

TESIS

**ANALISIS RISIKO PAJANAN MIKROPLASTIK (*POLYETHYLENE*)
MELALUI KONSUMSI KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*)
PADA MASYARAKAT DI KAWASAN PESISIR DESA PAO
KECAMATAN TAROWANG KABUPATEN JENEPONTO**

***RISK ANALYSIS OF MICROPLASTIC (POLYETHYLENE) EXPOSURE
THROUGH CONSUMPTION OF MUSSELS (ANADARA GRANOSA) IN
COMMUNITIES AT
COASTAL AREA OF PAO, JENEPONTO DISTRICT
YEAR 2023***

Disusun dan diajukan oleh

**NURUL FAJRIAH SUDARMAN
K012202038**



**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS RISIKO PAJANAN MIKROPLASTIK (*POLYETHYLENE*)
MELALUI KONSUMSI KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*)
PADA MASYARAKAT DI KAWASAN PESISIR DESA PAO
KECAMATAN TAROWANG KABUPATEN JENEPONTO**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

**Disusun dan diajukan oleh:
NURUL FAJRIAH SUDARMAN**

Kepada

**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS RISIKO PAJANAN MIKROPLASTIK (POLYETHYLENE) MELALUI
KONSUMSI KERANG DARAH (ANADARA GRANOSA) PADA MASYARAKAT DI
KAWASAN PESISIR DESA PAO KECAMATAN TAROWANG KABUPATEN
JENEPONTO**

Disusun dan diajukan oleh


**NURUL FAJRIAH SUDARMAN
K012202038**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 31 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Pembimbing Pendamping,


Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes
NIP. 196610121993031002


Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes
NIP. 198208032008121003

**Dekan Fakultas
Kesehatan Masyarakat**

**Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat**


Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc., Ph.D
NIP. 19720529 200112 1 001


Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., Ph.D
NIP. 19671227 199212 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurul Fajriah Sudarman
NIM : K012202038
Program studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

FAKTOR

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 21 Agustus 2023.

Yang menyatakan



Nurul Fajriah Sudarman

PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatu

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan taufiq serta hidayahNYA sehingga memantu penulis dalam menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Risiko Paparan Mikroplastik (Polyethylene) melalui Konsumsi Kerang Darah (Anadara Granosa) pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto”.

Tesis ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat dalam Kesehatan Lingkungan pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Salam teruntuk kedua orang tua, ayahanda **Sudarman** dan ibunda tercinta **Sitti Fatimah** atas segala dukungan tak terhingga baik moril dan materil yang penulis butuhkan sehingga berhasil menuntaskan studi.

Dengan hormat, penulis haturkan terima kasih kepada **Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes** sebagai ketua penasihat dan **Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes** selaku anggota Dewan Penasihat atas segala bimbingan dan arahan kepada penulis hingga dapat mencapai tahap ini. Begitu pula kepada penguji : **Prof. Anwar, SKM.,M.Sc.,Ph** bersama **Prof. Masni, Apt.,MSPH** dan **Dr. Aminuddin Syam, SKM.,M.Kes.,M.Med.,ED** penulis haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala saran dan masukan yang membangun dalam perbaikan penulisan tesis ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis haturkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ridwan, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH** ketua program studi magister ilmu kesehatan masyarakat Universitas Hasanuddin
2. Seluruh dosen dan staf program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat. Khususnya program studi kesehatan lingkungan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat
3. Bapak **Abd. Rahman K, ST** selaku pengelola Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat atas segala bantuannya dalam proses pengurusan berkas
4. Rekan Mahasiswa (i) Program Magister Kesehatan Masyarakat khususnya rekan riset mikroplastik pada biota laut untuk kolaborasi dan Kerjasama Tim yang selalu memberikan motivasi, semangat dan symbiosis kepada penulis selama menepuh studi
5. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Saya berharap segala kebaikan dan bantuin yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT dan semoga kita selalu berada dalam lindunganNYA sehingga dapat menjalankan segala tugas dengan sebaik mungkin. Aamiin.

Makassar, 21 Agustus 2023

Nurul Fajriah Sudarman

ABSTRAK

NURUL FAJRIAH SUDARMAN. *Analisis Risiko Paparan Mikroplastik (Polyethylene) Melalui Konsumsi Kerang Darah (Anadara Granosa) pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.* (Dibimbing oleh **Anwar Daud** dan **Agus Bintara**).

Plastik adalah bahan yang murah, tahan lama, ringan dan mudah dibentuk. Dengan kemajuan teknologi bahan plastik secara bertahap menggantikan bahan tradisional. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis tingkat risiko paparan mikroplastik (Polyethylene) melalui konsumsi kerang pada masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.

Sebuah penelitian analisis deskriptif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Sampel dalam penelitian ini adalah 30 responden dan 125 ekor Kerang Darah (*Anadara Granosa*). Data diperoleh dengan wawancara menggunakan kusioner, identifikasi MPs pada kerang di laboratorium, serta identifikasi jenis polimer menggunakan FTIR- spectroscopy.

Hasil penelitian menunjukkan Mikroplastik yang ditemukan pada sampel Kerang Darah (*Anadara Granosa*) sebanyak 68 item MPs, dengan bentuk dominan adalah line dan warna biru. Jenis polimer dari hasil FTIR adalah Polyethylene (PE), Polystyrene (PS), Low-density polyethylene (LDPE), dan Polyvinyl chloride (PVC). Rerata asupan harian (Intake) non karsinogenik adalah 0,0001 mg/kg/hari, Rerata tingkat risiko (RQ) adalah 0,00034, Nilai asupan harian $\leq 0,3$ (RfD Polyethylene), sehingga dikatakan aman dan nilai tingkat risiko (RQ) ≤ 1 , maka dikategorikan risiko paparan MPs pada manusia melalui konsumsi kerang masih dikategorikan aman. Jalur paparan MPs pada manusia tidak hanya melalui kerang, sehingga tetap diperlukan upaya pengendalian risiko paparan MPs pada manusia.

Kata Kunci: Analisis Risiko, Polyethylene, Mikroplastik (MPs), Kerang Darah, FTIR-spectroscopy



ABSTRACT

NURUL FAJRIAH SUDARMAN . *Analysis Risk exposure Microplastic (Polyethylene) Via Consumption of Blood Clams (Anadara Granosa) in Communities in Coastal Areas Pao Village District Tarowang Regency Jeneponto* . (Supervised by **Anwar Daud** and **Agus Bintara**) .

Plastic is a cheap, durable, lightweight and malleable material . With the advancement of technology, plastic materials are gradually replacing traditional materials. Objective study This For analyze level risk exposure microplastic (Polyethylene) via consumption shellfish in communities in the coastal area Pao Village Tarowang District, Jeneponto Regency.

This Type of study is a descriptive analysis using the Environmental Health Risk Analysis (ARKL). The sample for this study consisted of 30 respondents and 125 tails blood clams (*Anadara Granosa*). Data collected through questionnaires used during interview, MPs found in shellfish in the lab, and kind of polymer identified using FTIR spectroscopy.

The findings indicated that *Anadara Granosa* samples contained a total 68 microplastic items, with the dominant types being line and blue colored fragments . The identified polymer types using FTIR analysis were Polyethylene (PE), Polystyrene (PS), Low-density polyethylene (LDPE), and Polyvinyl chloride (PVC). The average daily intake of non-carcinogenic microplastic was 0.0001 mg/kg/day, and the calculated risk level (RQ) was 0.00034, which is below the acceptable threshold. The daily intake value was also found to be below ≤ 0.3 (RfD Polyethylene), indicatinf savety. Moreover, the risk level (RQ) was ≤ 1 , suggesting that the risk of microplastic exposure through shellfish consumption categorized as safe. However, it is important to note that there are other pathways of microplastic exposure in humans apart from shellfish compsumption, which highlights the need for ongoing effort to control the risk of microplastic exposure in humans.

Keywords : Analysis Risk, Polyethylene, Microplastics (MPs), Blood Shells , FTIR-spectroscopy



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Tujuan penelitian.....	122
D. Manfaat penelitian	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	155
A. Tinjauan Umum Tentang Mikroplastik	15
B. Tinjauan Umum tentang Polyethylene	211
C. Tinjauan Umum Tentang Kerang Darah	300
D. Rute Paparan Mikroplastik Pada Manusia	355
E. Dampak Mikroplastik Terhadap Kesehatan	39
F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	444
G. Kerangka Teori	511
H. Kerangka Konsep.....	533
I. Definisi operasional	555
J. Tabel Sintesa	577
BAB III METODE PENELITIAN	600
A. Jenis Penelitian.....	600
B. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	600
C. Populasi Dan Sampel	611
D. Pengumpulan Data	644
E. Prosedur Penelitian	644
F. Pengolahan Dan Analisis Data.....	722
G. Penyajian Data	755

BAB IV.....	766
A. Hasil Penelitian.....	766
B. Pembahasan.....	88
BAB V PENUTUP.....	10808
A. Kesimpulan.....	10808
B. Saran.....	10909
DAFTAR PUSTAKA	891

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto	11
Gambar 2. Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Bentuk Klasifikasi	19
Gambar 3. Struktur molekul ethylene.....	21
Gambar 4. Degradasi polimer di lingkungan	30
Gambar 5. Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>)	33
Gambar 6. Kerangka Teori.....	62
Gambar 7. Jumlah Sampel Kerang yang diambil di setiap lokasi	63
Gambar 8. Proses Identifikasi jenis polimer mikroplastik	70
Gambar 9. Peta Desa Pao Kecamatan Tarowang	77
Gambar 10. Titik lokasi pengambilan sampel kerang darah	78
Gambar 11. Mikroplastik yang ditemukan pada sampel kerang darah ...	81
Gambar 12. Spektrum gelombang hasil analisis FT-IR.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk klasifikasi	19
Tabel 2. Definisi Operasional	55
Tabel 3. Tabel Sintesa	57
Tabel 4. Distribusi karakteristik responden di Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto	79
Tabel 5. Jenis kerang yang diidentifikasi mikroplastik (MPs)	80
Tabel 6. Jumlah mikroplastik pada Kerang Darah (Anadara Granosa)....	80
Tabel 7. Bentuk dan warna mikroplastik pada Kerang Darah (Anadara Granosa)	80
Tabel 8. Analisis FT-IR mikroplastik (MPs) pada Kerang Darah (Anadara Granosa)	83
Tabel 9. Rekapitulasi rerata konsentrasi mikroplastik (Polyethylene) pada Kerang Darah (Anadara Granosa)	84
Tabel 11. Distribusi Rerata Laju Asupan Kerang (gram/hari)	85
Tabel 12. Distribusi rerata frekuensi pajanan mikroplastik (Polyethylene) berdasarkan konsumsi kerang darah pada masyarakat kawasan pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto ...	86
Tabel 13. Distribusi rerata berat badan (kg) responden berdasarkan konsumsi Kerang Darah pada masyarakat kawasan pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto	87

Tabel 14. Interpretasi hasil perhitungan indikator asupan harian (intake)	
mikroplastik (Polyethylene)	87
Tabel 15. Interpretasi Hasil Perhitungan Asupan Harian (Intake)	
Mikroplastik (Polyethylene)	88
Tabel 16. Interpretasi Hasil Perhitungan Tingkat Risiko Paparan	
Mikroplastik (Polyethylene)	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Saat ini plastik telah merambah semua aspek kehidupan sehari-hari mulai dari pakaian hingga pelapis dan dari kendaraan pengangkut hingga produk pembersih. Plastik adalah bahan yang murah, tahan lama, ringan, dan mudah dibentuk (Boucher and Friot, 2017). Dengan kemajuan sains dan teknologi, bahan plastik secara bertahap menggantikan bahan tradisional seperti kayu, logam dan kaca dalam berbagai aplikasi karena biaya produksi rendah, tahan lama, dan kekuatan tinggi dibanding dengan bahan tradisional (Ahmed et al.2018). Di antara berbagai penggunaan plastik, bahan kemasan terbuat dari polietilen, polypropylene, polystirene dan polietilen tereftalat merupakan bahan dengan permintaan terbesar >40% (PlasticEurope, 2019). Sejak 390,7 juta metrik ton bahan plastik dihasilkan pada tahun 2021 dibandingkan dengan 1,5 juta metrik ton yang diproduksi pada tahun 1950, orang mungkin menyimpulkan bahwa pembuatan plastik tumbuh dengan cepat secara global (Zhou et al., 2022). Selain itu, diperkirakan pada tahun 2025, jumlah limbah plastik akan naik menjadi sekitar 250 juta metrik ton (Focardi et l., 2022). Ini memiliki jumlah aplikasi yang mungkin tidak terbatas, sehingga penggunaannya terus mengalami peningkatan dalam memenuhi kebutuhan harian masyarakat. Plastik yang tidak lagi terpakai ini jika tidak dikelola akan terbuang ke pantai

dan terbawa lagi oleh arus pasang surut sehingga mengendap di ekosistem pesisir seperti mangrove, terumbu karang dan lamun. Buangan ini menurunkan nilai estetika di pantai. Adapun salah satu penyebab tingginya volume sampah plastik di pantai antara lain karena letak rumah penduduk yang begitu dekat dan membelakangi pantai (Tuhumury dan Ritongan, 2020). Saat ini hanya 9% dari total limbah plastik yang dihasilkan didaur ulang, 50% dibuang ke tempat pembuangan sampah, 19% dibakar di insenerator, dan sisanya 22% dibuang sebagai sampah, yang diklasifikasikan sebagai limbah plastik yang tidak dikelola (Babaremu et al., 2022). Yang terakhir biasanya dilepaskan ke tanah atau lingkungan perairan. Menurut perkiraan, hampir 10% dari sampah plastik (yaitu, sisa 22% dari total limbah plastik yang dihasilkan yang disebut di atas) yang dibuang dengan tidak benar memasuki habitat laut, di mana ia akan tetap dan menumpuk seiring waktu (Watt et al., 2021). Pada ilmuwan telah memperingatkan bahwa pada tahun 2050, akan ada lebih banyak plastik daripada ikan jika peningkatan cepat dalam pembuangan limbah plastik ke badan air berlanjut pada laju saat ini (Anik et al., 2021).

Asosiasi Industri Plastik (INAPLAS) mengemukakan data terkait sampah plastik, dimana Indonesia menghasilkan hingga 64 juta ton per tahun, Sebesar 3,3 juta ton sampah plastik tersebut dibuang ke laut. Adapun limbah berupa kantong plastik yakni tidak kurang dari 10 milyar lembar per tahunnya dibuang ke lingkungan (Yusuf, 2019).

Sampah plastik mencakup semua residu ukuran, mulai dari barang besar yang terlihat dan mudah dilepas, hingga partikel kecil yang tidak terlihat. Dimana sumber mikroplastik primer yaitu mikroplastik yang langsung dilepaskan ke lingkungan sebagai partikel plastik kecil (ukuran <5 mm). sedangkan mikroplastik sekunder sebagian besar berawal dari penurunan sampah plastik besar yang jadi adegan plastik lebih kecil sesudah terhampar ke area laut. Mikroplastik primer dapat menjadi tambahan sukarela untuk produk seperti agen scrubbing dalam produk perawatan pribadi (gel mandi, krim, dll). Mikroplastik pula bisa bersumber dari erosi barang plastik besar sepanjang pemakaian ataupun pemeliharaan manufaktur semacam abrasi ban dikala mengemudi ataupun erosi tekstil buatan imitasi disaat dicuci (Boucher and Friot, 2017).

Plastik saat ini dapat alami fragmentasi fisik, mekanik, dan biologis berubah jadi partikel yang lebih kecil antara lain seperti mikroplastik dengan ukuran <5 mm. Mikroplastik sudah ditemukan di area perairan beberapa negara, antara lain Iran, Bangladesh, India, Cina, Meksiko, Kanada dan Indonesia (Sari, et al., 2021). Hal demikian menimbulkan dampak buruk dikarenakan Mikroplastik tidak mudah mengalami degradasi dan mampu mengadsorpsi hidrofobik senyawa yang persisten dan beracun di wilayah perairan (Rios Mendoza & Balcer, 2019).

Mikroplastik memiliki potensi dalam mengkontaminasi karena partikel Mikroplastik dapat mengalami biomagnifikasi, dimana pada rantai makanan terjadi transfer polutan. Biomagnifikasi Mikroplastik didapatkan pada ikan

dan kerang yang hidup di lingkungan perairan yang terkontaminasi (Caruso, 2019). Selain di perairan, Liu et al (2019) mendapatkan mikroplastik di udara. Mikroplastik ini terdiri dari polietilen tereftalat (PET), resin epoksi (EP), polietilena (PE), resin alkid (ALK), rayon (RY), polipropilen (PP), poliamida (PA), dan polistiren (PS). PET, EP, PE, dan ALK ialah mendominasi (90%) dari semua jenis polimer.

Mikroplastik sudah ditemui dalam air minum, air bungkusan, garam, bir, madu. Pada air minum, Fokus elemen yang diinformasikan dalam sampel berkisar dari 0 sampai lebih dari 104 elemen atau Lt dengan angka pada umumnya 103 elemen atau Lt. Air minum yang berasal dari tanah mempunyai Fokus mikroplastik lebih dari 103 atau Lt. Pada air payau, wujud elemen mikro (mikroplastik) amat bermacam- macam ialah adegan, serat, film, busa serta pellet. Kosentrasi mikroplastik yang ditemui dalam madu merupakan 0. 116 serat atau gr dengan kisaran dimensi 40- 9000 μ m serta 0. 009 adegan atau gram dengan kisaran dimensi 10- 20 μ m. Fokus mikroplastik pada bir merupakan 0. 025 elemen atau ml serta 0. 033 adegan atau ml (WHO, 2019).

Biomagnifikasi Mikroplastik juga ditemukan pada kotoran manusia (Aliabad, 2019) dan plasenta manusia (Ragusa, et al., 2021). Hal tersebut dapat terjadi secara tidak langsung atau disebut transfer sekunder. Misalnya dengan memakan hewan pada rantai makanan, dikarenakan ukuran yang kecil, sehingga mikroplastik dapat ditelan oleh berbagai hewan akuatik seperti ikan, kerang dan plankton yang memfilter air laut untuk

menangkap makanannya atau burung dan ikan besar yang memakan mikroplastik karena mengira itu merupakan mangsanya. Yang proses akhirnya dapat mengakibatkan penumpukan biomassa dan manusia sebagai konsumen akhir akan terpapar mikroplastik secara sekunder (Smith, et al., 2018).

Partikel mikroplastik ditemukan pada sedimen dan hewan penyaring makanan berdasarkan berbagai penelitian (Jahan et al. 2019). Hasil penelitian di Tokyo, Jepang, menunjukkan bahwa sekitar 1 m, 10 m, dan 90 m mikroplastik teridentifikasi dalam tubuh kerang Mediterania *Mytilus galloprovincialis* (Kinjo et al. 2019). Kerang, sebagai organisme penyaring makanan, paling banyak menyerap mikroplastik di tubuhnya. Menurut studi dari Laut China, mikroplastik melimpah di sedimen dengan berat 25 hingga 300 n/kg berat basah (wt) dan di air permukaan pada 1597 hingga 12.611 n/m³ (Di dan Wang, 2018). Mikroplastik ditemukan di dekat cagar laut terpencil di pantai tak berpenghuni California. Partikel mikroplastik ada di air dengan konsentrasi 36,59 plastik per liter, dan di sedimen dengan laju 0,227 hingga 0,135 plastik per gram sedimen kering. Keong herbivora *Tegulanebalis* memiliki kepadatan mikroplastik tertinggi, dengan 9,91–6,31 plastik per g berat jaringan kering (Saley et al., 2019).

Menurut penelitian Geyer et al (2017), kategori berlimpah dalam produksi plastik non-serat di seluruh dunia termasuk PE (36%), PP (21%), dan PVC (12%), diikuti oleh polietilen tereftalat (PET), poliuretan (PUR) dan polistirena (PS) (masing-masing kurang dari 10%). Tujuh kelompok ini

menyumbang 70% dari plastik yang terdiri dari poliamida, yang merupakan bahan termoplastik yang dapat diproses menjadi serat, film, atau bentuk.

Indonesia merupakan negara maritim sehingga protein hewani dari laut adalah kontributor yang cukup besar dalam memasok protein bagi masyarakat Indonesia. Oleh karenanya adanya gangguan pada ekosistem laut dapat memberikan efek pada rantai makanan dan manusia yang berada pada puncak rantai makanan dapat merasakan akumulasi biomassa. Meski tidak mengonsumsi mikroplastik sebagai makanan, namun mikroplastik dapat terakumulasi dalam tubuh melalui proses konsumsi hewan akuatik (Supit, Tompodung, & Kumaat, 2022).

Sebagai negara maritim, Indonesia menjadi rentan terhadap paparan dari mikroplastik yang terdapat pada biota laut yang kemudian dikonsumsi dalam jangka waktu yang panjang dan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia yang mengkonsumsinya. Mikroplastik memiliki efek ekotoksikologis utama terhadap manusia dan banyak biota lainnya, terutama hewan air. Komposisi fisik dan kimia secara utama menentukan ekotoksikologisnya. Namun, pengetahuan konferhensif tentang rute paparan dan efek toksik dari mikroplastik pada hewan dan kesehatan manusia tidak sepenuhnya diketahui. Konsumsi atau asupan air yang terkontaminasi atau makanan, menghirup udara yang terkontaminasi mikroplastik, dan kontak kulit dengan air, udara, tekstil dan kosmetik yang terkontaminasi adalah tiga rute utama paparan mikroplastik (Alimba et al, 2021; Prata et al, 2020; Prokuc et al 2021; Revel et al, 2018). Karena

peningkatan konsumsi plastik dan buruk pengelolaan limbah, bentuk kontaminasi ini sekarang tidak hanya tersebar luas, tetapi juga dimakan oleh berbagai hewan dari berbagai lingkungan dan pendekatan pemberian makanan, termasuk ikan pelagis dan bentuk, ikan pemakan filter dan benthos (M Atamanalp, 2022).

Beberapa penelitian menemukan mikroplastik pada ikan Lemuru Pretolan (*Sardinella Lamuru*) hasil tangkapan di Selat Bali (Yudhantari, Hendrawan, & Pusphita, 2019). Kelimpahan mikroplastik juga ditemukan pada pencernaan ikan *Anodontostoma Chacunda* di Teluk Jakarta (Manalu, Hariyadi, & Wardiatno, 2017). Polyethylene teridentifikasi pada tiram liar (*crassostrea tulipa*) di Teluk Guinea dan potensi paparannya pada manusia (Addo S., 2022).

Penelitian serupa juga menunjukkan ditemukannya mikroplastik pada pencernaan ikan pelagis jenis tongkol (*Euthynnus*) dan lemuru (*Sardinella*) serta ikan demersal jenis kerisi (*Epinephelus*) dan kerapu (*Nemipterus*) dari air laut di perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang (Rahmadhani, 2019). Pada pencernaan ikan katombo (*Rastrellinger Kanagurta*) dari teluk Palu juga ditemukan mikroplastik (Wirawan, et al., 2021). Pada produksi ikan pindang, dimana bahan baku utamanya yakni ikan dan garam juga ditemukan cemaran mikroplastik. Terdapat 5 jenis ikan dari pengolah ikan pindang di daerah Bogor yang dilakukan analisis yakni bandeng (*Chanos chanos*), tongkol (*Euthynnus affinis*), layang (*Decapterus russelli*), semar/etem (*Mene maculata*), dan kembung (*Rastrelliger kanagurta*), yang

meliputi daging ikan segar dan produk pindangnya, garam, dan air rebusan pindang. temuan riset membuktikan sejumlah mikroplastik pada daging produk pindang (Gunawan, Efendi, & Warsiki, 2021).

Efek toksikologis dari mikroplastik memiliki perbedaan pada tiap organisme. Mikrobiota usus terkait adalah target toksisitas untuk beberapa kontaminan, terutama mikroplastik, dan terkait erat dengan masalah kesehatan inang. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa mikroplastik bukan Cuma mampu berinteraksi langsung serta pada mikroorganisme tetapi juga berfungsi sebagai pembawa kontaminan lain dan terlibat dalam interaksi tidak langsung dengan mikroorganisme (Lu et al, 2019).

Berdasarkan aspek keamanan pangan, pencemaran atau keberadaan mikroplastik pada seafood membuatnya tidak steril untuk disantap. Mikroplastik memiliki tambahan senyawa kimia dalam proses buaatannya mampu menyerap kontaminan di sekeliling lingkungannya (Rochman, et al 2015). Analisis mikroplastik dalam biota laut sebagian besar berfokus pada kerang dan ikan di seluruh dunia (Li et al., 2019; Thiele et al., 2019). Kerang adalah pengumpan filter yang teru memompa air ke seluruh tubuh mereka dan menangkap partikel makanan seperti mikroalga dari kolom air (Beyer et al., 2017). Sedangkan untuk ikan, banuak spesies adalaah pengumpan selektif yang mungkin tidak aktif tetapi secara keliru memakan mikroplastik. Namun, konsumsi mikroplastik oleh ikan masih umum melalui transfer trofik dari mangsa (Batel et al.,2016).

Kehadiran mikroplastik di area perairan serta di seafood, tingkatan kemampuan terbentuknya perpindahan, penumpukan serta bioavailability bermacam senyawa polutan berkanjang, bioakumulatif, serta toksik (PBT) semacam phthalates, nonyphenol, bisphenol A, PAH, PCB, PBDE, serta DDT lewat kaitan santapan. Senyawa- senyawa itu bisa terhampar ke orang lewat mengkonsumsi seafood yang terkontaminasi plastik (Romeo, 2016).

Kehadiran mikroplastik selaku kontaminan seafood pasti berakibat pada pandangan mutu serta keamanan (safety) seafood yang diperoleh, yang pada gilirannya hendak mengecam daya tahan pangan sebab seafood ialah pangkal protein hewani yang amat berarti.

Bahaya yang dapat ditimbulkan mikroplastik antara lain terganggunya sistem rantai makanan yang terdapat dalam hewan akuatik misalnya *filter feeder* dimana ia mengkonsumsi partikel, materi organik dan beberapa makhluk hidup yang tersuspensi pada sedimen. Kerang Darah (*Anadara Granosa*) merupakan salah satu filter feeder yang pernah diteliti dan terbukti terdapat partikel mikroplastik dari hasil pengujian sampelnya (Fitri dan Patria, 2019; Ukhrowi et al 2020; Tuhumury dan Ritongan, 2020). Dalam studi ikan sebra dewasa partikel polietilen ditemukan di insang dan lambung, dan 89% dari daerah susu ditempati oleh polietilen untuk mengurangi ruang makan, pada saat yang sama, perilaku abnormal dan gen terkait reproduksi ekspresi yang tidak biasa diamati (Mak et al, 2019). Dalam penelitian lain, toksisitas teratogenik sublethal dari mikroplastik polietilen ditunjukkan dalam embrio ikan zebra juga (De Guzman et al,

2020). Pada saat yang sama, partikel polietilen juga dapat digunakan sebagai pembawa racun organik lainnya seperti nitroanthracene untuk memiliki dampak yang lebih mendalam pada ikan (Zhang et al, 2021).

Analisa tingkatan resiko paparan mikroplastik lewat mengkonsumsi ikan pada warga tersebut juga menemukan Kelimpahan mikroplastik sebanyak 18 partikel. Jenis mikroplastik yang ditemukan berbentuk garis/serat dengan variasi warna dan ukuran yang berbeda-beda. Laju asupan untuk karsinogenik berjumlah 0.009328 mg/kg/hari dan untuk non-karsinogenik sebesar 0.004754 mg/kg/hari. (Lisawati, *et al.* 2020)

Kabupaten Jeneponto ialah satu diantara wilayah di SULSEL dengan potensi sumberdaya laut ialah bermacam tipe ikan serta kerang-kerangan sebagai sumber protein hewani. Salah satunya di Kecamatan Tarowang, dimana mayoritas penduduk di sekitar pesisir berprofesi sebagai petani rumput laut dan nelayan. Dimana hasil tangkapan dari laut tersebut dimanfaatkan warga untuk dijual sebagai nilai tambah ekonomi juga untuk dikonsumsi.

Berdasarkan survey awal di lokasi penelitian, ditemukan banyaknya limbah plastik buangan warga berada di area pantai dusun Pao Kec. Tarowang Kab. Jeneponto.



Gambar 1. Kondisi Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto

Penumpukan elemen mikroplastik pada orang mempunyai kemampuan resiko kesehatan semacam sitotoksitas, hipersensitivitas, jawaban kebal yang tidak di idamkan, serta jawaban kronis semacam hemolisis (Hwang et al. 2019).

Salah satu pencemar yang berisiko bagi kesehatan masyarakat adalah melimpahnya mikroplastik pada biota laut. Ini menimbulkan pertanyaan mengenai sejauh mana mikroplastik, khususnya Polyethylene, menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia karena tidak memenuhi persyaratan keamanan pangan. Oleh karena itu, penting untuk meninjau kembali bukti dalam penelitian ini yang menunjukkan makanan laut (kerang) terkontaminasi mikroplastik, khususnya Polietilen, serta tingkat bahaya kesehatan manusia yang ditimbulkan oleh keberadaan mikroplastik di lingkungan laut.

B. Rumusan Masalah

Berlandaskan pada latar belakang di atas maka rumusan masalah pada riset ini ialah “Bagaimana tingkat risiko pajanan mikroplastik melalui konsumsi kerang pada masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto?”.

C. Tujuan penelitian

1. Tujuan umum

Tujuan umum dari riset ini merupakan guna menganalisa tingkatan resiko pajanan mikroplastik (Polyethylene) melalui konsumsi Kerang Darah pada masyarakat di Area Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto

2. Tujuan khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada Kerang Darah yang berada di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- b. Untuk mengidentifikasi bentuk dan warna mikroplastik yang ditemukan pada Kerang Darah di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- c. Mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik pada Kerang Darah yang ada di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.

- d. Untuk menganalisis konsentrasi mikroplastik (*Polyethylene*) pada Kerang Darah yang dikonsumsi masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- e. Untuk menganalisis laju asupan mikroplastik melalui Kerang Darah yang dikonsumsi masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- f. Untuk menganalisis frekuensi pajanan mikroplastik melalui Kerang Darah pada masyarakat di kawasan pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- g. Untuk menganalisis durasi pajanan mikroplastik melalui Kerang Darah yang dikonsumsi masyarakat di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- h. Untuk menganalisis berat badan masyarakat yang terpajan oleh mikroplastik melalui Kerang Darah di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- i. Untuk menganalisis tingkat asupan harian (Intake) masyarakat yang terpajan oleh mikroplastik melalui Kerang Darah yang dikonsumsi masyarakat di kawasan pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto
- j. Untuk menganalisis tingkat risiko (*Risk Quotient/RQ*) masyarakat yang terpajan mikroplastik (*Polyethylene*) di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.

D. Manfaat penelitian

1. Manfaat teoritis

- a. Melalui penelitian diharapkan memperkuat bukti-bukti empiris terkait potensi tingkat risiko dari pajanan mikroplastik
- b. Menjadi sumber pengetahuan tambahan bagi pembaca terkait analisis risiko pajanan mikroplastik dengan menempuh Kerang Darah pada masyarakat di area pesisir Desa Pao Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.

2. Praktis

a. Masyarakat

Melalui penelitian ini diharapkan masyarakat mendapatkan informasi terkait adanya potensi bahaya dari pajanan mikroplastik sehingga semakin menyadari pentingnya menjaga lingkungan dari kegiatan pencemaran mikroplastik di Kawasan Pesisir yang dapat berdampak pada lingkungan dan kesehatan masyarakat.

b. Peneliti selanjutnya

Melalui penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi, kajian, landasan ilmiah yang mendorong dalam penelitian lebih lanjut.

c. Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Kesehatan, dan Pemerintah

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam merumuskan kebijakan yang perlu diambil dalam upaya pencegahan dampak dari mikroplastik terhadap lingkungan, biota laut dan kesehatan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Mikroplastik

1. Pengertian Mikroplastik

Mikroplastik adalah potongan plastik yang sangat kecil yang dapat mencemari lingkungan. Diameter maksimum mikroplastik adalah 5 mm. Beberapa pendapat beranggapan bahwa batas bawah ukuran partikel adalah benda berukuran 12 dengan ukuran partikel minimal 0,3-5 mm. (Covernton dan Cox, 2019).

Potongan plastik ini tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran, tetapi biasanya berdiameter 5 mm atau kurang. Mikroplastik tidak terlihat secara langsung atau tanpa alat khusus, tetapi dapat membahayakan biota dan badan air. (Barrows, 2017).

2. Karakteristik Mikroplastik

Karakteristik mikroplastik diantaranya mengambang bebas pada bagian atas air, pasif, tetapi secara perlahan mengendap pada dasar laut (SAPEA, 2019). Umumnya potongan plastik akan menyebar dan berubah Mikroplastik polietilen, polistirena, dan polipropilena di sungai dan laut pertama kali mengapung, sedangkan mikroplastik dengan kepadatan yang lebih seperti polivinilklorida serta nilon biasanya tenggelam di air (J.R. Jambeck et al., 2015).

Beberapa jenis polimer mikroplastik yang umum terdapat di lingkungan antara lain Polyethylene (PE), Polystyrene (PS), Polyamide atau

nylon (PA), Polycarbonate (PC), Polypropylene (PP), Acrylonitril Butadiene styrene (ABS), Polyethylene-terefthalat (PET), Polyvinyl Chloride (PVC), dan Polymethyl methacrylate (PMMA).

Dibandingkan dengan jenis plastik lain, output polietilen adalah tertinggi (Dansi et al.,2019). Menurut laporan baru-baru ini oleh perusahaan statistik Statista Jerman, produksi polietilen global adalah sekitar 104,4 juta ton untuk tahun 2020, dan diperkirakan nantinya menggapai 121,4 juta ton pada tahun 2026 (Tiseo, 2021). Polyethylene banyak digunakan di berbagai bidang seperti pengemasan, konstruksi, dan transportasi (Geyer,2020). Polypropylene dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tali, tutup botol, dan roda gigi, alat pemancing, serta pengikat Polyethylene-terefthalat (PET) dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan botol, pengikat, dan tekstil; Polyvinyl Chloride dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan selaput, pipa, dan kontainer; Polyamide dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan tali dan jaring ikan (Lusher, Peter, & Jeremi, 2017).

Ciri fisik dan kimia mikroplastik memudahkan penyerapan kontaminan pada permukaan partikel. Permukaan partikel bertindak seperti media untuk polutan biologis setelah dikonsumsi. (Carbery et al. 2018).

3. Sumber Mikroplastik

Sumber Mikroplastik antara lain adalah polimer dengan berbagai karakteristik. Mikroplastik juga memberikan pengaruh terhadap distribusi dalam air, salah satunya organisme dan habitat lainnya yang dapat rusak

oleh mikroplastik. Keadaan angin lokal, arus pada air, serta geo morfologi dapat memberikan pengaruh terhadap diseminasi mikroplastik berisi air serta penumpukan spasialnya (Veerasingam et al.,2020).

Plastik telah menjadi permasalahan polusi yang cukup serius. Oleh karena sifatnya yang persisten, makin lama plastik akan mempunyai sifat partikel yang lebih kecil karena mengalami degradasi. Sampah plastik dominan ditemukan mengambang di laut, dimana ia akan penurunan oleh sinar UV, mikroba serta panas dan abrasi fisik sehingga berubah menjadi pecahan plastik yang lebih kecil (Urbanek et al., 2018).

Mikroplastik primer ialah partikel yang mempunyai ukuran kecil serta sengaja dibikin guna keperluan industri, antara lain microbeads sebagai bahan abrasif pada kosmetik, pelet resin pra produksi, dan bubuk dengan ukuran mikro yang digunakan untuk pelapis tekstil. Adapun mikroplastik sekunder yakni partikel fregmentasi yang bersumber dari produksi partikel tiap polimer sintetik organik yang telah dipergunakan serta telah menjadi sampah di lingkungan. Antara lain fremen plastik padat, lapisan yang telah terkelupas, serat mikro yang berasal dari kain dan tali, serta puing-puing yang berasal dari ban yang aus.

Angin dan arus laut dapat membawa mikroplastik yang berasal dari air laut yang mengambang di permukaan air di seluruh dunia (Maximenko et al., 2015). Selain itu, semakin banyak spesies air kecil ditemukan mengonsumsi mikroplastik, dan hal itu dapat menimbulkan dampak biologis yang berbahaya. Karena sifat hidrofobiknya, racun organik dapat

menumpuk pada konsentrasi hingga satu juta kali lebih besar daripada yang ditemukan di air sekitarnya (Mason, SA, et al., 2016). Bahan kimia yang dibuat oleh aditif plastik seperti plasticizer, antioksidan, penstabil UV dan panas, penghambat api, dan pigmen menunjukkan berbagai toksisitas. Bahan kimia atau zat aditif yang terserap atau tercuci dari mikroplastik yang tertelan dalam sistem pencernaan organisme dapat memiliki efek toksik tambahan selain toksisitas partikel (Rochman et al., 2015).

Manusia dapat mengonsumsi jaring makanan laut yang menyimpan mikroplastik, seperti bivalvia, yang dapat membuat mereka terkena mikroplastik. Spesies tingkat trofik tinggi dapat langsung terpapar mikroplastik melalui konsumsi langsung lempeng mikro yang ditularkan melalui air. Di sisi lain, uji toksisitas laboratorium telah menunjukkan bahwa keracunan partikel mikroplastik terjadi pada konsentrasi satu hingga tiga kali lebih tinggi daripada yang ditemukan di lingkungan (Lenz, Endres, & Nielsen, 2016). Selain itu, studi pemodelan telah mengantisipasi bahwa menelan mikroplastik akan berdampak lebih kecil pada akumulasi senyawa berbahaya (selain bahan tambahan kimia) dalam organisme laut dibandingkan jalur paparan lainnya. (Herzke et al., 2016).

4. Ukuran dan bentuk mikroplastik

Mikroplastik secara umum digolongkan berdasarkan ukuran, bentuk dan warnanya. Dikarenakan jangkauan dampak paparan pada organisme maka ukuran memiliki peranan yang penting. Luasnya permukaan berbanding dengan rasio volume yang ada pada partikel kecil

menyebabkan mikroplastik memiliki kemampuan melepas bahan kimia dengan cepat (Chatterjee et al., 2019).

Tabel 1. Penggolongan mikroplastik berlandaskan struktur yakni

Bentuk klasifikasi	Istilah lain	Karakteristik
Fragmen (<i>fragment</i>)	Granula, serpihan	Partikel yang berbentuk tidak teratur yang merupakan pecahan sampah
Busa (<i>foam</i>)	EPS, PUR	Partikel yang menyerupai bola atau granula, mudah berubah dibawah tekanan dan bersifat elastic tergantung pada kondisi cuaca
Film	Lembar	Partikel berbentuk datar, fleksibel
Garis (<i>line</i>)	Serat (<i>fiber</i>), filamen	Berserat dan memiliki ukuran yang lebih panjang dari lebarnya
Pellet	Manik-manik resin	Partikel keras menyerupai bola, halus atau berbentuk butiran

Sumber: GESAMP, 2019



Gambar 2. Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan bentuk klasifikasi
Sumber: GESAMP, 2019

5. Akumulasi Mikroplastik pada Jaring Makanan Laut

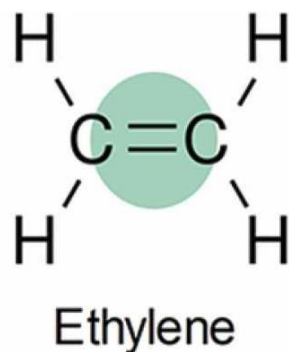
Adanya kenaikan eksponensial pada studi yang dicoba dalam kurun waktu tahun terakhir, semakin penting untuk memahami efek potensial dari polutan produktif ini pada kehidupan laut dan jaring makanan. Hubungan berkelanjutan antara mikroplastik, biota, dan proses ekologi ditemukan.

Hewan di jaring makanan laut, termasuk zooplankton (Desforges et al., 2014), ikan (Bellas et al., 2016), mamalia laut (Bravo Rebolledo et al., 2013), dan kura-kura (Nelms et al., 2016) , ditemukan mengonsumsi mikroplastik. Interaksi dinamis antara predator/penggembala dan mangsa alaminya lebih kompleks daripada hubungan antara hewan dan mikroplastik. Perjumpaan dan tingkat masuknya mikroplastik akan bergantung pada kebiasaan makan dan riwayat hidup organisme. Untuk mencari mangsa, organisme dapat secara aktif memilih plastik dari lingkungannya, atau dapat secara tidak sengaja mengkonsumsinya saat mengonsumsi makanan atau bagian hewan yang termasuk plastik (Setala et al. 2018).

B. Tinjauan Umum tentang Polyethylene

1. Definisi Polyethylene (PE)

Polyethylene atau disingkat PE ialah satu diantara beragam plastic serta banyak dipergunakan untuk plastik kemasan kantong plastik belanja, kemasan minuman, makanan, minyak goreng, dll. Polyethylene adalah polimer yang terdiri dari rantai panjang monomer etilena. Molekul etena C₂H₄ adalah CH₂=CH₂ dua grup CH₂ bersatu dengan ikatan ganda.



Gambar 3. Struktur Molekul *Ethylene*
(Danso et al.,2019)

Polimerisasi radikal, polimerisasi adisi anionik, dan polimerisasi adisi kationik adalah semua metode yang dapat digunakan untuk membuat polietilen, yang dibuat melalui proses polimerisasi etilen. Karena etilena tidak memiliki gugus substitusi yang dapat memengaruhi stabilitas propagasi kepala polimer, operasi ini dilakukan.

Polyethylene diklasifikasikan jadi sebagian jenis yang berlainan bersumber pada pada biasanya kepadatan serta percabangan rantainya. Watak mekanis dari polyethylene tergantung pada elastis semacam besar serta tipe percabangan, bentuk kristal serta berat anasir. Tipe Polyethylene itu antara lain merupakan Ultra high molecular weight polyethylene UHMWPE

Ultra low molecular weight polyethylene ULMWPE or PE- WAX High molecular weight polyethylene HMWPE High density polyethylene HDPE High density cross- linked polyethylene HDXLPE Cross- linked polyethylene PEX or XLPE Biasa density polyethylene MDPE Low density polyethylene LDPE Linear low density polyethylene LLDPE Very low density polyethylene VLDPE HDPE mempunyai agen yang pendek alhasil buatnya memiliki energi intermolekul serta kokoh raih yang lebih kokoh dari LDPE (Pringer serta Baner, 2008).

Sebagai polimer alkana lembam, polietilen memiliki stabilitas kimia yang baik. Pada suhu kamar, polietilen dapat menahan larutan asam, alkali, atau garam biasa, tetapi tidak dapat menahan korosi oksidan kuat (seperti *oleum*, pekat asam nitrat, asam kromat, dll). Ketika suhu lebih rendah dari 60°C, polietilen tidak larut dalam pelarut umum, tetapi kontk berkepanjangan dengan hidrokarbon terhalogenasi, hidrokarbon aromatik atau hidrokarbon alifatik akan menyebabkan kinerjanya memburuk. Ketika suhu lebih tinggi dari 60°C, polietilen dapat dilarutkan dalam jumlah kecil dalam pelarut organik seperti *trikloroetilen*, *toluena*, *parafin* atau minyak mineral (Al-Salem et al., 2021, Lu,2017).

2. Sifat fisik dan kimia Polyethylene dan klasifikasi toksikologinya

Polyethylene ialah polimer termoplastik putih transparan dengan titik leleh untuk kepadatan sedang hingga tinggi berkisar antara 120 hingga 180°C. Polietilen densitas rendah dapat digunakan pada suhu tinggi dan rendah berkat kualitas ketahanan panasnya yang baik, yang berkisar antara 105 hingga 115°C. Polyethylene biasanya tahan terhadap bahan kimia. Minyak

atau gas alam dipecah untuk menghasilkan monomer, etilen (Billmeyer, 1994). Polyethylene memiliki warna keputih-putihan, tembus pandang dan secara kimiawi lembam, atau praktis tidak reaktif. Ini fitur permukaan yang tangguh dan fleksibel pada suhu normal. Karena stabilitas molekul ini yang tinggi, polimerisasi senyawa ini menjadi PE hanya dapat dilanjutkan dengan adanya katalis, seperti titanium klorida. Polimerisasi koordinasi, yang terutama melibatkan produksi plastik PE, membutuhkan garam logam seperti klorida dan oksida. Polyethylene, yang meregang bukannya pecah karena ketahanan kimia dan benturannya yang kuat, umumnya dianggap sebagai bahan dielektrik karena karakteristik kelistrikannya dan koefisien gesekan yang rendah. Selain itu, polietilen ringan mudah digunakan, tahan terhadap air, dan kuat, membuatnya lebih tahan cuaca dibandingkan polimer lainnya.

Tipe plastik PE yang bermacam-macam mempunyai kedudukan masing-masing dalam bermacam penggunaannya. Misalnya, bentuk LDPE yang amat bening bukannya sempurna bukannya dijadikan selaku bungkus santapan. Plastik HDPE yang mempunyai bentuk sedikit kabur mempunyai daya celah yang jauh lebih bagus, alhasil sesuai dipakai selaku media zat berat semacam susu, plastik kresek, botol shampoo serta deterjen cair. Sebaliknya plastik LLDPE mempunyai karakter mekanis yang bagus pada temperatur besar ataupun kecil, serta pula tidak gampang retak. Tipe PE yang bermacam-macam mempunyai kedudukan masing-masing dalam bermacam penggunaannya. Misalnya, bentuk LDPE yang amat bening bukannya idel bukannya dijadikan selaku bungkus santapan.

3. Dampak Negatif Penggunaan Plastik (Polyethylene)

Tingginya permohonan kantung plastik warga membuat industri produsen tingkatan produksinya. Diperkirakan terdapat 500 juta hingga 1 milyar kantung plastik dipakai masyarakat bumi dalam satu tahun. Ini berarti terdapat dekat 1 juta kantung plastik per menit. Buat buatnya, dibutuhkan 12 juta barel minyak per tahun, serta 14 juta tumbuhan ditebang. Sampai dekat 80% kotor dilautan berawal dari darat, serta nyaris 90% merupakan plastik. Terlepas dari mana limbah polietilen berasal, akumulasi di lingkungan pasti menyebabkan masalah serius. Perkiraan menunjukkan bahwa sekitar 79% limbah polietilene dikirim dari tempat pembuangan sampah (Canopoli et al., 2018, Ritchie dan Roser, 2018).

Kehangatan matahari dan sinar ultraviolet akan memecah beberapa ikatan C-H dalam struktur polimer untuk melepaskan aditif dan plasticizer dari polimer ke lingkungan dan menghasilkan gas rumah kaca (Iskandar et al, 2016). Ini adlaah tantangan serius pemanasan global dan penipisan ozon.

4. Dampak Negatif bagi Kesehatan

Kantung plastik dibuat dari desalinasi gas serta minyak yang diucap ethylene. Minyak, gas serta batu kobaran anom merupakan pangkal energi alam yang tidak bisa diperbarui. Terus menjadi banyak pemakaian plastik berarti terus menjadi kilat menghabiskan pangkal energi alam itu.

Buat mengatasi kotoran plastik sebagian pihak berupaya buat membakarnya. Namun cara pembakaran yang kurang sempurna serta

tidak mengurai partikel- partikel plastik dengan sempurna hingga hendak jadi dioksin di hawa. Apabila orang menghisap dioksin ini orang hendak rentan kepada berbagai penyakit di antara lain kanker, kendala sistem syaraf, hepatitis, pembengkakan batin, serta pertanda tekanan mental.

Manusia terpapar mikroplastik dengan menelan, menghirup, dan kontak kulit dapat mengakibatkan dampak kesehatan yang merugikan. Penelitian terbaru telah memberi bukti kuat bahwa paparan mikroplastik menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia (Noventa et al., 2021; Vethaak dan Legler, 2021).

Pemakaian plastik dalam pabrik makanan merupakan kontaminasi zat warna plastik dalam makanan. Selaku ilustrasi merupakan pemakaian kantong plastik (kresek) buat membalut santapan semacam gorengan serta lain- lain. Bagi seakan pakar kimia, zat perona gelap ini jika terserang panas(misalnya berawal dari gorengan), dapat buyar terdegradasi jadi wujud radikal serta menimbulkan penyakit.

5. Dampak Negatif bagi Lingkungan

Selain merugikan kesehatan manusia, sisa sampah dari penggunaan kantong plastik menimbulkan risiko lingkungan yang parah. Badan Pusat Statistik (BPS) dan Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) melaporkan pada tahun 2019 Indonesia menghasilkan 64 juta ton sampah plastik setiap tahunnya, dimana 3,2 juta ton dibuang ke laut dan 85 ribu ton ke lingkungan (Utami et al., 2020). Kurang lebih 80% kotoran dilautan berawal dari darat, serta nyaris 90% merupakan plastik.

Efek toksik partikel polietilen pada ikan sangat signifikan. Sebagai predator di rantai makanan, amberjack *Decapterus muroadsi* mangsa fragmen polietilen biri yang keliru untuk mangsa copepod biru (Ory eal.,2017). Dan pertikel polietilen akan diperkaya dalam rantai makanan ke dalam tubuh predator yang lebih maju dan lebih besar (Araujo et al.,2020). Dalam studi ikan zebra dewasa, partikel polietilen ditemukan di insang dan lambung, dan 89% dari daerah usus ditempati oleh polietilen untuk mengurangi ruang makan; pada saat yang sama, perilaku abnormal dan gen terkait reproduksi ekspresi yang tidak biasa diamati (Mak et al.,2019).

Kantung plastik dibuat dari desalinasi gas serta minyak yang diucap ethylene. Minyak gas serta batu kobaran anom merupakan pangkal energi alam yang tidak bisa diperbarui. Terus menjadi banyak pemakaian plastik berarti terus menjadi kilat menghabiskan pangkal energi alam itu. Mengonsumsi kelewatan kepada plastik, juga menyebabkan jumlah kotor plastik yang besar. Sebab bukan berawal dari senyawa biologis, plastik mempunyai watak susah terdegradasi (non-biodegradable). Plastik diperkirakan menginginkan durasi 100 sampai 500 tahun sampai bisa terdekomposisi(buyar) dengan sempurna. Kotor kantung plastik bisa mencemari tanah, air, laut, apalagi hawa.

Dari cara pembuatan, mengonsumsi, sampai pembuangannya menghasilkan emisi karbonium yang besar alhasil berkontribusi kepada pergantian hawa sebab situasi alam terus menjadi memanas. Pangkal

material kantung plastik yang dibuat dari minyak alam yang ialah pangkal energi alam tidak terbarukan, menyebabkan kontaminasi area di negara-negara bertumbuh sebab kotoran pabriknya dibuang ke bengawan serta pembakaran gas metana menyebabkan emisi karbonium ke hawa.

Akibat plastik kepada area ialah dampak minus yang wajib dijamin alam sebab kehadiran kotor plastik. Akibat ini nyatanya amat penting. Begitu juga yang dikenal, plastik yang mulai dipakai dekat 50 tahun dahulu, saat ini sudah jadi benda yang tidak terpisahkan dalam kehidupan orang. Sebab kotor plastik(spesialnya kantung plastik) tidak diatur dengan bertanggung jawab, perihal ini menimbulkan Indonesia“ dituduh” selaku donor kotor plastik terbanyak kedua di bumi (Jambeck et al, 2015). Konsumsi berlebih terhadap plastik, pun mengakibatkan jumlah sampah plastik yang besar.

Polietilen adalah bentuk limbah yang paling umum di lingkungan laut dan pesisir. Di laut, ada berbagai partikela plastik dalam ukuran (Andrady, 2011). Biasanya, partikel polietilen ini tampaknya tidak berinteraksi secara signifikan dengan kehidupan laut. Karena warna dan baunya, polietilen mengambang sering menarik hewan air, itu dapat menyebabkan ketertarikan atau dimakan oleh hewan laut, yang dapat memicu kerusakan organ, *apoptosis*, *genotoksisitas* dan kematian (Hariharan et al, 2021). Dengan demikian, diperkirakan ratusan juta hewan laut mati setiap tahun karena polusi plastik. Terkadang polietilen yang tertelan mikropartikel dapat terfragmentasi menjadi yang lebih kecil

dengan ukuran nano oleh organisme kecil, seperti krill planktonik, dan amphipoda air tawar (Mateos-Cardenas et al, 2020)

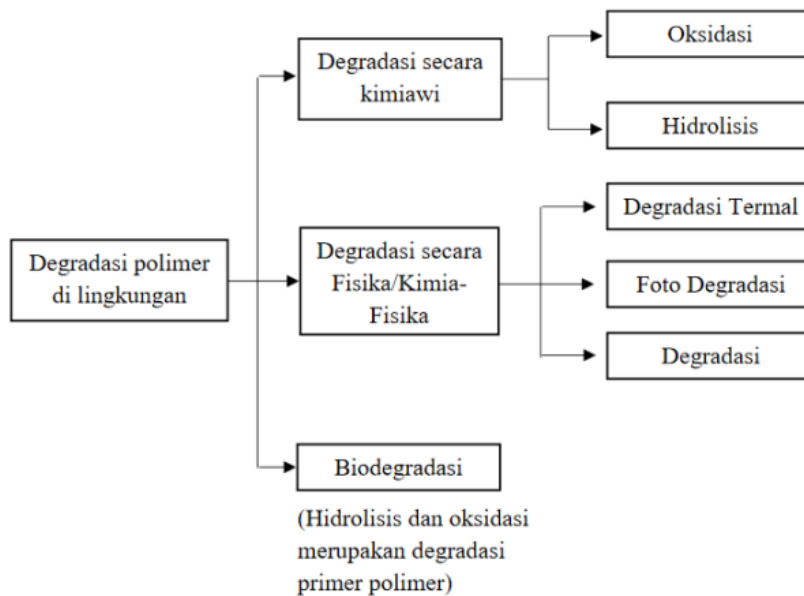
6. Degradasi plastik

Plastik sendiri disantap dekat 100 juta ton atau tahun di semua bumi. Oleh sebab itu konsumsi plastik yang jumlahnya amat besar pastinya hendak berakibat penting kepada kesehatan orang serta area sebab plastik memiliki watak susah terdegradasi (Non-biodegradable), plastik diperkirakan menginginkan 100 sampai 500 tahun sampai bisa terdekomposisi (buyar) dengan sempurna. Dengan begitu konsumsi plastik, bagus plastik yang sedang terkini ataupun kotor plastik haruslah bagi persyaratan yang legal supaya tidak beresiko kepada kesehatan serta area. Polyethylene (PE) merupakan salah satu plastik yang sangat biasa dipakai di bumi. Aplikasi penting dari polimer ini merupakan dalam bungkusan. Bisa dicatat kalau lebih dari 100 juta ton Polyethylene dibuat tiap tahun buat tujuan menguntungkan serta pabrik.

Selanjutnya menurut (Arutchelvi et al. (2008) menyatakan bahwa jika material polimer di area bisa hadapi demosi dengan cara fisika, kimiawi, biologis, ataupun campuran keseluruhannya terkait kelembaban hawa, temperatur, sinar (fotodegradasi), radiasi (ultra violet ataupun radiasi gamma), serta kegiatan jasad renik (biodegradasi). Cara biodegradasi setelah itu amat dipengaruhi oleh demosi fisika serta kimiawi yang terjalin lebih dahulu. Cerminan mengenai demosi polimer di area terhidang dalam lukisan.

Fotodegradasi dianggap sebagai cara paling penting untuk menyebabkan degradasi polimer di lingkungan alami. Secara umum, fotodegradasi terjadi melalui reaksi yang dimediasi oleh radikal bebas polimer dan dipicu oleh radiasi ultraviolet di bawah sinar matahari (Liu et al.,2019). Karena polietilen kurang kromofor, cenderung menolak fotodegradasi, namun kotoran yang diperkenalkan selama proses pembuatan atau cacat struktural yang disebabkan proses pelapukan dapat menggantikan kromofor dalam hal ini (Fairbrother et al,2019).

Untuk mendegradasi limbah polietilen, terbagi menjadi dua metode yaitu metode non biologis dan biologis. Metode non biologis meliputi fotooksidasi (seperti dengan ultraviolet), oksidasi termal (seperti melalui pembakaran, pirolisis, atau gasifikasi), hidrotermal pencairan, dan hidrolisis kimia (seperti oleh asam, alkali, dan pelarut). Inti dari pemrosesan mekanis adalah membuat polietilen mikropartikel melalui metode fisik atau kimia, biasanya diterapkan pada tahap awal perawatan yang disebutkan diatas untuk meningkatkan efisiensi degradasi PE.



Gambar 4. Degradasi polimer di lingkungan
Sumber: Arutchelvi et al, 2008

C. Tinjauan Umum Tentang Kerang Darah

1. Definisi Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Menurut Masindi dan Herdyastuti (2017), istilah ilmiah untuk kerang darah, *Anadara Granosa*, adalah sejenis kerang yang biasanya ditemukan di Asia Tenggara dan Asia Timur. dapat tumbuh subur di tanah berlumpur atau daerah pantai berpasir. Makhluk ini juga dapat hidup di laut, terutama di daerah pesisir atau di dasar yang tertutup pasir (Ahmad, 2017). Sekelompok kerang disebut sebagai kerang ketika dua bagian cangkang disatukan di tepi cangkang (Anggraini, 2016). Cairan merah termasuk hemoglobin dapat diproduksi, menurut Masindi dan Herdyastuti (2017). Kerang ini dapat bertahan hidup pada lingkungan dengan kadar oksigen yang relatif rendah karena memiliki pigmen darah berwarna merah atau hemoglobin yang dikenal dengan kerang darah (Anggraini, 2016). Di

Indonesia, *Anadara granosa* sering digunakan sebagai pengganti lauk pauk (Bahri et al., 2015).

Salah satu makhluk dalam keluarga moluska yang termasuk dalam kelas bivalvia atau pelecypoda adalah kerang darah. Lima kelas moluska adalah cephalopoda, bivalvia, gastropoda, scaphopods, dan amphineura. Kerang memiliki dua cangkang kokoh yang berfungsi sebagai pelindung tubuh yang efektif melawan predator. Habitat utama remis adalah di daerah pesisir dengan pasir berlumpur sedalam antara 4-6 meter dan perairan yang umumnya tenang. Kerang pada umumnya suka mengubur bangkainya di dalam lumpur dan berkelompok (WWF-Indonesia, 2015).

2. Klasifikasi Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Kategori Bivalvia mencakup kijing, tiram, remis serta sebangsanya. Kijing darah tercantum dalam filum molluska serta kategori pelecypoda atau bivalvia.

Selanjutnya ini pengelompokan objektif dari kerang darah:

Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Pelecypoda / Bivalvia
 Sub Kelas : Lamelladibranchia
 Ordo : Taxodonta
 Family : Arcidae
 Genus : *Anadara*
 Spesies : *Anadara granosa*

Sumber : Anggraini, (2016).

Kelas bivalvia banyak terdapat di perairan pesisir Indonesia, terutama di berbagai lingkungan perairan dangkal seperti lamun, alga, dan terumbu karang. Dua distribusi spasial dan dua faktor-faktor alam berupa sifat dan perilaku genetik atau kecenderungan biota untuk memilih tipe habitat yang disukai dapat digunakan untuk mengkategorikan berbagai faktor yang membatasi distribusi dan kepadatan bivalvia di alam. Faktor tersebut adalah faktor luar dan faktor alam. khususnya yang berkaitan dengan bagaimana lingkungan dan biota berinteraksi (Ika et al, 2012).

Bersumber pada habitatnya bivalvia bisa diklasifikasikan menjadi:

- 1) Spesies bivalvia yang ditemukan di perairan sekitar mangrove. Sebagai hasil penguraian bahan organik yang tersisa di daerah dengan kadar zat asam rendah, lingkungan mangrove 27 dibedakan oleh jumlah bahan organiknya yang tinggi, variasi salinitas yang signifikan, kandungan asam yang rendah, dan kadar H₂S yang tinggi. Salah satunya adalah spesies bivalvia dari daerah ini yang disebut *Oatrea* dan *Gelonia coxans*.
- 2) spesies bivalvia tertentu yang hidup di perairan dangkal. Spesies yang hidup di antara garis pasang surut terendah dan kedalaman dua meter merupakan mayoritas spesies yang ditemukan di perairan dangkal. *Vulsella* sp., *Osterea* sp., *Maldgenas* sp., *Mactra* sp., dan *Mitra* sp. adalah salah satu spesies yang menyebut tempat ini rumah.

3) Spesies bivalvia lepas pantai. Perairan yang mengelilingi pulau dengan kedalaman 20 hingga 40 meter ini dikenal sebagai habitat lepas pantai. *Pilicia* sp., *Chalamis* sp., *Amussium* sp., *Pleuronectus* sp., *Malleus albus*, *Solia* sp., *Spondylus hysteria*, *Pinctada maximum*, dan spesies kerang lainnya telah teridentifikasi di kawasan ini (Insafitri, 2010)..

3. Morfologi Cangkang Kerang Darah

Keluarga Arcidae terdiri dari cangkang yang berbentuk segitiga, persegi panjang, atau lonjong dan memiliki tulang rusuk yang memanjang dari tengah umbo ke tepi cangkang. *Anadara granosa* memiliki tubuh cangkang yang besar dan menonjol, alur dengan 18 hingga 20 buah dan tulang rusuk yang kuat, kedua cangkang sama sisi, dan umbo terletak di tengah bagian posterior dan anterior cangkang. Cangkang kerang darah berukuran panjang 4 sampai 9 cm (Ekawati, 2010).



Gambar 5. Kerang Darah (*Anadara granosa*)
Sumber: WWF-Indonesia, 2015

Kelas bivalvia atau pelecypoda menonjol karena tubuhnya yang pipih menyamping dan dua cangkang menutupi seluruh tubuhnya (Ekawati, 2010). Jadi, menurut Ahmad (2017), cangkang ini disebut juga dengan katup dua. Sebuah ligamen engsel berbentuk pita elastis yang terbuat dari bahan organik menghubungkan kedua cangkang secara dorsal (Ekawati, 2010). Kedua komponen cangkang dihubungkan oleh otot adduktor, yang terdiri dari adduktor posterior dan adduktor anterior, memungkinkan ligamen untuk membuka dan menutupnya. Ligamen engsel dan otot adduktor berfungsi bersama secara alami (Ekawati, 2010). Otot adduktor, yang terdiri dari adduktor posterior dan adduktor anterior, bergabung dengan dua bagian cangkang, memungkinkan ligamen untuk membuka dan menutupnya. Otot adduktor dan ligamen engsel biasanya bekerja sama (Ekawati, 2010).

Menurut Anggraini (2016) cangkang kerang darah terdiri dari 3 lapisan yaitu periostrakum, prismatic dan nakreas:

- a. Periostrakum merupakan lapisan pada bagian terluar yang terbuat dari bahan organik konkiolin, sering tidak ada pada bagian umbo;
- b. Prismatic merupakan lapisan pada bagian tengah yang terbuat dari kalsium karbonat;
- c. Nakreas merupakan lapisan pada bagian dalam yang terbuat dari kristal-kristal kalsium karbonat. Lapisan nakreas dihasilkan oleh seluruh permukaan mantel, sedangkan lapisan periostrakum dari lapisan prismatic dihasilkan oleh bagian tepi mantel (Anggraini, 2016).

Kerang darah (*Anadara granosa*) mempunyai ciri yakni tubuhnya tebal dan kembang, mempunyai bagian yang mirip rusuk di bagian cangkangnya. Dagingnya memiliki warna merah darah. Kerang darah hidup di dasar perairan pesisir misalnya estuary, padang lamun, mangrove dengan kondisi lumpur berpasir dan tingkat salinitasnya cukup rendah (WWF-Indonesia, 2015).

Cangkang pada kerang darah strukturnya lebih tebal dan kasar serta bulat dan bergerigi pada ujungnya. Tidak terdapat bulu yang tumbuh di sekitarnya. Cangkangnya berbentuk bulat kipas, dimana agak lonjong dan terdapat 2 belahan yang simetris, cangkangnya juga memiliki garis palial sebelah dalam yang cukup lengkap serta garis palial luarnya memiliki alur. Halus serta putih mengkilat pada bagian dalamnya. Sedangkan warna dasarnya putih kemerahan dan bagian dagingnya merah darah (Umbara, Heru & Suseno, 2006)

D. Rute Paparan Mikroplastik Pada Manusia

Menurut Daud A. (2019), pencemaran mikroplastik dapat masuk ke tubuh manusia melalui mulut, rantai makanan (hasil laut), perawatan pribadi dan penggunaan kosmetik, serta menghirup udara.

1. Melalui Mulut (Oral)

a. Air Minum

Mikroplastik telah terdeteksi di ekosistem tanah dan air tawar, termasuk di lokasi tempat orang mengambil air minum. Lokasi ini merupakan sumber potensial paparan mikroplastik pada manusia,

terutama jika partikel plastik dapat melewati sistem filtrasi pengolahan air limbah (Eriksen M et al., 2015; Carr KE et al., 2016). Menurut perkiraan dari Mason SA et al. (2016), akumulasi harian bisa antara 50.000 dan 15 juta partikel.

b. Rantai Makanan Produk Laut

Mikroplastik dapat memasuki organisme akuatik melalui air yang terkontaminasi atau melalui konsumsi organisme lain, yang dapat membuat manusia terpapar. Manusia memakan seluruh jaringan lunak kerang, yang mungkin mengandung pecahan plastik kecil.

Mikroplastik dan nanoplastik juga dapat tertelan langsung oleh manusia jika dicampur dengan makanan atau minuman. Misalnya, menggunakan plastik pembungkus makanan tidak diragukan lagi memungkinkan konsumsi plastik oleh manusia.

2. Melalui Pernapasan (Udara)

Pada spesies yang lebih tinggi, sistem pernapasan memainkan peran penting dalam pertukaran oksigen dan respirasi seluler. Akibatnya, paparan zat asing melalui sistem pernapasan dapat menyebabkan iritasi dan peradangan. Sistem pernapasan manusia sangat dipengaruhi oleh paparan partikel (Dong et al., 2020).

Setelah mikroplastik dan nanoplastik berada di udara, manusia dapat bersentuhan dengannya melalui pernapasan. Ada laporan mikroplastik dan nanoplastik di udara sekitar (Chen et al., 2020; Dris et al., 2017). Mikroplastik juga telah ditemukan di atmosfer; karena

ukurannya yang kecil, dapat langsung terhirup dan memberikan risiko bagi kesehatan manusia dengan menumpuk di sistem pernapasan dan mungkin melewati penghalang darah-otak (Chen et al., 2020; Prata., 2018). Namun, dibandingkan dengan ekosistem perairan, saat ini sangat sedikit penelitian yang dapat menunjukkan keberadaan mikroplastik di udara. Misalnya, ditemukan bahwa mikroplastik (serat) ada di udara (29–280 partikel/m²/hari) (Dris R et al., 2016).

Komposisi kimiawi dari partikel-partikel ini dapat menyebabkan masalah pernapasan akut dan kronis dalam jangka pendek dan jangka panjang. Beberapa mikroplastik berserat mungkin terhirup, dan sebagian besar dari mereka akan dibersihkan dengan pembersihan mukosili; namun demikian, beberapa mungkin berlama-lama di paru-paru, memicu respons biologis lokal, termasuk peradangan, khususnya pada mereka yang memiliki sistem pembersihan terbatas (Gasperi et al., 2018).

3. Melalui Kulit

Selain konsumsi dan inhalasi, kontak kulit adalah rute tambahan untuk paparan mikroplastik. Mikroplastik yang terkandung dalam produk konsumen seperti krim wajah, dan pencuci wajah dapat meningkatkan risiko paparan mikroplastik polietilen (Fendalla dan Sewell., 2019). Penyerapan melalui kulit tidak dimungkinkan karena ukuran mikroplastik dan kebutuhan penetrasi korneum steatum, yang hanya mungkin untuk partikel yang lebih kecil dari 100 nm. Namun menurut Sykes EA dkk. (2014) dan Revel et al. (2018), nanoplastik memungkinkan penetrasi kulit

manusia. Jumlah total mikroplastik pada kulit adalah 800 buah karena kemungkinan paparan mikroplastik dari udara yang mengendap di kulit, seperti yang didokumentasikan sebelumnya (Prata, 2018; Wright dan Kelly, 2017).

Rute utama paparan mikroplastik adalah melalui konsumsi (asupan oral) makanan, minuman dan obat-obatan yang terkontaminasi, menghirup udara yang terkontaminasi, dan kontak kulit dengan paparan yang terkontaminasi. Efek toksik utama mikroplastik pada hewan adalah viabilitas sel, stres oksidatif, penurunan respon imun, peradangan, sitotoksitas, kerusakan DNA, gangguan metabolisme, neurotoksisitas, gangguan aktivitas reproduksi, dan tumor pada hewan dan sel manusia. diperlukan studi lebih lanjut, lebih terperinci dan komprehensif dari mikroplastik dan tentang risiko kesehatan manusia dari berbagai rute paparan (Kumer et al., 2022). Tinjauan ini telah mengindikasikan bahwa kemungkinan dampak kesehatan manusia yang disebabkan mikroplastik memiliki efek potensial pada sistem pencernaan, pernafasan, peredaran darah, dan imunologis, serta syaraf, embrionik dan sistem plasenta.

Namun penelitian respon multiseluler tambahan diperlukan. Penelitian masa depan harus menyelidiki pemaparan paparan, aditif kimia, ukuran dan konsentrasi yang merugikan organisme dan orang-orang yang berpartisipasi dalam penilaian risiko kesehatan yang disebabkan mikroplastik dalam produk makanan juga harus dipantau.

E. Dampak Mikroplastik Terhadap Kesehatan

Kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh transmisi mikroplastik dan polutan terkait dalam sistem air, terutama jika makanan laut dan/atau produk air sering dikonsumsi (Carbery et al., 2018). Baru-baru ini, dengan distribusi mikroplastik yang luas dan menyeluruh di lingkungan, lebih banyak fokus ditempatkan pada transfer mikroba plastik. Untuk menyelidiki transmisi trofik mikroplastik, dua metode dapat digunakan. Membangun jaringan makanan buatan yang memungkinkan pengabaian transmisi plastik trofik dalam keadaan terkendali adalah salah satu strategi (Cedervall et al., 2012). Metode lain melibatkan pengumpulan organisme target dan pemangsa mereka dari sistem alam, dan kemudian mengidentifikasi dan mengukur mikroplastik untuk menciptakan kembali rantai makanan untuk evaluasi lebih lanjut dalam situasi lapangan (Mai et al., 2018).

Sampah plastik dari aktivitas antropogenik yang menyebabkan pencemaran lingkungan plastik masuk ke sungai dan perairan, plastik dari laut perlahan terurai menjadi mikroplastik sebelum masuk ke ladang garam, dan ada tumpukan sampah plastik di area produksi ladang, yang semuanya dapat diperkirakan. Untuk mencemari ladang garam. Secara khusus, garam meja saat ini terkontaminasi mikroplastik, yang merupakan masalah serius (Selvam et al., 2020).

Mikroplastik dapat memasuki tubuh manusia melalui dua jalur utama: udara melalui jalur hidung ke paru-paru dan menelan melalui mulut ke dalam perut, (CIEL, 2019). Menelan mikroplastik melalui konsumsi

makanan meningkatkan masalah kesehatan karena potensi translokasi partikel dari saluran pencernaan ke saluran organ lainnya. jaringan dan sebagai mekanisme pengiriman bahan kimia beracun.

Penelitian menunjukkan bahwa puing-puing plastik memiliki efek langsung pada satwa liar, termasuk keterikatan, hambatan pada sistem pencernaan, dan dampak toksikologis. Dari sudut pandang kesehatan manusia, efek dari mikroplastik yang dihirup atau dicerna tergantung pada faktor-faktor, seperti ukuran, komposisi kimia, dan bentuk, yang semuanya berdampak pada apakah suatu partikel akan dikeluarkan dari tubuh atau diambil dalam oleh sel dan berpotensi ditranslokasi. (Galloway, Cole & Lewis, 2017).

Dampak tidak langsung dari mikroplastik terhadap lingkungan dan kesehatan manusia masih terus diteliti. Sebagian besar investigasi sampai saat ini telah dilakukan di lingkungan laut, dan jelas bahwa mikroplastik berinteraksi dengan setiap bagian ekosistem dengan cara yang belum sepenuhnya dipahami. Penelitian yang sedang berkembang menunjukkan bahwa, selain dampak kesehatan manusia yang diuraikan di bawah, mungkin ada risiko ekologis berskala luas yang terkait dengan polusi plastik yang mencakup kesehatan stok ikan dan mengubah penyimpanan karbon laut, yang dapat memiliki efek jangka panjang pada makanan dan keamanan iklim, (Galloway, Cole & Lewis, 2017).

Efek mikroplastik sebagai cemaran fisik yang terakumulasi pada tubuh manusia masih belum banyak dipahami jika dibandingkan dengan

jalur distribusi dan akumulasi toksiknya. Hasil penelitian menunjukkan beberapa dampak negatif mikroplastik yang perlu diperhatikan, seperti peningkatan respons inflamasi, toksisitas sesuai ukuran partikel plastik, adanya bahan kimia polutan yang teradsorpsi, dan gangguan mikroorganisme usus (Wright & Kelly, 2017). Selain itu, sifat permukaannya yang hidrofobik, menjadikan mikroplastik mampu menyerap dan mengakumulasi kontaminan organik hidrofobik seperti hidrokarbon aromatik polisiklik, pestisida organoklorin, dan poliklorinasi bifenil (Mato et al., 2001) Mikroplastik juga dapat mengakumulasi logam berat seperti kadmium, seng, nikel, dan timbal (Holmes, Turner, & Thompson, 2012; Rochman, et al 2015).

Bukti yang muncul menunjukkan bahwa paparan manusia terhadap mikroplastik masuk akal (Mathalon, 2014). Mikroplastik telah dilaporkan berada dalam makanan laut dan dalam makanan dan minuman olahan seperti gula, bir, dan garam (Liebezeit, 2013). Ketika mikroplastik berada di air maka mikroplastik akan mengapung bergantung pada densitas polimernya. Kemampuan mikroplastik mengapung menentukan posisi mikroplastik di air dan interaksinya dengan biota (Wright & Kelly, 2017).

Polimer yang lebih padat dari air laut misalnya PVC akan mengendap sedangkan yang densitasnya rendah seperti PE dan PP akan mengapung. Sepanjang berada di perairan partikel plastik mengalami biofouling, terkolonisasi organisme sehingga tenggelam. Mikroplastik dapat pula terdegradasi, terfragmentasi dan melepas bahan perekat sehingga partikel

akan berubah densitasnya dan terdistribusi di antara permukaan dan dasar perairan. Jenis plastik berdasarkan asal dan densitas polimer atau berat jenis (specific gravity) (Widianarko, 2018).

Plastik dibuat dari sekelompok molekul besar yang dikenal sebagai polimer. Polimer datang dalam berbagai bentuk, yang bervariasi dalam karakteristik seperti daya apung, toksisitas, dan degradabilitas. Meskipun ada ribuan jenis polimer, kebanyakan plastik dibuat dari salah satu dari enam: polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinil klorida (PVC), polistirena (PS), poliuretan (PUR) dan polietilen tereftalat (PET). Plastik juga dapat mengandung aditif yang dirancang untuk mengubah sifat-sifat produk akhir; seperti stabilisator, penghambat api dan pigmen. Beberapa aditif memperlambat laju degradasi plastik dan memiliki potensi untuk larut ke lingkungan.

Plastik biodegradable terdegradasi lebih cepat daripada plastik konvensional dalam kondisi lingkungan tertentu. Agar suatu produk diberi label biodegradable, produk tersebut harus memenuhi salah satu dari sejumlah standar yang diakui untuk tingkat degradasi yang diperlukan dalam periode waktu tertentu. Namun, standar saat ini mengacu pada tingkat degradasi yang hanya akan terjadi dalam komposter industri, dimana suhu mencapai 70°C. Tidak ada standar teknis yang akan membutuhkan plastik biodegradable untuk terdegradasi sepenuhnya dalam kerangka waktu yang relevan di lingkungan laut (Song et al, 2009).

Mikroplastik dalam sistem laut dan air tawar dapat dicerna oleh organisme akuatik dan menjalani transfer trofik melalui rantai makanan. Bivalvia (Kerang) merupakan masalah kesehatan karena jumlahnya yang banyak dan mempertahankan partikel mikroplastik karena saluran pencernaannya yang kurang utuh. Konsumsi bivalvia (kerang) yang terkontaminasi mikroplastik berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia. Sejumlah penelitian melaporkan terjadinya mikroplastik pada bivalvia dari seluruh dunia (Lu et al., 2019) dalam investigasi polusi mikroplastik di sembilan bivalvia komersial dari pasar perikanan di Tiongkok. Jumlah rata-rata mikroplastik dalam bivalvia ini berkisar antara 2.1 hingga 10.5 item g⁻¹ (Lu et al., 2019). Kelimpahan mikroplastik, diperoleh dalam kerang (*Mytilus edulis*) dari 22 mengutip sepanjang 12.400 mil garis pantai Cina, secara signifikan lebih tinggi di daerah dengan dampak manusia yang lebih tinggi (3,3 item g⁻¹) daripada jumlah partikel mikroplastik di kerang di sepanjang pantai China (0,9-4,6 item g⁻¹) (Lu et al., 2019) lebih rendah dari pada bivalvia komersial (2.1-10.5 item g⁻¹) (Lu et al., 2019).

Sebuah penelitian mengevaluasi efek mikroplastik dan nanoplastik pada sel CCD-18Co usus manusia normal. Hasil kami menunjukkan bahwa internalisasi mikroplastik dan nanoplastik menginduksi perubahan metabolisme di bawah paparan akut dan kronis dengan menginduksi stres oksidatif, meningkatkan glikolisis melalui laktat untuk mempertahankan metabolisme energi dan metabolisme glutamin untuk mempertahankan proses anabolik.

Penelitian juga menunjukkan bahwa pemisahan nutrisi ini mencerminkan efek dari agen karsinogenik kuat azoxymethane dan sel kanker usus besar HCT15, menjalankan strategi khas sel kanker untuk mengoptimalkan pemanfaatan nutrisi dan memungkinkan adaptasi metabolik terhadap kondisi stres lingkungan. Secara keseluruhan, penelitian tersebut memberikan bukti baru bahwa paparan mikroplastik dan nanoplastik yang kronis dapat bertindak sebagai faktor risiko kanker bagi kesehatan manusia (Bonanomi, M *et al.*, 2022).

F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

ARKL atau *Risk Assesment* berpusat pada kerangka yang saintifik/ilmiah untuk mendefinisikan, memberi prioritas dan mitigasi risiko dalam ranah pengambilan keputusan kesehatan masyarakat dan lingkungan. Tidaklah dapat disebut sebagai penjawab pertanyaan terkait keamanannya, namun lebih tentang bagaimana menjadi penjawab atas sejauh mana risiko dapat diterima serta pengelolaannya. Definisi ARKL termaktub dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) termaktub dalam, yakni menjelaskan bahwa ARKL ialah suatu pendekatan dalam menilai risiko dengan awalan berupa pendeskripsian atau mengenali masalah lingkungan untuk kemudian menetapkan risiko kesehatan manusia terkait pada masalah-masalah dari lingkungannya (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012).

Terdapat dua istilah analisis risiko yaitu *risk analysis* dan *risk assessment* yang dikemukakan pada Handbook "Risk Assessment and Management" tahun 1996. Penelitian, risk assessment, dan pengelolaan risiko, merupakan tiga materi terkait risk analysis.

Proses-proses risk analysis dapat diterangkan dengan berikut ini:

- a. Penelitian dilakukan dengan maksud menciptakan hipotesis, menakar, melakukan pengamatan, sampai pada memberi rumusan efek apa yang diperoleh manusia dari agen risiko di lingkungannya. Baik secara laboratorium ataupun penelitian lapangan, kegiatan ini memiliki maksud yang searah yaitu mengenali efek, respon, maupun perubahan manusia terhadap dosis, serta mengukur referensi yang aman pada yang bersangkutan.
- b. Manajemen risiko atau *risk assessment* dan akrab dikenal sebagai ARKL, dilakukan dalam tujuan mengenali apakah potensi bahaya bisa membahayakan, mengadakan penelitian untuk mengetahui korelasi bermakna antara dosis agen risiko dan respon tubuh, melakukan pengukuran tentang berapa besar efek jika terpajan agen risiko, kemudian menentukan tingkatan risiko serta apa efek yang ditimbulkan di lingkup masyarakat luas (populasi).
- c. Pengelolaan risiko akan dilakukan jika manajemen risiko telah menentukan bahwa agen risiko tidak aman atau tidak diterima populasi melalui tindakan pengembangan opsi peraturan, memberi rekomendasi teknis-sosial-ekonomi-politik, serta tindak lanjut.

Pada dasarnya, ARKL hanya mengenal empat langkah, yaitu: Identifikasi bahaya, Analisis dosis respon (dalam literatur lainnya disebut juga Karakterisasi bahaya), Analisis pajanan, dan Karakterisasi risiko.

Agar dapat memahaminya secara menyeluruh, dibutuhkan untuk merumuskan masalah sebelum melaksanakan langkah-langkah ARKL, dan pengelolaan serta komunikasi risiko sebagai tindak lanjut dari pelaksanaan langkah – langkah ARKL (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012).

1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya sangat krusial sebagai langkah pertama untuk mengidentifikasi agen risiko yang memiliki potensi besar untuk mengganggu pajanan. Menambahkan keterangan gejala yang bersifat mengganggu kesehatan dapat dijadikan pelengkap untuk menganalisis secara spesifik agen risiko mana yang berbahaya, media lingkungan mana yang agen risikonya muncul, dan berapa besar konsentrasi agen risiko di media, serta mengenali apa bahaya kesehatan yang berpotensi untuk timbul (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012).

2. Analisis Dosis Respon

Tahap lanjutan setelah mengidentifikasi bahaya agen risiko, konsentrasi, dan media lingkungan, ialah menganalisis dosis-respon. Tahap ini akan memfokuskan pada agen risiko yang menjadi poin ARKL yaitu dengan dicarinya nilai RfD atau RfC, dan/atau SF-

nya kemudian mengidentifikasi efek pada manusia yang dibentuk oleh agen risiko.

Di dalam laporan kajian ARKL ataupun dokumen yang menggunakan ARKL sebagai cara/metode kajian, analisis dosis – respon perlu dibahas dan dicantumkan. Analisis dosis – respon dipelajari dari berbagai toxicological reviews, jurnal ilmiah, atau artikel terkait lainnya yang merupakan hasil dari penelitian eksperimental. Untuk memudahkan, analisis dosis – respon dapat dipelajari pada situs: www.epa.gov/iris (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012). Jika tidak ada RfD, RfC, dan SF maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti NOAEL (No Observed Adverse Effect Level), LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level), MRL (Minimum Risk Level), dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (Wb, tE, fE, dan Dt).

3. Analisis Pemajanan

Kedua analisis di atas dilakukan sebelum melakukan penganalisisan pemajanan. Fokus tahap ini ialah melakukan pengukuran bahkan perhitungan asupan (intake) agen risiko dengan menggunakan persamaan/rumus yang tidak sama. Perolehan data berdasarkan data primer ataupun data sekunder. Hasil pengukuran langsung konsentrasi agen risiko pada media lingkungan merupakan data primer, sementara data sekunder bersifat tidak langsung

dilakukan sendiri yakni mengambil data pengukuran yang telah dilakukan pihak terpercaya lain seperti Dinas Kesehatan, BLH, Lembaga Swadaya Masyarakat. (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012).

Metode perhitungan ini tersedia di US EPA, Konsentrasi berbasis (US EPA, 2000) dan digambarkan dengan persamaan berikut:

$$Ink = \frac{C \times R \times Ef \times Dt}{Wb \times tAVg} \quad \text{Rumus 1}$$

Keterangan:

I (Intake)	: Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya (mg/kg x hari)
C (Concentration)	: Konsentrasi agen risiko pada air bersih/minum atau pada makanan, mg/kg(makanan)
R (Rate)	: Laju konsumsi atau banyaknya volume air atau jumlah berat makanan yang masuk setiap jamnya, gram/hari (makanan)
fE (frequency of exposure)	: Lamanya atau jumlah hari terjadinya. Paparan pada setiap tahunnya, satuan yaitu, hari/tahun. Paparan pemukiman adalah 350 hari/tahun.
Dt (duration time)	: Lamanya atau jumlah tahun terjadinya paparan. Residensial (pemukiman) /paparan seumur hidup: 30 tahun
Wb (weight of body)	: Berat badan manusia /populasi / kelompok
tavg(k) (time average)	: Periode waktu rata – rata. 30 tahun x 365 hari/tahun = 10.950 hari (non-karsinogenik). 70 tahun x 365 hari/tahun =25.550 hari (karsinogenik)

4. Karakterisasi Risiko

Karakteristik risiko merupakan akhir dari tahap ARKL. Tahap ini merupakan langkah dalam menentukan tingkatan risiko sehingga dapat diketahui apakah konsentrasi pada agen risiko yang ditentukan tersebut mampu menciptakan masalah kesehatan pada masyarakat (Dirjen PP & PL Kemkes, 2012). Metode perhitungan ini tersedia di US EPA, Konsentrasi berbasis (US EPA, 2000) dan digambarkan dengan persamaan berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfD} \quad \text{Rumus 2}$$

Keterangan:

Digunakan untuk menghitung RQ pada pemajanan jalur ingesti (tertelan). I (intake) yaitu Intake yang telah dihitung dengan rumus 1. Sementara RfD (Reference Dose), nilai referensi agen risiko pada pemajanan ingesti/ tertelan didapat dari situs www.epa.gov/iris. Interpretasi tingkat risiko non karsinogenik. Tingkat risiko yang diperoleh pada ARKL merupakan konsumsi pakar ataupun praktisi, sehingga perlu disederhanakan atau dipikirkan bahasa yang lebih sederhana agar dapat diterima oleh khalayak atau publik. Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan AMAN bilamana intake \leq RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan TIDAK

AMAN bilamana intake > RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ > 1$.

Tingkat risiko untuk efek karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Excess Cancer Risk* (ECR). Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek karsinogenik dilakukan perhitungan dengan mengkali intake dengan SF. Rumus untuk menentukan ECR adalah sebagai berikut:

$$ECR = I \times SF \quad \text{Rumus 3}$$

Keterangan:

Digunakan untuk menghitung tingkat risiko pada agen risiko dengan efek karsinogenik. Dimana I (intake) yaitu: Intake yang telah dihitung dengan rumus 3 atau rumus 4, dan SF (slope factor): Nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik. Didapat dari situs www.epa.gov/iris

Interpretasi tingkat risiko karsinogenik yaitu tingkat risiko dinyatakan dalam bilangan exponen tanpa satuan (cth. $1,3E-4$). Tingkat risiko dikatakan acceptable atau aman bilamana $ECR \leq E-4$ (10^{-4}) atau dinyatakan dengan $ECR \leq 1/10.000$. Tingkat risiko dikatakan unacceptable atau tidak aman bilamana $ECR > E-4$ (10^{-4}) atau dinyatakan dengan $ECR > 1/10.000$.

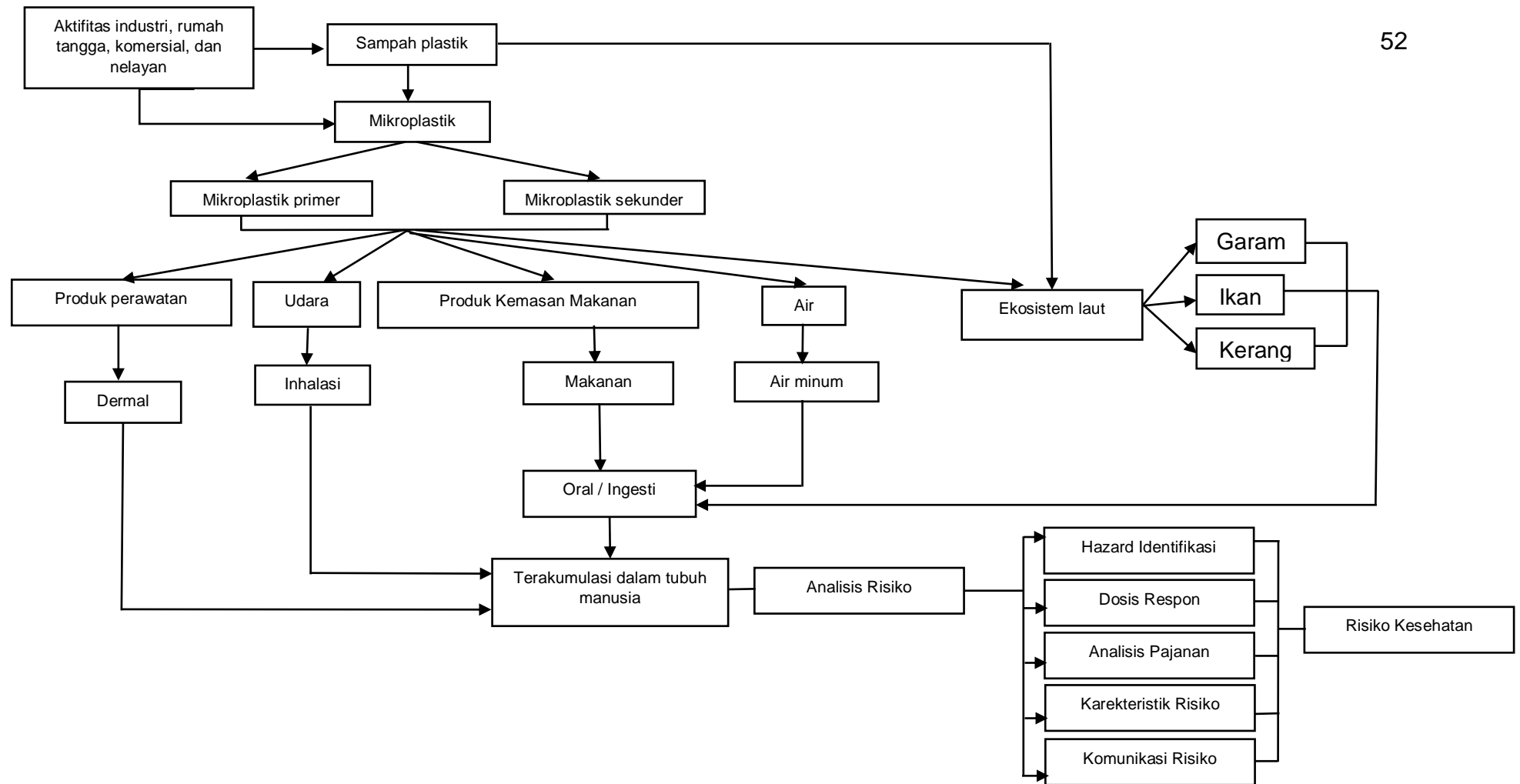
G. Kerangka Teori

Kontaminasi mikroplastik di lingkungan laut bukan lagi menjadi masalah yang dapat dielakkan disebabkan oleh aktifitas-aktifitas manusia. Spesies satwa di laut liar misalnya ikan dan kerang akan menjadi pencerna mikroplastik akibat meluasnya paparan kontaminasi mikroplastik di lingkungannya. Berjalannya waktu meluasnya paparan kontaminasi di ekosistem laut memberi jalan untuk partikel plastik masuk menjadi bahan konsumsi manusia (Smith, 2018).

Polutan partikel plastic secara tidak langsung memasuki tubuh manusia melalui mulut, rantai makanan (produk laut), kosmetik, dan udara (Daud A, 2019).

Polyethylene sebagai produk polimerasi monomer *Etilene merupakan* jenis plastik yang telah awam digunakan. Ini digunakan untuk produksi Kantong Plastik yang pada umumnya digunakan dalam produksi botol, pipa, kemasan shampo, detergen, kawat/kabel, film, semikonduktor serta produk-produk lainnya yang terbuat dari plastik.

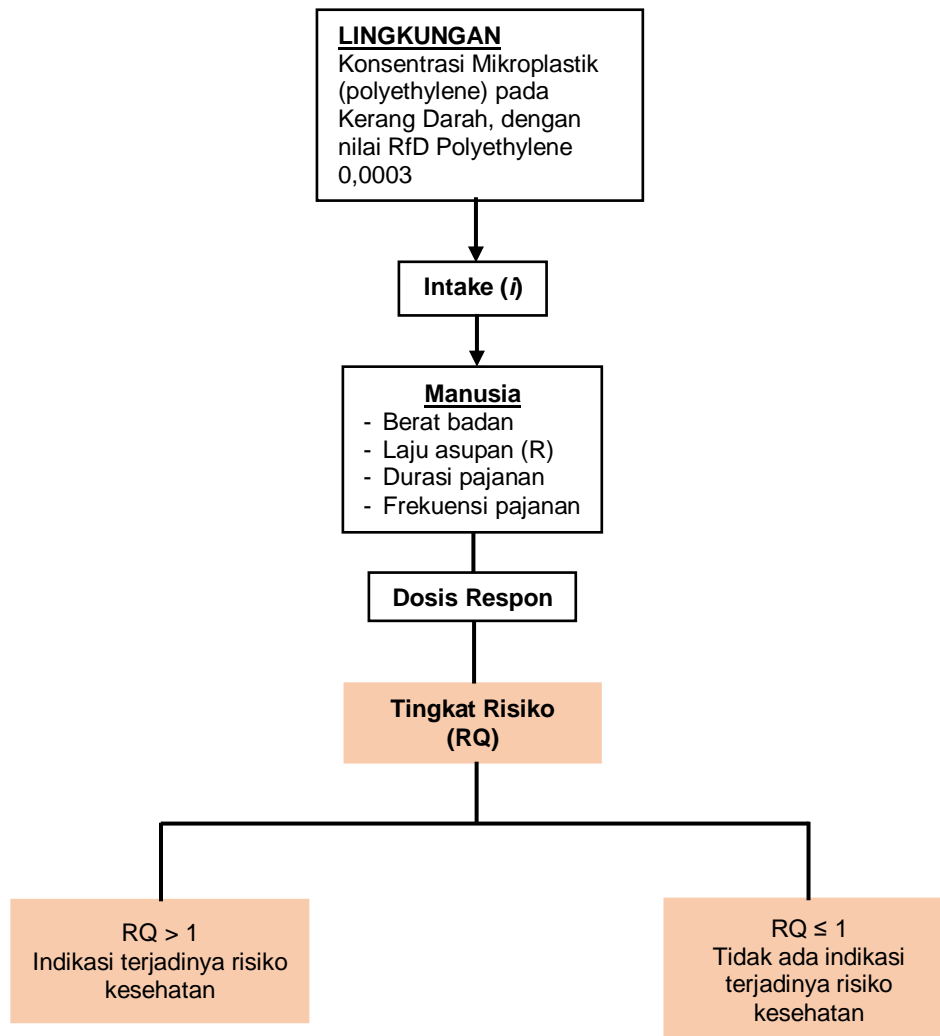
Akumulasi partikel mikroplastik pada manusia memiliki potensi risiko kesehatan seperti sitotoksisitas, hipersensitivitas, respons imun yang tidak diinginkan, dan respons akut seperti hemolisis (Hwang et al. 2019).



Gambar 5. Kerangka Teori

Sumber: Smith (2018), Daud, A. (2019), Kik, Bukowska, & Sicinska (2020), Hwang et al. (2019)

H. Kerangka Konsep



Keterangan :

Variable Independen

Variable Dependenden

1. Variabel pengaruh (variable independen) adalah konsentrasi mikroplastik polyethylene pada kerang darah (Anadara Granosa), Laju asupan, durasi pajanan, frekuensi pajanan dan berat badan.
2. Variable terpengaruh (variable dependen) adalah besar risiko (RQ) terjadinya dampak kesehatan manusia akibat konsumsi kerang darah (anadara granosa) yang tercemar mikroplastik (Polyethylene). Digunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk menghitung tingkat risiko yang dijadikan sebagai variable dependen dalam penelitian ini untuk merumuskan manajemen risiko kesehatan.

I. Definisi operasional

Tabel 2. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Skala	Kriteria Objektif
Variabel Independen					
1	Konsentrasi Mikroplastik (Polyethylene) pada Kerang Darah	Besarnya kandungan mikroplastik (Polyethylene) pada Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>) di Kawasan Pesisir Desa Pao Kecamatan Tarawang Kabupaten Jeneponto dalam satuan mg/kg	Pemeriksaan laboratorium untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik menggunakan mikroskop serta identifikasi jenis polimer melalui uji FTIR	Rasio	Nilai RfD dari polimer Polyethylene (PE) yang tersusun dari polimer Ethylene yaitu 0,003 mg/kg/hari berdasarkan www.epa.gov/iris .
2	Berat Badan	Berat badan responden (kg) saat dilakukan penelitian	Pengukuran langsung menggunakan timbangan berat badan	Rasio	-
3	Laju Asupan	Berapa gram (banyak) kerang darah yang dikonsumsi responden dalam satu hari (rata-rata)	Wawancara frekuensi konsumsi kerang darah <i>recall</i> 24 jam menggunakan kuesioner	Rasio	-
4	Durasi Paparan	Lamanya waktu (tahun) kontak responden dengan risk agent di tempat penelitian (lama tinggal di lokasi)	Wawancara menggunakan kuesioner	Rasio	-

5	Frekuensi Pajanan	Keseringan konsumsi kerang darah dalam sehari oleh responden dalam satu tahun (365 hari). Berapa kali dalam sehari?	Wawancara frekuensi konsumsi kerang darah <i>recall</i> 24 jam menggunakan kuesioner	Rasio	-
Variabel Dependen					
6	Tingkat Risiko	Nilai prakiraan besarnya kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia	Perhitungan tingkat risiko Kesehatan dengan rumus <i>Risk Quetient</i> (RQ) berdasarkan besarnya intake dan dosis referensi (<i>RfD</i>) Dengan rumus = <i>Intake / RfD</i>	Rasio	RQ > 1 adalah indikasi besarnya risiko untuk terjadinya gangguan kesehatan sehingga perlu dilakukan pengendalian dan manajemen risiko RQ ≤ 1 adalah indikasi kecilnya risiko untuk terjadinya gangguan kesehatan sehingga perlu mempertahankan kondisi tersebut

J. Tabel Sintesa

Tabel 3. Tabel Sintesa

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil
1	Sandra, S. W. dan Radityaningrum, A. D. (2021).	Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. Jurnal Ilmu Lingkungan.	Tujuan penelitian ini adalah mengkaji MP pada biota perairan	Hasil penelitian menerangkan bahwa biota perairan adalah lingkungan yang mengandung MP paling banyak, yakni di kawasan perairan sungai ada sebanyak 468 partikel MP pada spesies ikan Sapu-Sapu (<i>Hypostomus plecostomus</i>). Sedangkan jenis polimer MP yang dominan ditemukan adalah polyethylene (PE) pada biota perairan permukaan, serta polypropylene (PP) dan Polyethylene (PE) pada biota perairan laut
2	Ica Delya. (2021)	Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada saluran pencernaan Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>) di Perairan Sungsang, Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan.	Untuk menganalisis jenis-jenis mikroplastik dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan <i>Anadara granosa</i>	Hasil penelitian ini mengemukakan bahwa pada saluran pencernaan <i>Anadara granosa</i> didapatkan 421 partikel plastic yang merupakan film berjumlah 250 partikel, fiber 133 partikel dan fragmen 38 partikel. LDPE (Low-density Polyethylene), PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PA (Polymide), dan PS (Polysterene), kelimanya merupakan jenis polimer partikel plastic (microplastic) yang sempat didapatkan dari penelitian.
3	Mirna Nur Valasia. (2021)	Analisis Mikroplastik pada air, sedimen dan Kerang Lorjuk (<i>Solen so.</i>) di Pantai Talang Siring Kabupaten Pamekasan.	Analisis mikroplastik untuk mengetahui kelimpahan, bentuk, warna dan jenis polimer mikroplastik.	Hasil penelitian ini menganalisis bahwa kelimpahan mikroplastik pada sampel perairan yakni 46 partikel/ 500 ml air laut, sedimen 124 partikel/ 200 gram sedimen dan kerang lorjuk 65 partikel/ 10 ekor kerang lorjuk. Polimer mikroplastik yang ditemukan di sampel air terdiri dari polyethylene, polypropylene dan PEVAC, sedimen terdiri dari polyethylene, polypropylene, PET, dan PEVAC, sedangkan pada sampel kerang terdiri dari polimer polyethylene dan PEVAC

4	Hazman, H., Noir, P, P., Yudi, N, I., Lintang, P, S, Y., Putri, G. (2019)	Kondisi Sampah Mikroplastik Di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang Dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur	Untuk mengetahui jenis dan sebaran mikroplastik di Laut Sawu, Provinsi Nusa Tenggara Timu	Penelitian ini mengidentifikasi bahwa jenis partikel plastic di Laut Sawu adalah berjenis fragmen, jenis filamen, jenis film, dan dari yang ditemukan di lokasi-lokasi yang berbeda, diketahui bahwa rata rata berwarna hitam yakni 50% <i>Polyethylene</i>
5.	Nesi, W, L., Insafitri, Wahyu, A, N. (2021)	Mikroplastik dalam Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) Pada Ukuran yang Berbeda di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura	Untuk mengetahui bentuk, rata-rata jumlah dan berat paling tinggi, jumlah keseluruhan, jenis polimer mikroplastik serta perbandingan antar ukuran <i>Anadara Granosa</i> pada lokasi dekat mangrove, muara sungai dan permukiman di Perairan Kwanyar Bangkalan Madura	Penelitian ini menghasilkan data bahwa jenis partikel <i>Anadara granosa</i> terbanyak didapatkan dari ekosistem mangrove. Jenis polimer yang ditemukan pada kerang darah adalah jenis <i>Poly Ethylene Terephthale</i> , dan <i>Polypropylene</i>
6	Lisawati, N., Anwar, D., Shinta, W., Anwar, M., Erniwati, I., Rahman, S. (2020)	Analysis of Microplastic Intake by Human through Red Kurisi Fish (<i>Nemiptus Japonicas</i>) and Mackerel (<i>Rastrelliger Sp</i>) Comsumption in the Coastal Area Community of Tamasaju Village, North Galesong Takalar Regency	Untuk menganalisis tingkat asupan mikroplastik melalui konsumsi ikan di Kawasan pesisir Desa Tamasaju, Galesong Utara, Kabupaten Takalar	Jumlah mikroplastik yang ditemukan sebanyak 18 partikel. Jenis mikroplastik ditemuka bentuk garis dengan variasi warna dan ukuran yang berbeda dengan dominasi garis biru yaitu 77,77%. Rata-rata konsentrasi mikroplastik yang terdapat pada ikan adalah 3.1 mg/kg. Rata-rata asupan mikroplastik non karsinogenik oleh masyarakat adalah 0.04 mg/kg dan sebanyak 0.02 mg/kg untuk karsinogenik
7	Zhon, P., Huige, G., Hongzhe, C., Sumin, W., Xiuwu, S., (2019)	Microplastic in the Northwestern Pacific: Abundance, Distribution, and Characteristic	Untuk menganalisis kelimpahan, sebaran, dan karakteristik mikroplastik di Pasifik Barat Laut	Kelimpahan keberadaan mikroplastik di semua stasiun dari 6.4×10^2 item km^{-2} hingga 4.2×10^4 item km^{-2} . Dari hasil spektroskopi ditemukan mikroplastik dengan jenis polimer <i>Polyethylene</i> (57,8%), polimer <i>Polypropylene</i> (36,0%) dan Nilon (3,4%)
8	Xiaoyun, Q., Lei, S., Hengxiang, L, (2018)	Assessing The Relationship Between The Abundance And Properties Of Microplastic In Water And Mussels	Untuk menganalisis polusi mikroplastik pada perairan dan kerang (<i>Mytilus edulis</i> , <i>Perma</i>	Terdapat hubungan signifikan dan kuantitatif mikroplastik pada kerang dan pada perairan, serta kerang lebih cenderung menelan mikroplastik dengan ukuran yang lebih kecil

			<i>Viridis</i>) di Pesisir Pantai China	
9	Anwar, D., Agus, B, B., Hasnawati, A, Akbar, T, Nano, H., Lisawati, N. (2021)	Risk Analysis of Microplastic in Fish (<i>Nemiptus Japonicas & Rastrelliger Sp</i>) in Communities in the Coastal Area of Tamasaju, Galesong Takalar	Untuk menganalisis tingkat risiko paparan mikroplastik melalui konsumsi ikan pada masyarakat di Pesisir DesaTamasaju, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar	Kelimpahan mikroplastik ditemukan sebanyak 18 partikel. Jenis mikroplastik yang ditemukan berbentk garis/serat dengan variasi warna dan ukuran yang berbeda-beda. Laju asupan untuk karsinogenik sebesar 0.009328 mg/kg/hari dan untuk non-karsinogenik sebesar 0.004754 mg/kg/hari.
10	Pungut., Sri, W., Yoso, W. (2021)	Identifikasi Mikroplastik Pada Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>) Dengan Menggunakan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) dan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	Untuk mengetahui kandungan mikroplastik pada 5 daerah penghasil kerang darah yang banyak dikonsumsi dan dimanfaatkan limbahnya.	Terdapat 4 jenis polimer yang di tengarai sebagai particle suspected as microplastic. Senyawa mikroplastik <i>Polyglutaroyl</i> , <i>Ethylidene -norbornene</i> , <i>Chloromethylsilasane</i> , dan <i>Poly (4,4'-azobisbenzoyl:alt2,4-dimethylpyrrolehidrazide</i>