorganisme dan partikel lain, dapat menyebabkan mikroplastik film tenggelam. diduga mikroplastik film terakumulasi di dasar perairan sehingga akan termakan oleh ikan. Pada perairan Segara Anakan diduga menjadi penyebab banyak tersebar sampah makro diantaranya kantong plastik, kresek, botol plastik air mineral, plastik wrap dan sebagainya yang termasuk ke dalam jenis film. Sampah makro berasal dari aktivitas antropogenik, pembuangan limbah rumah tangga dan wisatawan (Mirad *et al.,* 2020). Sampah makro yang berada di Perairan Segara Anakan mengalami proses degradasi sehingga terbentuk potongan-potongan kecil yang disebut dengan mikroplastik (Ambarsari & Anggiani, 2022).

Komposisi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Warna

Warna mikroplastik diidentifikasi secara observasi visual menggunakan mikroskop stereo Olimpus SZ61 dengan perbesaran 40 kali (Syakti et al., 2018; Mauludy et al., 2019; Yudhantari et al., 2019; Seprandita et al., 2022). Hasil identifikasi jenis mikroplastik berdasarkan warna pada saluran pencernaan ikan Kiper ditemukan 8 warna mikroplastik yaitu hitam (43%), biru (5.5%), transparan (33%), coklat (9%), kuning (0,5%), merah (5%), putih (1%) dan hijau (3%) (Gambar 4). Berbagai warna mikroplastik di saluran pencernaan ikan menunjukkan bahwa ikan tidak menelan mikroplastik berdasarkan warna (Ory *et al*., 2017).

Secara umum, ketika warna mikroplastik tetap pekat, hal itu menunjukkan bahwa mikroplastik belum mengalami perubahan warna yang signifikan. Warna mikroplastik dengan persentase tertinggi yaitu warna hitam (43%) yang diikuti dengan warna transparan (33%). Warna yang paling sedikit ditemukan yaitu warna kuning sebanyak 0,5 %. Mikroplastik berwarna hitam mampu menyerap polutan yang tinggi, sehingga menjadi warning bagi kemungkinan banyaknya kontaminan (co-pollutant) yang terserap dalam mikroplastik (GESAMP, 2015; Hiwari *et al*., 2019). Jenis polimer polypropylene (PP) pertama kali diidentifikasi melalui warna mikroplastik yang transparan. Polimer jenis ini adalah salah satu yang paling banyak ditemukan di perairan (Pedrotti *et al.,* 2014). Selain itu, warna yang transparan menunjukkan berapa lama mikroplastik tersebut difotodegradasi oleh sinar ultraviolet matahari.



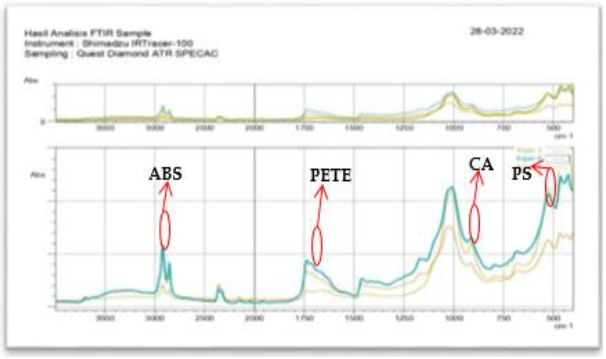
Gambar 4. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Warna telah banyak digunakan sebagai identifikasi awal untuk mengetahui komposisi kimia pada plastik. Warna juga dapat digunakan sebagai indeks fotodegradasi dan mengetahui lamanya waktu plastik ada di perairan. Plastik dengan warna hitam atau gelap menunjukkan beragam jenis polutan yang terserap dalam plastik tersebut. Warna plastik yang telah memudar mengindikasikan bahwa plastik tersebut telah lama berada di perairan (Hidalgo-Ruz *et al.,* 2012).

Komposisi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Jenis Polimer

Hasil analisis FTIR pada penelitian ini menunjukkan bahwa sampel yang diujikan mengandung 14 jenis polimer penyusun plastik diantaranya *Polystyrene (PS), Nylon (all polyamides),*

Polymethyl methacrylate (PMMA), Cellulose acetate (CA), Polycarbonate (PC), Polyvinyl chloride (PVC), Polypropylene (PP), Polyurethane (PU), Latex, Acrylonitrile butadiene stryrene (ABS), High-density polyethylene (HDPE), Polyethylene telephthalate (PETE), Polytetrafluoroethylene (PTFE) dan *Nitrile*. Setiap polimer tersebut memiliki sifat yang berbeda-beda yang digunakan untuk membentuk polimer plastik. Identifikasi jenis polimer penyusun mikroplastik pada saluran pencernaan keempat spesies ikan merupakan suatu pendugaan berdasarkan panjang gelombang yang didapat pada saat uji FTIR yang dibandingkan dengan referensi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Analisis FTIR

Prinsip *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) bergantung pada penyinaran radiasi inframerah. Sinar inframerah akan melewati sampel yang diuji, menembus sinar optik, dan kemudian terpantul kembali ke seluruh sampel. Hasil analisis FTIR diwakili oleh spektrum panjang gelombang dari muatan polimer plastik yang ada dalam sampel. Spektrum panjang gelombang yang dianalisis dibandingkan dengan tabel instrumen analisis FTIR atau kemiripan spektrum panjang pustaka.

Polimer penyusun plastik yang ditemukan dalam penelitian ini berasal dari berbagai jenis sampah yang terbuat dari plastik. Beberapa literatur sebelumnya menunjukkan bahwa empat belas jenis polimer termasuk dalam jenis polimer yang menyusun produk plastik. *Polimer Polystyrene* (PS) umum digunakan untuk produk kotak dan alat makanan plastik seperti sendok plastik dan garpu plastik (Utami & Liani, 2021), serta *styrofoam* dalam bentuk wadah makanan, kotak CD dan lainnya (Alabi *et al.,* 2019). Polimer Nylon digunakan untuk senar pancing, jaring, pakaian, tekstil, dan tali (Nor and Obbard, 2014; Rahmadhani, 2019). Polimer *Polymethyl methacrylate* (PMMA) biasanya bersumber dari pecahan plastik akrilik (Mauludy *et al.,* 2019). Polimer *Cellulose acetate* (CA) dapat digunakan dalam pembuatan pakaian wanita dan keperluan kain rumah tangga (Utami & Prastiwi, 2017). Polimer *Polycarbonate* (PC) pada umumnya dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan lensa lampu lalu lintas (Sarasita, 2019), serta bersumber dari penipisan atap kanopi yang banyak ditemukan di sepanjang pantai (Zhou & Mahdavian, 2004). Polimer *Polyvinyl chloride* (PVC) digunakan untuk pipa paralon, wadah kosmestik, pembuatan wadah (container) (Alabi *et al.,* 2019). Polimer *Polypropylene* (PP) merupakan jenis plastik yang tahan terhadap air mendidih (Putri, 2021) biasanya digunakan untuk kemasan makanan, sedotan dan kemasan minuman (Rahmadhani, 2019). Polimer *Polyurethane* (PU) digunakan sebagai casing TV, bantalan busa, pelapis dan furnitur (Tripathi & Yadav, 2016). Polimer Latex dapat ditemukan sebagai produk seperti dot bayi dan alat kontrasepsi (kondom) (Prihatin *et al.,* 2018). Produk plastik seperti elektronik, tempat kaca spion, dudukan kipas angin, dan komponen kendaraan bermotor termasuk dalam kategori polimer *Acrylonitrile butadiene stryrene* (ABS) (Sarasita, 2019). Polimer *High-density polyethylene* (HDPE) lebih kuat dan rentan terhadap korosi, sehingga biasanya digunakan sebagai wadah deterjen, sampo dan botol minuman. Polimer *Polyethylene telephthalate* (PETE atau PET), yang ringan, murah, dan mudah dibuat, digunakan sebagai tempat makanan tahan microwave dan botol minuman (Yutriana, 2020). Pembuatan peralatan masak seperti wajan anti lengket biasa menggunakan polimer *Polytetrafluoroethylene* (PTFE) (Inayah, 2015). Polimer *Nitrile* biasa digunakan untuk alas kaki, tikar dan spons (Jung et al., 2018).

Produk dari tiap polimer dapat menghasilkan tipe mikroplastik seperti film yang diduga berasal dari polimer Latex, PS dan PP. Hal ini sesuai dengan temuan Jung *et al.,* (2018) dan Zhao *et al.*, (2018), yang menyatakan bahwa mikroplastik film termasuk ke dalam jenis PS dan PP. Bentuk mikroplastik film memiliki densitas yang paling rendah dibandingkan dengan bentuk mikroplastik yang lain sehingga menyebabkan lebih mudah ditransportasikan oleh arus laut dan pasang tertinggi (Seprandita et al., 2022). Mikroplastik fiber diduga berasal dari jenis polimer Nylon, Nitrile, dan CA. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Jung *et al.,* (2018) dan Zhao *et al.,* (2018), bahwa fiber termasuk dalam kategori jenis polimer Nylon, Nitrile, dan CA atau Rayon. Bentuk mikroplastik fiber berasal dari hasil degradasi dari filter rokok, serat sintesis dan jaring

ikan milik nelayan di suatu wilayah sehingga menyumbang debris di laut. Bentuk fiber paling banyak berasal dari tali temali aktivitas penangkapan ikan (Seprandita *et al.,* 2022). Fragmen termasuk mikroplastik yang berasal dari banyak polimer seperti PETE, PMMA HDPE, PVC, PP, PTFE, ABS dan PC. Menurut Jung *et al.,* (2018) dan Zhao *et al.,* (2018), mikroplastik fragmen termasuk ke dalam kategori jenis HDPE, LDPE dan PVC. Sedangkan hasil penelitian Mauludy *et al.,* (2019) menunjukkan bahwa mikroplastik fragmen yang berasal dari Pantai Tanjung Benoa dan Mengiat termasuk dalam kategori jenis polimer PS, PMMA dan PP. Fragmen termasuk kedalam tahapan awal saat produk plastik mengalami proses fragmentasi dan degradasi yang biasanya berasal dari botol plastik, kemasan makanan, potongan pipa paralon dan sebagainya. Bentuk mikroplastik pelet diduga termasuk kedalam jenis PU yang merupakan salah satu polimer dengan peringkat paling berbahaya (Lithner *et al*., 2011).

KESIMPULAN

Mikroplastik ditemukan pada saluran pencernaan ikan Kapasan yang diperoleh dari kawasan perairan Segara Anakan, dengan kelimpahan berkisar antara 16,33 - 29,67 item/ind. dan rataan 22,22±3,40 item/individu. Empat bentuk mikroplastik ditemukan pada sampel ikan yang dianalisis yaitu fragmen, fiber, film, dan pelet, dengan 8 warna mikroplastik yaitu transparan, hitam, hijau, coklat, biru, merah, kuning, dan putih. Adapaun berdasarkan polimernya, ditemukan 14 jenis polimer mikroplastik, yaitu PS, PMMA, Nylon, PC, CA, PVC, PU, PP, ABS, Latex, PETE, HDPE, PTFE serta Nitrile. Konsentrasi mikroplastik yang ditemukan dalam jumlah tinggi menunjukkan perairan ini sudah terkontaminasi plastik dan membutuhkan perhatian khusus dalam pengelolaannya.

DAFTAR PUSTAKA

Adisaputra, M. W. M. S. P. 2021. Kandungan Mikroplastik pada Ikan Bawis (Siganus canaliculatus) dan Ikan Kembung (Rastrelliger kanagurta) di Perairan Bontang. Jurnal Ilmiah Biosmart (Jibs). 7(1) : 1–11.

Agustino Z., Fatma L., Adonis M., Muhammad D., Lizbeth C.c., Muhsinatul I., Elva D.A., Emma H., dan Rohyati. 2021. Ancaman Kontaminasi Mikroplastik dalam Galon Sekali Pakai. Laporan Penelitian. Universitas Indonesia, Jakarta. 44 hal.

Aida, S. N. 2011. Biologi Reproduksi Ikan Kiper (Scatophagus argus) di Estuari Sungai Musi , Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional Ikan. 241–249.

Alabi, Okunola A, K. I. O., Awosolu, O., & Alalad, and O. E. 2019. Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. Journal of Toxicology and Risk Assessment. 5(2) : 1–13.

Ambarsari, D. A., & Anggiani, M. 2022. Kajian Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia. Oseana. 47(1) :20–28.

Ayun, N. Q. 2019. Analisis Mikroplastik Menggunakan FT-IR pada Air, Sedimen, dan Ikan Belanak (Mugil cephalus) di Segmen Sungai Bengawan Solo yang Melintasi Kabupaten Gresik. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya. 58 hal.

Ayuningtyas, W. C. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research. 3(1) : 41–45.

Azis, M. Y., Setiyanto, H., Salim, A., Vita Hidayati, N., Asia, L., Piram, A., Doumenq, P., & Syakti, A. D. 2021. Evidence of Micropollutants in Sediment and Mud Clams (Polymesoda erosa) from one of Mangrove Biodiversity Hotspots in Indonesia. Polycyclic Aromatic Compounds. 1–18.

Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Journal of Marine Research. 9(3) : 326–332.

Baalkhuyur, F. M., Bin Dohaish, E. J. A., Elhalwagy, M. E. A., Alikunhi, N. M., AlSuwailem, A. M., Røstad, A., Coker, D. J., Berumen, M. L., & Duarte, C. M. 2018. Microplastic in the Gastrointestinal Tract of Fishes Along the Saudi Arabian Red Sea Coast. Marine Pollution Bulletin. 131 : 407–415.

Barboza, L., Dick, L., Beatriz., Anne., and Lucia. 2018. Marine Microplastic Debris: An Emerging Issue for Food Security, Food Safety and Human Health. Marine Pollution Bulletin, 133: 336–348.

Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., & Moore, C. J. 2010. Plastic Ingestion by Planktivorous Fishes in the North Pacific Central Gyre. Marine Pollution Bulletin. 60(12) : 2275–2278.

Bouhroum, R., Boulkamh, A., Asia, L., Lebarillier, S., Halle, A. Ter, Syakti, A. D., Doumenq, P., Malleret, L., & Wong-Wah-Chung, P. 2019. Concentrations And Fingerprints of PAHs And PCBs Adsorbed Onto Marine Plastic Debris from the Indonesian Cilacap Coast and the North Atlantic Gyre. Regional Studies In Marine Science. 29 : 1-33.

Brate, I. L. N., Eidsvoll, D. P., Steindal, C. C., & Thomas, K. V. 2016. Plastic Ingestion By Atlantic COD (Gadus Morhua) from the Norwegian Coast. Marine Pollution Bulletin. 112(1–2) : 105–110.

Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. 2013. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. Current Biology. 23(23), 2388–2392.

Chai, B., Li, Y., Wang, L., Zhang, X. T., Wan, Y. P., Chen, F., Ma, J., Lan, W., & Pan, K. 2022. Microplastic Contamination on the Beaches of South China. Frontiers in Marine Science. 9 : 1–10.

Dalimunthe, A. M., Amin, B., & Nasution, S. 2021. Microplastic in the Digestive Tract of Kurau (Polydactylus octonemus) in the Coastal Waters of Karimun Besar Island, Riau Islands Province. Journal of Coastal and Ocean Sciences. 2(2) : 80–86.

Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. 2015. Distribution of Microplastic at Sediment in the Muara Badak Subdistrict, Kutai Kartanegara Regency (in Bahasa). Depik. 4(3) : 121–131.

Dewi, A. E. P., Hidayah, Z., Farid, A., & Wiyanto, D. B. (2022). Karakteristik dan Distribusi Spasial Bahan Organik Pada Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan Jawa Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, *8*(2), 267-278.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). 2016. Presence of Microplastics and Nanoplastics in Food, With Particular Focus on Seafood. EFSA Journal. 14(16) : 1–30.

Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M. 2020. Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Depik. 9(3) : 386–392.

Frias, J. P. G. L., & Nash, R. 2019. Microplastics: Finding a Consensus on the Definition. Marine Pollution Bulletin. 138 : 145–147.

Genisa, A. S. 1999. Pengenalan Jenis-Jenis Ikan Laut Ekonomi Penting di Indonesia. Oseana. 24(1) : 17–38.

GESAMP. 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment. Journal Series Gesamp Reports And Studies. 1–90.

Giani, D., Baini, M., Galli, M., Casini, S., & Fossi, M. C. 2019. Microplastics Occurrence in Edible Fish Species (Mullus barbatus and Merluccius merluccius) Collected in Three Different Geographical Sub-Areas of the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin. 140 : 129–137.

Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. 2021. Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. Journal of Marine Research. 10(1) : 1–6.

Harahap, A. R. 2021. A Study of Distribution and Mapping of Microplastics in Sei Babura and Sei Sikambing River, Medan (in Bahasa). Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan. 96 hal

Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Daugaard, A. E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M., Herrling, M. P., Hess, M. C., Ivleva, N. P., Lusher, A. L., & Wagner, M. 2019. Response To The Letter To The Editor Regarding Our Feature "are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris." Environmental Science and Technology. 53(9) : 4678–4679.

Hartono, Siregar, A. S., & Hidayati, Dan N. V. 2013. Status Pencemaran Perairan Plawangan Timur, Segara Anakan Cilacap, Berdasarkan Kandungan Logam Berat Cd dalam Air dan Sedimen. Omni-Akuatika. 12(16) : 15–27.

Hastuti, A. R. 2019. Translokasi Mikroplastik ke dalam Sistem Pencernaan Ikan Komersial di Pesisir Pantai Indah Kapuk Jakarta. Skripsi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 72 hal.

Hidayati, N. V., Sahri, S. A., Kartika, S. L., Laksana, P. G., Hartono;, Putu, N. I., & Syakti2, A. D. 2014. Pendugaan Tingkat Kontaminasi Logam Berat Pb, Cd dan Cr pada Air dan Sedimen di Perairan Segara Anakan, Cilacap. Omni-Akuatika. 13(18) : 30–39.

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., and Thiel, M. 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. Environmental Science and Technology, 46(6): 3060–3075.

Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of Microplastic Garbage In Sea Surface Water At Around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province. 5(2) : 165–171.

Hidayah, Z. (2020). The Importance And Utilization Of Big Data For Indonesian Maritime Information. *Journal Asro*, *11*(04), 61-71.

Inayah, N. 2015. Studi Eksperimen dan Analisis Keausan Journal Bearing dengan Lapisan Pasta pada Rotary Valve Mesin Pembuat Pasta. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. 70 hal.

Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C., Mu, J., & Shi, H. 2017. Microplastics and Mesoplastics in Fish from Coastal and Fresh Waters of China. Environmental Pollution. 221 : 141–149.

Jiang, C., Yin, L., Wen, X., Du, C., Wu, L., Long, Y., Liu, Y., Ma, Y., Yin, Q., Zhou, Z., & Pan, H. 2018. Microplastics in Sediment and Surface Water of West Dongting Lake and South Dongting Lake: Abundance, Source and Composition. International Journal of Environmental Research and Public Health. 15(10).

Jung, M. R., Horgen, F. D., Orski, S. V., Rodriguez C., V., Beers, K. L., Balazs, G. H., Jones, T. T., Work, T. M., Brignac, K. C., Royer, S. J., Hyrenbach, K. D., Jensen, B. A., & Lynch, J. M. 2018. Validation of ATR FT-IR To Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organisms. Marine Pollution Bulletin. 127 : 704–716.

Krisnawati, S., & Hidayah, Z. (2020). Pemetaan Terumbu Karang Pulau Gili Ketapang Probolinggo. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, *1*(4), 437-450.

Kurniawan, R. R., Suprijanto, J., & Ridlo, A. 2021. Mikroplastik pada Sedimen di Zona Pemukiman, Zona Perlindungan Bahari dan Zona Pemanfaatan Darat Kepulauan Karimunjawa, Jepara. Buletin Oseanografi Marina. 10(2) : 189–199.

Lebreton, L. C. M., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. 2017. River Plastic Emissions to the World's Oceans. Nature Communications. 8 : 1–10.

Lithner, D., Larsson, A., and Dave, G. 2011. Environmental and Health Hazard Ranking and Assessment of Plastic Polymers Based on Chemical Composition. Science of the Total Environment, 409(18): 3309–3324.

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.

Mirad, A., Yoswaty, D., & Thamrin. 2020. Identification Microplastic Waste In Seawater And The Digestive Organs Of Senangin Fish (E. Tetradactylum) At Dumai City Sea Waters. Asian Journal Of Aquatic Sciences. 3(3) : 248–259.

Miranda, D. De A., & De Carvalho-Souza, G. F. 2016. Are We Eating Plastic-Ingesting Fish? Marine Pollution Bulletin. 103(1–2) : 109–114.

Murphy, F., Russell, M., Ewins, C., & Quinn, B. 2017. The Uptake of Macroplastic & Microplastic by Demersal & Pelagic Fish in the Northeast Atlantic Around Scotland. Marine Pollution Bulletin. 122(1–2) : 353–359.

Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. 2015. Ingestion of Microplastics by Commercial Fish off the Portuguese Coast. Marine Pollution Bulletin. 101(1) :119–126.

Nor, N. H. M., & Obbard, J. P. 2014. Microplastics in Singapore's Coastal Mangrove Ecosystems. Marine Pollution Bulletin. 79(1–2) : 278–283.

Nur, W. O. N. A. L. D., Kantun, W., & Kabangnga, A. 2021. Microplastic Analysis of Big Eyes Tuna (Thunnus obesus) Landed at the Port of Fish in Wakatobi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 13(2) : 333–343.

Nurbaiti. 2014. Korelasi Ukuran dengan Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang Bulu (Anadara antiquata) di Pelabuhan Potere Makassar. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Makassar. 73 hal.

Nurito N, Andriyono S, Hendrayana H, Husli IA, Hidayat RR, Andriyono S, Ulinuha MR, Hidayati NV. Characteristics of plastic waste in Cilacap segara anakan lagoon. ini. In: Herlinda S et al.(Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10 Tahun 2022, Palembang 27 Oktober 2022. pp. 293-301. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

Ory, N. C., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Thiel, M. 2017. Amberstripe scad Decapterus muroadsi (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. Science of the Total Environment. 586 : 430–437.

Panjaitan, G. G. M., Perwira, I. Y., & Wijayanti, N. P. 2021. Profil Kandungan dan Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (Lutjanus sp.) yang Didaratkan di PPI Kedonganan , Bali. Current Trends in Aquatic Science. 4(2) : 116–121.

Pedrotti, M. L., Bruzaud, S., Dumontet, B., and Elineau, A. 2014. Marine litter in the Mediterranean and Black Seas. CIESM Publisher: Monaco.

Peters, C. A., & Bratton, S. P. 2016. Urbanization is a Major Influence on Microplastic Ingestion by Sunfish in the Brazos River Basin, Central Texas, USA. Environmental Pollution. 210 : 380–387.

Prihatin, S., Utama, M., & Andreiyanti, W. 2018. a Review on the Rubber Products From Irradiation Vulcanization Natural Latex. Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, Dan Plastik. 3(1), 19–54.

Puspita, K. M. 2011. Analisis Peramalan Penjualan Menggunakan Pendekatan Kointegrasi pada Komoditas ABS (Acrylonitrile butadiene styrene), PP (Polypropylene) dan PS (Polystyrene) di PT S-IK Indonesia. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Putri, S. E. 2021. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik pada Biota (Ikan) di Perairan Pantai Sendangbiru Malang. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. 96 hal.

Rahmadhani, F. 2019. Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. Skipsi. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya 78 hal.

Rahma, S., Nurhakim, A.N., Hadiyawati, U., & Hidayati, N.V. 2022. Komposisi dan Distribusi Sampah Makro dan Meso di Sungai Keruh, Bumiayu, Kabupaten Brebes. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 12(2) : 117-131

Rahman, C. Q. A., Umar, M. T., Rukminasari, N., & Sahabuddin, S. 2020. Komposisi Jenis Plankton pada Musim Penangkapan Ikan Penja (Gobioidea sp) di Muara Sungai Mandar. Journal of Tropical Fisheries Management. 4(1) : 29–42.

Richard C. Thompson, Shanna H. Swan, C. J. M., & Saal, And F. S. Vom. 2009. Our Plastic Age. Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences. 364 : 1973–1976.

Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F., & Fossi, M. C. 2015. First Evidence of Presence of Plastic Debris in Stomach of Large Pelagic Fish in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin. 95(1) : 358–361.

Sandra, S. W., & Radityaningrum, A. D. 2021. Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. Jurnal Ilmu Lingkungan. 19(3) : 638–648.

Saputro, A. A., Hidayah, Z., & Wirayuhanto, H. (2023). Pemodelan Dinamika Arus Permukaan Laut Alur Pelayaran Barat Surabaya. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, *16*(1), 88-100.

Sarasita, D., Yunanto, A., dan Yona, D. 2019. Kandungan Mikroplastik Pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Periran Selat Bali. Jurnal Ikhtiologi Indonesia. 20(1) : 1 – 12.

Sarasita, D., Yunanto, A., & Yona, D. 2020. Kandungan mikroplastik pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali. Jurnal Iktiologi Indonesia. 20(1) : 1–12.

Sari, K. 2018. Keberadaan Mikroplastik pada Hewan Filter Feeder di Padang Lamun Kepulauan Spermonde Kota Makassar. Skripsi. Fakultas Ilmu

Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar.

Seprandita, C. W., Suprijanto, J., & Ridlo, A. 2022. Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. Buletin Oseanografi Marina. 11(1) : 111–122.

Sholichin, A., Saputra, W. ., & Sabdaningsih, A. 2021. di Perairan Teluk Semarang Jawa Tengah Population Dynamics Aspects of Petek Fish (Leiognathus equulus) in the Waters of Semarang Bay. Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology. 17(4) : 234–239.

Siregar, A. S., Sulistyo, I., & Prayogo, N. A. 2020. Heavy Metal Contamination in Water, Sediments And Planiliza Subviridis Tissue in the Donan River, Indonesia. Journal of Water and Land Development. 45(4-6) : 157–164.

Solomon, O. O., & Palanisami, T. 2016. Microplastics in the Marine Environment: Current Status, Assessment Methodologies, Impacts and Solutions. Journal of Pollution Effects & Control. 4(2) : 1-13.

Sugiharto, A. S. S. dan E. Y. 2007. Analisis Isi Lambung Ikan Madidihang. Sains Akuatik. 10(2), 141–147.

Sulistiono., Irawati, Y., & Batu, D. T. F. L. 2018. Kandungan Logam Berat Pada Ikan Beloso (Glosogobius giuris) di Perairan Segara Anakan Bagian Timur, Cilacap, Jawa Tengah, Indonesia. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 21(3) : 423–432.

Sulistyo, E. N., Rahmawati, S., Putri, R. A., Arya, N., & Eryan, Y. A. 2020. Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. Journal of Science and Data Analysis. 1(1) : 85–91.

Susanto F, NV Hidayati, AG Syakti. 2014. Assessment of Cadmium (Cd) Contaminantion in Mud Crab (Scylla Spp) and Sediment from Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Indonesia. Omni Akuatika. 10(1) : 1-10.

Syakti, A. D., Demelas, C., Hidayati, N. V., Rakasiwi, G., Vassalo, L., Kumar, N., Prudent, P., & Doumenq, P. (2015). Heavy metal concentrations in natural and human-impacted sediments of Segara Anakan Lagoon, Indonesia. Environmental monitoring and assessment, 187 : 1-15.

Syakti, A. D., Hidayati, N. V., Jaya, Y. V., Siregar, S. H., Yude, R., Suhendy, Asia, L., Wong-Wah-Chung, P., & Doumenq, P. 2018. Simultaneous Grading of Microplastic Size Sampling in the Small Islands of Bintan Water, Indonesia. Marine Pollution Bulletin. 137 : 593–600.

Tajuddin, M. 2019. Desain Alat Tangkap Trap Net Berbentuk Persegi Panjang Dengan Mesh Size yang Sangat Kecil dan Bahannya Terbuat dari Nylon (Waring). Ukuran Alat Tangkap Trap Net Dengan Panjang 500 Meter dan Lebar 1 , 5 Meter . Komposisi Jenis Hasil Tangkapan Trap Net Ya. Journal of Indonesian Tropical Fisheries. 2(1) : 86–99.

Thushari, G. G. N., Senevirathna, J. D. M., Yakupitiyage, A., & Chavanich, S. 2017. Effects of Microplastics on Sessile Invertebrates in the Eastern Coast of Thailand: an Approach to Coastal Zone Conservation. Marine Pollution Bulletin. 124(1) : 349–355.

Timoria R. Yolanda. 2022. Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Demersal dan Pelagis di Muara Citarum, Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 34 hal.

Tripathi, S., & Yadav, A. 2016. Bioremediation of Industrial Pollutants Plastic Waste: Environmental Pollution, Health Hazards and Biodegradation Strategies. Plastic Waste: Environmental Pollution Health Hazards & Biodegradation Strategies, September. 152–177.

Utami, E.V., dan Prastiwi, N.D. 2017. Sintesa dan Karakterisasi Biokomposit Poly (L – Lactic Acid) / Cellulose Acetate Bead Sebagai Biodegradable Adsorben. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. 72 hal.

Utami, I. dan Liani, M. 2021. Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta. Jurnal Riset Daerah. 21(3) : 4003 – 4014.

Wahyu, W., Eddy, S., & Mutiara, D. 2021. Morfometrik dan Meristik Jenis-Jenis Ikan Ordo Perciformes di Muara Sungai Banyuasin

Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. Indobiosains. 3(2) : 9-17.

Wijasmi, W. 2021. Inventarisasi Spesies Ikan dan Udang di Laguna. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 85 hal

Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. 2013. The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: a Review. Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987). 178 : 483–492.

Yudhantari, C. I. A. S., Hendrawan, I. G., & Puspitha, N. L. P. R. 2019. Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (Sardinella lemuru) Hasil Tangkapan di Selat Bali. Journal Of Marine Research And Technology. 2(2) : 48–52.

Yutriana, P. A. 2020. Kajian Distribusi dan Pemetaan Mikroplastik pada Air Sungai Deli Kota Medan. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara. 105 hal.

Zhang, D., Liu, X., Huang, W., Li, J., Wang, C., Zhang, D., & Zhang, C. 2020. Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments and Organisms of the Western Pacific Ocean. Environmental Pollution. 259 : 1-9.

Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., and Wang, Q. 2018. Microplastic Pollution in Sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. Science of the Total Environment, 640–641: 637–645.

Zhou, B.H., Mahdavian, S.M., 2004. Experimental and theoretical analyses of cutting nonmetallic materials by low power CO2-laser. J. Mater. Process. Technol. 146 : 188–192.