

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini laut dipenuhi sampah, sampah laut merupakan semua materi padat yang diproduksi atau diproses dan secara langsung atau tidak langsung, sengaja atau tidak disengaja, dibuang atau ditinggalkan ke lingkungan laut (*Common Wadden Sea Secretariat*, 2009). Sampah laut merupakan isu penting dalam masalah lingkungan yang dihadapi sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktifitas pembangunan di suatu wilayah. Peningkatan tersebut seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, diikuti oleh peningkatan pendapatan, perubahan pola konsumsi, pertumbuhan ekonomi, serta urbanisasi dan industrialisasi sehingga mengakibatkan meningkatnya potensi tumpukan sampah perkapita dan beragamnya jenis sampah yang dihasilkan (*Djaguna et al.*, 2019).

Produk plastik memiliki manfaat yang luar biasa seperti ringan, tahan lama, serbaguna dan diproduksi dengan biaya rendah (*Ivleva, Wiesheu and Niessner*, 2017) namun, sampah plastik telah menimbulkan keprihatinan global atas distribusinya yang luas dan terkait konsekuensi lingkungan atas pecahan plastik tersebut. Produksi global tahunan produk plastik pada tahun 2016 saja sekitar 322 juta ton (*Li, Liu and Paul Chen*, 2018). Perkiraan hingga 10% pecahan plastik akan berakhir di lingkungan laut seperti yang disampaikan oleh (*Cole et al.*, 2011), dikarenakan penggunaan yang luas dan peningkatan produksi dalam produk berplastik serta manajemen yang buruk (*Rochman et al.*, 2015) dapat menimbulkan hilangnya estetika perairan dan mengancam kesehatan masyarakat serta

menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati (ThoMPon *et al.*, 2009).

Sebanyak 80% sampah di laut berasal dari aktifitas di daratan yang mengalir melalui sungai dan selokan sehingga mencemari laut. Hasil survei KLHK tahun 2017-2019, menunjukkan bahwa estimasi total sampah laut sekitar 1,2 juta ton atau sekitar 40%, dengan rerata timbulan sampah laut sebanyak 106,385 gram per meter persegi. Data terbaru dari *National Plastik Action Partnership* yang dirilis bulan April 2020, volume sampah plastik yang merupakan salah satu tipe sampah laut yang mendominasi di tahun 2020 mencapai 6,8 juta ton dan tumbuh sebesar 5% setiap tahunnya (*World Economic Forum*, 2020).

Sampah laut atau yang umumnya disebut *marine litter* atau *marine debris* adalah material solid non-alami yang ditinggalkan atau dibuang ke laut oleh manusia baik dengan sengaja maupun tidak sengaja, begitu juga dengan objek-objek yang dialirkan ke laut melalui sungai dan saluran pembuangan limbah rumah tangga dan industri sampah laut yang dibuang dan menumpuk serta menyebar di permukaan laut dan pantai terdiri dari material organik maupun anorganik yang padat dan tidak mudah terurai. Sampah laut menurut NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, 2007) terbagi menjadi beberapa jenis sampah yang sering ditemukan antara lain plastik, logam/metal, kaca, karet, kayu serta pakaian/fiber dan lainnya (NOOA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*, 2007).

Sampah plastik merupakan sampah yang paling banyak terdapat di area daratan maupun lautan. (Dias and Lovejoy, 2012) berpendapat bahwa sampah plastik adalah sampah yang mendominasi laut dunia. Plastik yang diperoleh dari

hasil interaksi jual beli dilingkup makro dan mikro menjadikan masyarakat sangat dibantu dalam hal keefisien jual beli tanpa harus membawa wadah sendiri yang berdampak ketika dibuang ke lingkungan, hal ini berhubungan langsung dengan seberapa besar penggunaan plastik tersebut dalam semua aspek bukan hanya terikat pada aspek jual beli makro dan mikro saja.

Kasus sampah plastik berawal dari transaksi perdagangan antar negara yaitu ekspor dan impor yang melibatkan negara-negara industri seperti Belanda, Jepang, Amerika, Jerman, Hongkong dan Singapura sebagai pengekspor dan Indonesia sebagai Negara pengimpor. Transaksi perdagangan tersebut adalah antara pengusaha Indonesia dengan pengusaha Negara-negara Industri tersebut, sebelum adanya SK Menteri Perdagangan No. 349/Kp/XI/1992 tidak ada larangan impor sampah plastik, artinya baru menjadi tindakan ilegal, setelah tanggal pemberlakuan SK tersebut, yaitu 21 November 1992. Kasus sampah plastik impor ini menjadi masalah yaitu bukan hanya sebelum SK tersebut terbit namun juga setelah SK tersebut terbit.

Jumlah sampah plastik impor sebanyak 261 kontainer tersebut merupakan hasil Impor sejak tahun 1989 sampai dengan tahun 1994, namun BAPEDAL tidak memiliki data distribusi kasus per tahun. Jumlah sampah plastik impor yang tidak mengandung B3 adalah 136 kontainer, termasuk dalam kategori *positive list*, artinya dapat didaur ulang dengan menggunakan teknologi tertentu. Sedangkan yang termasuk kategori *negative list*, yaitu sampah yang tidak dapat didaur ulang. Ada 21 kontainer sampah plastik impor tersebut yang belum diadakan pengujian laboratorium, sehingga belum diketahui jenisnya, apakah dapat didaur ulang atau

tidak. Belanda merupakan negara yang paling banyak mengeksport sampah plastik yang mengandung bahan berbahaya dan beracun ke Indonesia, kemudian diikuti Singapura dan Jerman (Newman, 2014).

Menurut Jambeck *et al.*, 2015 Indonesia menduduki peringkat kedua sebagai penyumbang sampah terbesar di dunia, di Indonesia, penelitian terkait sampah laut terutama MP telah dilakukan di beberapa lokasi seperti di Utara Jawa Barat Pangestu *et al.*, 2017, di pantai Pulau Seribu (Maharani, *et al.*, 2018) di permukaan air di Nusa Tenggara Timur (Hiwari *et al.*, 2019), karakteristik sampah MP di Muara Sungai DKI Jakarta (Rahmad *et al.*, 2019) dan sediment laut (Cordova and Wahyudi, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya di pantai Pangandaran, sumber sampah ini dapat berasal dari berbagai lokasi seperti sungai, terbawa angin dan arus, juga sampah kiriman yang dibuang oleh masyarakat yang terdiri dari turis domestik dan nelayan (Cordova and Wahyudi, 2016)

Peningkatan sampah plastik yang dibuang ke laut, bersama dengan laju degradasi yang sangat lambat, mengarah ke peningkatan bertahap per liter MP yang ditemukan di laut, di dasar laut, dan di sepanjang pantai. Pada tahun 2010 antara 4,8 dan 12,7 juta metrik ton sampah plastik mencapai lautan dan diperkirakan mencapai 5 triliun keping plastik yang saat ini mengambang di laut (Cózar *et al.*, 2014; Eriksen *et al.*, 2014).

Dekomposisi plastik di lingkungan prosesnya sangat lambat, diperlukan waktu puluhan hingga ratusan tahun agar proses degradasi tersebut selesai, namun dalam proses degradasi yang lama tersebut akan menghasilkan pecahan plastik berupa MP dan nanoplastik yang diakibatkan oleh proses fisik, kimia dan biologis

(Inhorn and Patrizio, 2014). MP diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas yang berbeda sesuai dengan komposisi, kepadatan, ukuran, bentuk, warna, dan karakteristik lainnya.

MP merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. MP terbagi lagi menjadi kategori ukuran, yaitu besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm) (Amato, 2010), sementara itu ukuran partikel terendah yang termasuk dalam kategori MP masih diperdebatkan, sebagian besar penelitian menggunakan partikel yang setidaknya 300 μm^3 . Fragmen dan serat MP dengan diameter <5mm telah menjadi polutan antropogenik yang menjadi perhatian di seluruh dunia (Yu *et al.*, 2016). Komposisi kimiawi partikel MP ditemukan dalam sedimen umumnya meliputi: *polietilen* (PE), *polipropilen* (PP), *polistiren* (PS), dan *polivinilklorida* (PVC) (Andrady, 2011; Vianello *et al.*, 2013; Wessel *et al.*, 2016; Dodson *et al.*, 2020).

MP adalah masalah lingkungan utama di seluruh dunia. MP dapat diangkut dalam jarak jauh oleh arus laut dan akhirnya diendapkan di habitat pesisir seperti rawa, padang lamun, dan terumbu (Wessel *et al.*, 2016). MP akan berbahaya bagi operasi perikanan dan akuakultur di lokasi pesisir dan laut ketika mencapai pesisir laut (Giallourous *et al.*, 2020; Baechler *et al.*, 2020), hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kehidupan laut, termasuk diatom (*Phaeodactylum tricornutum*), dapat terhambat oleh MP di dalam air (Zhang *et al.*, 2020), cacing laut (*hediste diversicolor*) (Silva and Nanny, 2020), karang (Savinelli *et al.*, 2020), kepiting (*emerita analoga*) (Savinelli *et al.*, 2020), larva ikan (Pannetier *et al.*, 2020).

Cemaran MP yang ditemukan di Teluk Jakarta diperoleh dengan konsentrasi

yang bervariasi, jenis fragmen dalam MP lebih banyak ditemukan, konsentrasi MP jenis ini dalam kerang lebih tinggi mencapai 50 partikel/ekor dibandingkan dalam ikan mencapai 20 partikel/ekor. Akumulasi MP dalam ikan terdeteksi dalam organ insang dan saluran pencernaan dan belum teridentifikasi dalam organ daging (Rochman et al., 2015).

Penelitian yang dilakukan (Rochman *et al.*, 2015) ditemukan bahwa 28% sampel ikan dan tiram dari laut Makassar memiliki kontaminasi MP. Penelitian lain menunjukkan bahwa cemaran MP ditemukan pada 77% saluran pencernaan ikan teri jepang (*engraulis japonicus*) dengan konsentrasi 2-15 partikel/ekor, meskipun tidak ditemukan pada jaringan daging, hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa MP dapat terabsorpsi dari saluran pencernaan ke organ lain seperti hati dan pankreas serta menimbulkan gangguan kesehatan seperti pada kelenjar endokrin.

Sejak keberadaan MP di laut dan organisme laut pertama kali terungkap melalui penelitian yang telah dilakukan, efek MP pada organisme akuatik yaitu interaksi biologis MP dengan biota laut telah menimbulkan keprihatinan global (Cózar *et al.*, 2014; Ivar Do Sul and Costa, 2014). Studi pajanan telah menyoroti dampak negatif MP yang dikonsumsi oleh organisme laut yaitu jenis *copepoda*, kerang, invertebrata bentik dan ikan, dengan efek terdiri dari berkurangnya makan, kesuburan, pertumbuhan, kelangsungan hidup, perilaku yang berubah dan pergeseran fungsi ekologis (Inhorn and Patrizio, 2014).

MP yang ada pada organisme akuatik baik tingkat populasi maupun individu yang menyerang jaringan, organ, sel, dan tingkat molekuler yaitu menyebabkan pengurangan reproduksi organisme laut, kesulitan memperoleh makanan dan

akhirnya kematian (Ward and Kach, 2009), juga ditemukan adanya tingkat jaringan dan organ organisme laut yang menelan MP menyebabkan stres patologis dan kerusakan jaringan di hati ikan zebra yang sedang berkembang (Pitt *et al.*, 2018), di tingkat seluler dan molekuler, pajanan MP dapat menyebabkan stres oksidatif, metabolisme energi berkurang, gangguan kekebalan, disfungsi neurotransmisi, dan bahkan genotoksisitas (Della Torre *et al.*, 2014; Avio *et al.*, 2015). Ikan laut dilaporkan menelan MP yang mengandung zat kimia beracun sehingga mengakibatkan stres patologis dan oksidatif yaitu peradangan hati (Wright, 2013).

Jika dilihat kemudian maka MP bukan hanya mempengaruhi biota itu sendiri namun MP yang diserap spesies laut tersebut sebagian besar jenis spesies yang banyak terdapat dalam makanan manusia (Zhang *et al.*, 2020). Hewan air seperti udang, *paropa*, *polychaetes*, dan *ciliate* mampu menelan MP *polistiren* dengan ukuran 10 μm , di antaranya *polychaetes* dan cacing kremi mampu mentransfer partikel MP yang diserap ke udang pada tingkat rantai makanan yang lebih tinggi (Carbery *et al.* 2018).

Partikel plastik kecil ditemukan di otolith (tulang kerang yang membantu ikan dalam orientasi dan keseimbangan), kotoran dari ikan lentera dan singa laut, semuanya mengarah pada perpindahan MP dalam rantai makanan. Faktanya, karena waktu retensi MP di organ unsur predator dalam suatu rantai makanan lebih lama dibandingkan waktu dari konsumsi hingga ekskresi, maka hal ini menunjukkan meluasnya perpindahan MP dalam rantai makanan, oleh karena itu, biomagnifikasi MP dapat terjadi di ekosistem laut.

MP yang berpindah ke manusia melalui rantai makanan adalah pajanan

kontaminan lingkungan yang tidak terhindarkan meski begitu tidak banyak yang diketahui tentang efek MP pada manusia, jadi peneliti ingin meninjau bukti potensi efek negatif MP dalam tubuh manusia, dengan fokus pada jalur pajanan dan toksisitas melalui percobaan tikus. Pajanan dapat terjadi dengan menelan dan menghirup karena adanya MP dalam jalur makanan yang dikonsumsi juga di udara bebas (Deng *et al.*, 2017a)

Studi toksikologi sering dilakukan pada hewan untuk membantu menguji keamanan berbagai zat yang dapat berbahaya bagi manusia, hewan, dan lingkungan. Pengujian dalam studi toksikologi dilakukan terhadap produk baru seperti obat-obatan, bahan kimia rumah tangga dan industri, bahan kimia pertanian, dan bahan tambahan makanan. Beberapa bahan kimia ini diuji potensinya menyebabkan iritasi, menghasilkan reaksi fisiologis, menyebabkan kanker, menghasilkan efek teratogenik pada perkembangan janin dalam rahim dan menghasilkan efek buruk pada kesuburan. Dosis dan pajanan bahan kimia tertentu diberikan kepada hewan, yang kemudian menentukan informasi mengenai dosis aman bagi manusia dan tingkat pajanan, untuk mengamati efek yang terlihat ketika produk baru digunakan, atau disalahgunakan dalam situasi yang berbeda, pengujian biasanya berkisar dari satu dosis tinggi hingga pajanan jangka panjang terhadap bahan kimia tertentu. Selain itu, studi toksikologi melalui eksperimen dengan uji toksisitas dirancang untuk meniru kemungkinan jalur pajanan yang mungkin dialami manusia, seperti melalui mulut, kulit, mata, dan saluran udara (McCarty and Borgert, 2006).

Uji toksisitas yaitu suatu uji yang dimaksudkan untuk menentukan efek

berbahaya suatu zat pada sistem biologis dan untuk mendapatkan informasi dosis-respons standar dari spesimen uji. Informasi yang dikumpulkan dapat digunakan untuk menetapkan dosis yang tepat untuk keselamatan manusia dengan mengungkapkan tingkat risiko yang terkait dengan persiapan tes dalam kasus pajanan manusia. Uji toksisitas menggunakan hewan uji sebagai model sangat berguna untuk mengamati adanya reaksi biokimia, fisiologi, dan patologi manusia (Setiawan, Poernomo and Pramana, 2023).

Hasil uji toksisitas dapat memberikan indikasi tentang toksisitas relatif suatu zat dan membantu mendeteksi konsekuensi berbahaya jika manusia terpapar bahan yang bersifat toksik tersebut, tetapi tikus sebagai hewan coba tidak dapat digunakan sebagai bukti bahwa bahan atau persiapan aman bagi manusia, namun faktor-faktor yang menentukan hasil uji toksisitas secara *in vivo* dapat menjadi kesimpulan yang valid melalui prosedur yang baik dengan pemilihan spesies hewan uji, galur dan jumlah hewan; cara pemberian sediaan uji; pemilihan dosis uji; efek samping sediaan uji; serta cara penanganan hewan selama percobaan.

ARKL (analisis risiko kesehatan lingkungan) merupakan sebuah pendekatan lanjutan setelah mengetahui dosis respon yang telah diuji cobakan melalui uji toksisitas tikus yang kemudian terlihat efek yang dapat memprakirakan risiko pada kesehatan manusia berupa efek karsinogenik dan non karsinogenik termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. Jika ADKL (analisis dampak kesehatan lingkungan) difokuskan untuk potensi timbulnya risiko kesehatan baik

secara kualitatif maupun kuantitatif, ARKL lebih ditujukan untuk mengkaji secara kuantitatif probabilitas terjadinya gangguan kesehatan.

Penggunaan ARKL bersamaan dengan ADKL secara benar diharapkan dapat menjadi dasar dalam melakukan upaya penyehatan lingkungan. ARKL ini tidak hanya ditujukan untuk petugas kesehatan saja tetapi juga seluruh pemangku kepentingan. Petunjuk teknis ARKL ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 Tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan, di Indonesia ARKL atau teknik untuk mengevaluasi dampak lingkungan terhadap kesehatan masih belum dikenal dan dimanfaatkan. Padahal, ARKL telah muncul sebagai konsep dasar untuk undang-undang dan peraturan pengelolaan dampak lingkungan di sejumlah negara bagian AS, Australia, dan Uni Eropa.

ARKL telah menjadi proses utama dalam legislasi dan regulasi pengendalian dampak lingkungan. Dalam kerangka AMDAL, efek lingkungan terhadap kesehatan umumnya masih dianalisis secara epidemiologis. Analisis risiko adalah istilah yang setara dengan *risk assessment*, yang mencakup karakterisasi efek-efek potensial yang dapat merugikan kesehatan manusia akibat paparan terhadap bahaya lingkungan.

B. Rumusan Masalah

1. Rumusan Umum

Bagaimana paparan akut dan subkronik dari MP-PE terhadap tikus wistar (*rattus norvegicus*) serta bagaimana risiko kesehatan lingkungan ?.

2. Rumusan Khusus

- a. Berapakah nilai pajanan akut MP-PE terhadap tikus wistar (*rattus norvegicus*) yang dinyatakan dalam LD50 ?
- b. Bagaimanakah efek pajanan akut dan subkronik dari MP-PE terhadap peningkatan kadar kreatinin pada ginjal serta SGOT dan SGPT dari hati tikus wistar (*rattus norvegicus*) ?
- c. Bagaimana gambaran Histopatologis ginjal dan hati pada pajanan akut dan subkronik MP-PE terhadap tikus wistar (*rattus norvegicus*) ?
- d. Bagaimanakah risiko kesehatan akibat pajanan MP-PE dengan metode ARKL (analisis risiko kesehatan lingkungan) ?.

C. Tujuan Penelitian

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman bagi peneliti diantaranya menjadi rujukan informasi bagi peneliti lain, hingga memberikan referensi metode pendekatan tentang MP bagi kerusakan organ melalui tikus dan risiko kesehatan lingkungan bagi manusia.

2. Bagi pengambil kebijakan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi bagi pemerintah untuk menentukan batas aman MP di lingkungan dan tubuh manusia, melalui hasil penelitian eksperimen pajanan MP-PE pada tikus wistar (*rattus norvegicus*) dan kandungan MP-PE yang kelimpahannya banyak ditemukan di

air minum masyarakat, serta risiko kesehatan yang ditimbulkan pada masyarakat akibat mengonsumsi air minum yang mengandung MP.

3. Bagi Universitas

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi perpustakaan dan menjadi bahan perbandingan untuk melakukan penelitian yang sama atau lebih mendalam terkait efek jangka panjang MP terhadap organ lain selain ginjal dan hati pada tikus wistar (*rattus norvegicus*).

4. Bagi Tempat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai gambaran MP-PE dan dampak pada tikus wistar (*rattus norvegicus*) untuk dijadikan sumber informasi bagi para pengambil keputusan dalam merencanakan atau mengambil kebijakan strategis dalam batasan dan baku mutu lingkungan terkait kandungan MP-PE di lingkungan dan nilai ambang batas aman MP pada air minum masyarakat.

5. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi literasi untuk mengetahui dampak MP-PE yang masuk ke dalam tubuh dan efek jangka panjang yang dapat dirasakan.

E. Orisinalitas

Penelitian sebelumnya yang dilakukan hanya terbatas pada karakteristik sampah MP di muara sungai DKI Jakarta, namun tidak meneliti lebih lanjut terkait akumulasi MP di dalam tubuh biota laut, namun pada penelitian (Rahmad *et al.*, 2019) telah melakukan penelitian lebih lanjut tentang identifikasi cemaran MP pada ikan tongkol

(*Euthynnus affinis* C.) dan Dencis (*Sardinella lemuru*) di TPI Lampulo, Banda Aceh

Lebih lanjut pembahasan terkait akumulasi MP yang berdampak pada kesehatan manusia menjadi bahan diskusi di beberapa jurnal internasional salah satunya dalam penelitian Gabriel *et al.*, 2018 tentang *Marine microplastik debris: An emerging issue for food security, food safety and human health* menyampaikan bahwa meski bukti ilmiah menunjukkan adanya MP di beberapa produk makanan, belum ada informasi yang tersedia tentang nasib MP dalam tubuh manusia setelah partikel tersebut masuk dalam tubuh manusia melalui oral (Burns and Boxall, 2018), dalam konteks ini, efek buruk pada kesehatan manusia masih kontroversial dan tidak dapat dimengerti, dengan demikian, beberapa pertanyaan penting tetap terbuka, seperti apakah MP-PE berperan dalam perkembangan kanker pada hewan laut dan lebih luasnya pada manusia (Hirt and Body-Malapel, 2020).

Efek jangka panjang dari pajanan MP pada manusia diawali dari partikel yang berpindah melalui beberapa rute (Wright dan Kelly, 2017), juga beberapa eksposur lainnya. Orisinalitas penelitian ini adalah menganalisis adanya pajanan MP-PE terhadap gangguan fungsi ginjal dan hati yang kemudian dianalisa kembali dengan menggunakan metode ARKL untuk mengetahui dampak jangka panjang terhadap efek kesehatan yang belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berikut *State of the art* penelitian sejenis yang dideskripsikan dalam bentuk tabel dari beberapa penelitian dengan bahan pencemar MP yang tersebar di air laut, sedimen dan organisme laut.

Tabel 1. State of the art persebaran MP

	Waktu sampling	Tipe sampel	Konsentrasi	Bentuk	Ukuran	Tipe	Peneliti
Air laut							
Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur.	2018	Air permukaan	Rata-rata $0,018 \pm 0,175$. Tertinggi stasiun Oicina $0,05$. partikel/ m^3	fragmen, fiber, dan film	5-2 mm	polyethylene(PE) , polypropylene (PP)	(Hiwari <i>et al.</i> , 2019)
DKI Jakarta	2019	Muara sungai	Kondisi Pasang : 93 partikel, kondisi surut: 112 partikel	ragments, filaments, films, foams, dan granules.	1- 5 mm	polyethylene(PE) , polypropylene (PP)	(Rahmad <i>et al.</i> , 2019)
Bayuurip, Gresik, Jawa Timur		Perairan	$57,11 \times 10^2$ partikel/ m^3	ragment, fiber, dan film	< 5	polyethylene(PE) , polypropylene (PP)	(Ayuningtyas, 2019)
Sedimen							
Pangandaran, Jawa barat, Indonesia	2017	Sedimen	Jenis fiber Pantai barat rata-rata 35,6 mp, pantai timur rata-rata 19,6 mp. Jenis film pantai barat rata-rata 5,8 mp, pantai timur rata-rata 38,2 mp dan jenis fragmen pantai barat rata-rata 7,8 mp, pantai timur 6,4 mp.	Fiber, film, fragmen	1-5 mm	polyethylene(PE)	(Septian, F.M., Purba, N.P., Agung, M.U.K., Yuliadi, L.P.S., Akuan, L.F., Mulyani, 2018)

laut dalam perairan Sumatera selatan	2015	sedimen	41 partikel mp	Granue, fiber	100-500 μ m	Polyethylene (PE)	(Cordova and Wahyudi, 2016)
Virginia dan Carolina Utara ,Amerika Serikat		Sedimen	Sasiun Carolina OB (2224 particles/kg), Carolina CH (1351 partikel/kg), Virginia FI (1325 partikel/kg) dan Virginia BB (596 partikel/kg)	Serat	3,0 – 0,5 mm	Polypropylene (PP), polyethylene(PE)	(Andrady, 2011)
Vanesia, Italia	2013	sedimen	kelimpahan total S-MPP bervariasi dari 2175 hingga 672 kg	fragmen	30-500 μ m	polietilen (PE), polipropilena,(PP)	(Vianello <i>et al.</i> , 2013)
Teluk Meksiko Utara	2016	sedimen	Total 614 MP	fragmen, fiber, dan film	0,2-1 mm	polietilen, polipropilene, polistirena, poliester dan poliamida alifatik (biasa disebutnilon;	(Wessel <i>et al.</i> , 2016)
Biota laut							
Selat Bali	2018	Ikan Lemuru Protolan (<i>Sardinella Lemuru</i>)	15 partikel	fiber dan film	0,25 – 0,79 mm.	polyethylene(PE) , polypropylene (PP)	(Yudhantari, Hendrawan and Ria Puspitha, 2019)
Pulau Gili Labak, Sumenep	2019	Bulu babi	223 partikel dengan rata-rata 22,3 partikel	Fiber dan film	5 mm	Polietilen (PE)Polyester (PT)	(Lolodo and Nugraha, 2020)

Pulau Lae-Lae Makassar	2020	Kerang Hijau (<i>perna viiridis</i>)	0,13 fiber/gram	fiber	1-5 mm	polyethylene(PE)	(Fachruddin, Yaqin and Iin, 2020)
Perairan Selat Bali	2018	Ikan	Ikan lemuru 7,03 partikel , ikan kembung, 5,03 partikel, ikan layang 4,23 partikel dan ikan layur 3,83 partikel.	Fiber, film, fragmen	1-5 mm	poly ethylenepolyvinyl chloridepoly ethylene terephthalatepolypropylene polycarbonatepolyam idenylon polystyrene acrylonitrile butadiene styrene	(Sarasita, Yunanto and Yona, 2020)

Sel Manusia

Sel monositik darah perifer manusia (PBMCs) U937 (garis sel monositik manusia) THP-1 (garis sel monositik manusia) DMBM-2 (garis sel1 •	2014	sel	NP 20 nm sitotoksik pada sel U937 dan THP-1 NP 20 nm merangsang sekresi IL-8 pada monosit manusia dan menginduksi ledakan oksidatif terukur dalam monosit • NP 500 dan 1000 nm merangsang sekresi IL-6 dan IL-8 pada monosit dan makrofag, kemotaksis dan fagositosis bakteri oleh makrofag, dan	Fiber	(20–1000 nm)	PS	(Prietl <i>et al.</i> , 2014)
---	------	-----	--	-------	--------------	----	-------------------------------

makrofagtikus) memicu ledakan oksidatif granulosit • Pada konsentrasi yang lebih rendah tanpa sitotoksitas, NP 20 nm dihambat, sedangkan NP500 dan 1000 nm meningkatkan fagositosis bakteri oleh DMBM-2

2017 sel PE mikropartikel (3–16 µm) PS partikel (10µm)

T98G (garis sel glioblastoma manusia) HeLa (garis sel adenokarsinoma serviks manusia)

Pada PS PE
fragmen mikropartikel (3–16 µm) PS partikel (10 µm)

(Schirinzi *et al.*, 2017)

A549 (Garis sel 2019 epitel tipe II alveolar manusia)

sel

PS nanopartikel (25 (25 dan 70 nm)

PS nanopartikel

(Xu *et al.*, 2019)

SEKOLAH PASCASARJANA

Dari penjelasan *state of the art* maka orisinalitas dari penelitian ini adalah dampak pajanan akut mikropplastik yang dinyatakan dalam LD50 serta dampak pajanan sub kronis MP-PE dengan melihat peningkatan kadar *bio indicator* kreatinin untuk fungsi ginjal serta SGPT dan SGOT untuk fungsi hati berikut gambaran Histopatologisnya, serta analisis dengan ARKL untuk mengetahui risiko pajanan MP-PE terhadap kesehatan masyarakat.



SEKOLAH PASCASARJANA