

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pencemaran Laut

Pencemaran dapat didefinisikan sebagai proses masuknya zat atau energy kedalam suatu lingkungan. Masuknya zat atau energi tersebut disebabkan oleh aktifitas manusia secara langsung maupun tidak langsung. Hal tersebut menyebabkan dampak yang merugikan bahkan membahayakan manusia. Pencemaran juga menyebabkan rusaknya lingkungan sumberdaya hayati, ekosistem (GESAMP, 1991).

Pencemaran laut adalah menurunnya kualitas air laut karena aktivitas manusia baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja memasukkan zat-zat pencemar dalam jumlah tertentu ke dalam lingkungan laut (termasuk muara sungai) sehingga menimbulkan akibat yang negatif bagi sumber daya hayati dan nabati di laut, kesehatan manusia, aktivitas manusia di laut dan terhadap kelangsungan hidup dari sumber daya hidup di laut (Sumardi, 1996). Pencemaran laut dapat dibedakan atas pencemaran pantai dan pencemaran lepas pantai. Pencemaran pantai banyak disebabkan oleh kegiatan manusia di darat, sedangkan pencemaran lepas pantai sering disebabkan oleh tumpahan minyak dari transportasi laut.

Plastik merupakan bahan yang terbentuk dari produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer sendiri adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat

polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras (Mujiarto, 2005).

Plastik merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari minyak bumi (*petroleum source*). Terdapat lebih dari 20 jenis plastik polimer organik yang memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda, seperti perbedaan densitas serta komposisi kimia dari setiap jenis plastik. Namun yang sering dijumpai yaitu jenis *Polypropylene* (PP), *Polyethylene*, *Polyvinil clorida* (PVC), *Polyuretan* (PUR), *Polyethylene terephthalate* (PET), dan *Polystyrene* (PS). Enam jenis tersebut mewakili 90% dari total jenis plastik yang diproduksi (Rodríguez-Seijo and Pereira, 2017).

## **2.2 Mikroplastik**

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm. batas bawah ukuran mikroplastik belum didefinisikan, namun kebanyakan mikroplastik yang diambil berukuran 300 µm. Ukuran mikroplastik dibagi menjadi 2 kategori, yaitu ukuran besar yaitu range antara 1-5 mm dan ukuran kecil <1 mm. Mikroplastik digolongkan menjadi beberapa kelompok yang sangat bermacam-macam ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat lainnya (Victoria, n.d.)

Mikroplastik yang ditemukan di dalam lingkungan laut memiliki keberagaman ukuran, kerapatan, bentuk dan komposisi kimia. Hal tersebut dikarenakan partikel mikroplastik berasal dari sumber yang berbeda. Terdapat dua jenis mikroplastik yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer mencakup semua plastik yang diproduksi dengan ukuran <5 mm, seperti scrub, serat, dan microbeads yang mana sebagai tambahan untuk produk

kosmetik. Mikroplastik primer kemudian masuk ke dalam perairan laut melalui limbah pembuangan yang bermuara di laut. Sedangkan mikroplastik sekunder mencakup plastik berukuran makro yang terdegradasi saat terkena secara fisik, kimia maupun biologi seperti degradasi biotik, radiasi ultraviolet, atau abrasi. Sehingga partikel mikroplastik sekunder memiliki bentuk dan ukuran yang tidak beraturan (Rodríguez-Seijo and Pereira, 2017).

### **2.3 Terbentuknya mikroplastik**

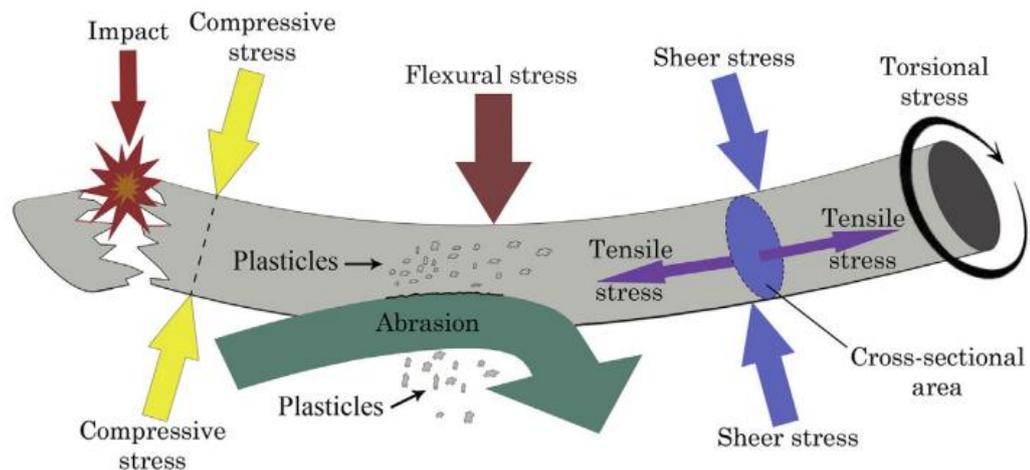
Sampah plastik berasal dari limbah domestik yang sengaja atau tidak sengaja dibuang melalui saluran air. Ketika sampah plastik memasuki lingkungan perairan, banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya degradasi pada material plastik tersebut. Salah satunya adalah periode waktu selama sampah plastik berada di perairan. Setiap plastik memiliki bahan yang berbeda, beberapa plastik dirancang dari bahan yang kuat sehingga sulit dan membutuhkan waktu yang lama bahkan ribuan tahun untuk membuat plastik terdegradasi. Ada juga plastik yang dirancang biodegradable. Pada dasarnya plastik terdiri dari dari rantai molekul yang besar, dengan kata lain degradasi pada plastik adalah proses yang menyebabkan rantai besar pada plastik menjadi rantai yang pendek atau kecil. Ada dua cara degradasi plastik bisa terjadi, yaitu secara biotik dan abiotik. Degradasi plastik secara biotik merupakan degradasi plastik yang dilakukan oleh organisme baik makroorganisme maupun mikroorganisme (Bergmann et al., 2015).

Degradasi abiotik pada plastik mengacu pada pelapukan pada bahan plastik akibat faktor lingkungan seperti gaya mekanik, suhu, cahaya, gas, dan air. Selain itu bahan kimia dari plastik memiliki kelemahan tersendiri untuk terdegradasi (lihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 1). (Crawford and Quinn, 2017).

**Tabel 1. Tabel kerentanan polimer terhadap lingkungan**

Jenis Polimer	Singkatan	Kelemahan terhadap lingkungan
Polyethylene terephthalate	PET	Bisa menghidrolisis air pada kondisi suhu tinggi (>73-78°C)
Low-density polyethylene	LDPE	Rawan terdegradasi jika dibawah tekanan yaitu <i>photo-oxidies</i>
High-density polyethylene	HDPE	Rawan terdegradasi jika dibawah tekanan yaitu sinar matahari
Polyvinyl chloride	PVC	Memiliki kekuatan benturan yang rendah pada suhu kamar (21°C)
Polypropylene	PP	Memiliki ketahanan yang buruk terhadap <i>bending, breaking, crushing</i> pada suhu rendah. Oksidasi dari suhu panas dan sinar matahari akan memperburuk retakan dari waktu ke waktu (rapuh)
Polystyrene	PS	Mudah rapuh di bawah sinar matahari
Polycarbonate	PC	Rawan jika terkena abrasi dan peka terhadap alkali yang kuat
Poly(methyl methacrylate)	PMA	Rapuh, dan rawan terpotong menjadi kecil
Polytetrafluoroethylene	PTFE	Memiliki ketahanan yang rendah terhadap tekanan
Acrylonitrile butadiene styrene	ABS	Semakin rapuh dan berwarna kuning jika di bawah sinar matahari
Polyamide (nylon)	PA	Menurunkan kekuatan Tarik jika menyerap air. Sensitif terhadap asam dan alkali
Polychloroprene (neoprene)	CR	Rentan terhadap ozon di atmosfer

Sumber: Crawford and Quinn, 2017



**Gambar 1.** kerentanan polimer terhadap tekanan (Crawford and Quinn, 2017).

**Tabel 2.** Jenis stres yang menyebabkan terjadinya fragmentasi pada plastik

Jenis Stress	Definisi	Contoh
<i>Abrasion</i>	Menekan plastik sehingga menghasilkan partikel mikroplastik berukuran kurang dari 5 mm	<i>Scraping</i>
<i>Compressive</i>	Gaya yang ditujukan pada plastik untuk mengompres plastik atau menjadikan lebih plastik lebih kecil	<i>Crushing</i>
<i>Flexural</i>	Pelenturan yang menghasilkan kompresi dan tegangan pada sisi yang berdekatan pada plastik	<i>Bending</i>
<i>Impact</i>	Gaya yang tinggi yang diberikan pada plastik dalam waktu singkat yang dapat menghasilkan fragmentasi	<i>Striking</i>
<i>Sheer</i>	Gaya yang terjadi pada plastik secara tegak lurus dengan meluaskan plastik	<i>Tearing</i>
<i>Tensile</i>	Gaya tarik menarik untuk memperpanjang atau memperluas plastik	<i>Stretching</i>
<i>Torsional</i>	Jenis stress atau deformasi yang terjadi ketika salah satu ujung plastik diputar sementara ujung yang lain tidak diputar atau memutar ke arah yang berlawanan	<i>Twisting</i>

Sumber: Crawford and Quinn, 2017

## 2.4 Sumber Mikroplastik

### 2.4.1 Mikroplastik Primer

Sumber primer mencakup kandungan plastik dalam produk-produk pembersih dan kecantikan, pelet untuk pakan hewan, bubuk resin, dan umpan

produksi plastik. Mikroplastik yang masuk ke wilayah perairan melalui saluran limbah rumah tangga, umumnya mencakup polietilen, polipropilen, dan polistiren (Gregory, 1996).

Mikroplastik primer merupakan partikel plastik yang sengaja diproduksi dengan ukuran yang mikroskopis. Mikrobeads merupakan jenis mikroplastik primer yang digunakan dalam pembuatan kosmetik, sekitar 1,5% dari sabun cair mengandung mikrobeads. Mikroplastik primer juga digunakan sebagai agen pembersih dan cat serta pelapis cat. Cat yang dilarutkan dalam pelarut seperti pennis, akan terjadi pengikatan pada polimer, dan setelah terjadi pengerasan pada cat tersebut akan terbentuk film polimer. Diperkirakan kadar mikroplastik yang terdapat pada cat adalah 14% sampai 30% (van Wezel et al., 2016). Mikroplastik primer sering disebut sebagai *mikrobeads*, yang mana mikroplastik yang diproduksi dengan ukuran mikroskopis untuk digunakan dalam produk kosmetik, seperti eksfoliator dan pasta gigi (Nerland et al., 2014).



**Gambar 2. Contoh sumber mikroplastik primer dari produk pasta gigi (Nerland et al., 2014).**

Mikroplastik primer biasanya berbentuk seperti manik-manik bulat berukuran kecil yang sengaja dibuat sebagai bahan kosmetik, produk perawatan pribadi, exfoliator kulit, dan agen pembersih. Selain itu, ada juga pellet plastik yang berwarna sebagai bahan baku pembuatan produk plastik yang nantinya akan

dilelehkan dan dibentuk sesuai produk yang diinginkan. Serat sintetis yang digunakan untuk memproduksi pakaian juga dikategorikan sebagai mikroplastik primer karena sengaja dibuat berukuran kecil. Produk mikroplastik tersebut nantinya akan bermuara di laut melalui saluran limbah dan sungai. Mikroplastik yang sudah bermuara akan mengendap bersama sedimen. Salah satu contoh jenis mikroplastik primer yaitu *Polypropylene terephthalate* yang digunakan untuk *skin conditioner* pada produk kosmetik (Crawford and Quinn, 2017).

#### 2.4.2 Mikroplastik Sekunder

Sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Potongan ini dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang memang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, serat sintetis dari pencucian pakaian, atau akibat pelapukan produk plastik. Sumber sekunder berupa serat akibat pencucian pakaian kebanyakan terbuat dari poliester, akrilik, dan poliamida yang dapat mencapai lebih dari 100 serat per liter. Sumber ini memiliki waktu tinggal yang relatif lebih lama di wilayah perairan, baik di perairan alami maupun buatan (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Mikroplastik dapat masuk ke dalam perairan dikarenakan kerusakan plastik yang lebih besar menjadi lebih kecil (Nerland et al., 2014).



**Gambar 3. Contoh sumber mikroplastik dari proses fragmentasi (Nerland et al., 2014)**

Mikroplastik sekunder merupakan partikel yang terbentuk melalui fragmentasi sampah plastik yang disebabkan oleh radiasi UV. Plastik yang mengambang dipermukaan akan lebih cepat terdegradasi daripada plastik yang terdapat di kolom perairan, karena sinar UV semakin melemah seiring dengan kedalaman. Setelah plastik menjadi rapuh akibat sinar UV, plastik tersebut akan terpecah menjadi bagian lebih kecil akibat angin, ombak atau abrasi oleh butiran pasir (Magnusson et al., 2016).

Mikroplastik sekunder berukuran tidak beraturan yang secara tidak langsung terbentuk menjadi ukuran kecil. Partikel mikroplastik tersebut terbentuk akibat degradasi dari potongan plastik yang lebih besar seperti kantong plastik, botol, bungkus snack, tali, jarring, dan bahan plastik hampir yang berukuran besar lainnya. Potongan plastik besar akan terpapar sinar ultraviolet dari matahari dan faktor oseanografi seperti gelombang sehingga menghasilkan potongan yang lebih kecil. Sumber lain yaitu dari jaring anti predator yang berserat, jarring tersebut melepaskan partikel mikro plastik yang cukup banyak yaitu sekitar 18% dari seluruh jenis sumber mikroplastik. Namun, degradasi dari plastik juga memerlukan waktu tahunan karena plastik berasal dari minyak atau hidrokarbon yang tahan terhadap biodegradasi. Plastik yang telah mengalami terdegradasi akan terdistribusi oleh arus (Crawford and Quinn, 2017).

## **2.5 Persebaran mikroplastik**

### **2.5.1 Mikroplastik di muara sungai**

Air limbah mengandung partikel plastik dari kosmetik maupun serat dari mencuci pakaian sintesis. Air limbah tersebut dibuang secara sengaja maupun tidak sengaja ke perairan dengan menggunakan saluran air. Mikroplastik yang terdapat didalam perairan sungai akan terakumulasi, sebagian akan terbawa arus menuju perairan laut sebagian lagi akan mengendap. Mikroplastik tersebut juga

dapat tertelan oleh organisme yang menganggapnya sebagai makanan. Mikroplastik yang tertelan akan berakibat buruk bagi pemangsanya jika mikroplastik terakumulasi didalam pencernaan organisme air tawar (Besseling et al., 2017).

Mikroplastik yang terdapat di sungai ataupun muara sungai berasal dari limbah yang terbuang melalui saluran air. Namun, muara memiliki daerah transisi dinamis yang berfluktuatif dimana arus dapat mengalir masuk maupun keluar akibat dari pasang surut. Fluktuasi tersebut menyebabkan berkumpulnya partikel di muara sehingga partikel akan mengendap dan bercampur dengan sedimen. Curah hujan juga mempengaruhi jalannya mikroplastik menuju perairan lepas. Ketika curah hujan tinggi, mikroplastik yang menempel pada tepi sungai atau muara akan kembali terbawa dan akan mengalir sepanjang aliran sungai menuju laut (Crawford and Quinn, 2017).

### **2.5.2 Mikroplastik di permukaan laut**

Mikroplastik di laut lebih dulu terdeteksi daripada mikroplastik di muara maupun di sedimen. Mikroplastik yang pertama kali ditemukan yaitu mikroplastik jenis *polystyrene* berdiameter 0.2 – 2.5 mm di permukaan laut Samudera Atlantik Utara. Seiring berjalannya waktu semakin banyak jenis mikroplastik yang ditemukan di laut. Laut merupakan akhir dari perjalanan limbah domestic berupa plastik, baik berukuran makro maupun mikro. Plastik berukuran makro akan tetap di laut dengan rentang waktu yang lama, sehingga akan menjadi ukuran mikro (Crawford and Quinn, 2017).

Mikroplastik tersebar di dasar laut yang dalam, dan di seluruh kolom air laut. Berat mikroplastik yang ringan menyebabkan plastik melayang di kolom perairan dan akan mengikuti kemana arus akan pergi. Plastik juga akan mengendap dan akan bercampur dengan sedimen karena saat ini plastik banyak

diproduksi memiliki densitas yang tinggi sehingga akan tenggelam saat berada di perairan. Ada sekitar 50% mikroplastik yang memiliki densitas yang lebih tinggi daripada air laut. Jumlah mikroplastik di laut yaitu >250.000 ton, dan akan terus bertambah seiring dengan banyaknya produk plastik yang terus digunakan dan berkembang (Lusher, 2015).

### **2.5.3 Mikroplastik di sedimen**

Kebanyakan mikroplastik akan mengapung di permukaan perairan jika mikroplastik memiliki densitas yang lebih rendah daripada air laut. Namun, ada juga mikroplastik yang mempunyai densitas yang lebih tinggi sehingga ketika memasuki perairan, mikroplastik tersebut akan tenggelam bersama sedimen. Ada kemungkinan juga mikroplastik yang memiliki densitas lebih rendah akan bercampur dengan sedimen di dasar perairan. Hal tersebut dipengaruhi oleh sedimen yang tersuspensi akan membawa mikroplastik berdensitas rendah masuk ke dasar perairan. Sehingga dapat diindikasikan bahwa ada dua cara mikroplastik masuk ke dasar perairan yang kemudian bercampur dengan sedimen, yaitu secara fisik seperti densitas mikroplastik, dan secara biologis seperti *marine snow*. Faktor hidrologi seperti turbulensi, arus upwelling, pasang surut juga dapat mengantarkan mikroplastik menuju dasar perairan dan bercampur dengan sedimen (Peng et al., 2017)

Mikroplastik dengan densitas yang lebih besar daripada air laut akan tenggelam dan akan bercampur dengan sedimen di dasar laut. Sedangkan mikroplastik yang memiliki kepadatan yang kecil akan mengapung di permukaan dan kolom perairan. Peningkatan jumlah mikroplastik di sedimen juga dapat disebabkan oleh sedimen. Sedimen yang tersuspensi akan menempel pada mikroplastik sehingga mikroplastik tersebut akan tenggelam. Biofouling juga dapat mengakibatkan bertambahnya jumlah mikroplastik pada sedimen, ketika biofouling

pada mikroplastik terjadi maka akan menambah densitas mikroplastik sehingga membuatnya tenggelam (Auta et al., 2017)

#### **2.5.4 Mikroplastik pada garam**

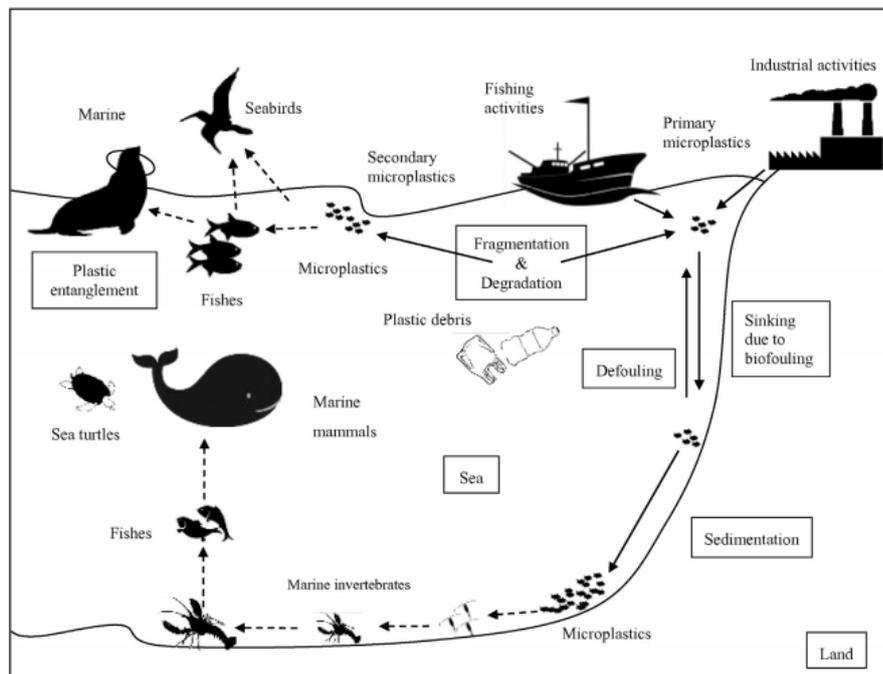
Produk laut merupakan salah satu sumberdaya makanan utama bagi manusia, salah satunya adalah garam. Garam kebanyakan diproduksi dari air laut yang mana menggunakan metode kristalisasi. Untuk membuat air laut menjadi mengkristal, perlu gabungan antara energi dari sinar matahari dan angin. Sebelum air laut diproses menjadi garam, air laut terlebih dulu ditampung dalam serangkaian kolam yang berurutan untuk meningkatkan kadar salinitas dari proses penguapan. Proses tersebut dapat meningkatkan resiko kontaminasi mikroplastik pada garam. Hal tersebut dikarenakan banyaknya kontaminasi yang terjadi pada air laut saat ini (Yang et al., 2015).

Mikroplastik sudah mengkontaminasi produk laut yang dikonsumsi manusia, seperti kerang, ikan, dan produk laut lainnya. Konsumsi produk laut tersebut menjadi jalur pemaparan yang cukup signifikan dari mikroplastik pada manusia. Mikroplastik yang masuk kedalam tubuh sebagai kontaminan bisa saja berbahaya bagi tubuh karena mikroplastik mengandung senyawa kimia yang berbahaya bagi tubuh. Walaupun hanya dikonsumsi sebagai bahan tambahan, garam merupakan salah satu produk laut yang hampir semua manusia mengonsumsi tiap harinya (Karami et al., 2017).

#### **2.6 Interaksi antara mikroplastik dengan organisme**

Hewan laut yang menelan mikroplastik termasuk organisme bentik dan pelagis, yang memiliki variasi strategi makan dan menempati tingkat trofik yang berbeda. Invertebrata laut bentik yang menelan mikroplastik, termasuk teripang, kerang, lobster, amphipods, lugworms, dan teritip (Thompson et al., 2004). Beberapa invertebrata bahkan lebih memilih partikel plastik, teripang dari habitat

bentuk menelan fragmen plastik dalam jumlah yang tidak proporsional berdasarkan rasio tertentu plastik dengan pasir. Dalam habitat pelagis laut, mikroplastik tertelan oleh berbagai taksa zooplankton dan oleh ikan dewasa serta larva ikan. Penyelidikan air tawar pertama mengenai penelanan plastik oleh invertebrate menunjukkan bahwa hewan-hewan dari beragam habitat, rantai makanan, dan level tropik yang berbeda, menelan mikroplastik (Imhof et al., 2013). Bahkan pada tingkat organisme paling dasar, beragam komunitas mikroba yang termasuk heterotrof, autotrof, predator, dan simbiosis, berasosiasi dengan mikroplastik (Zettler et al., 2013).



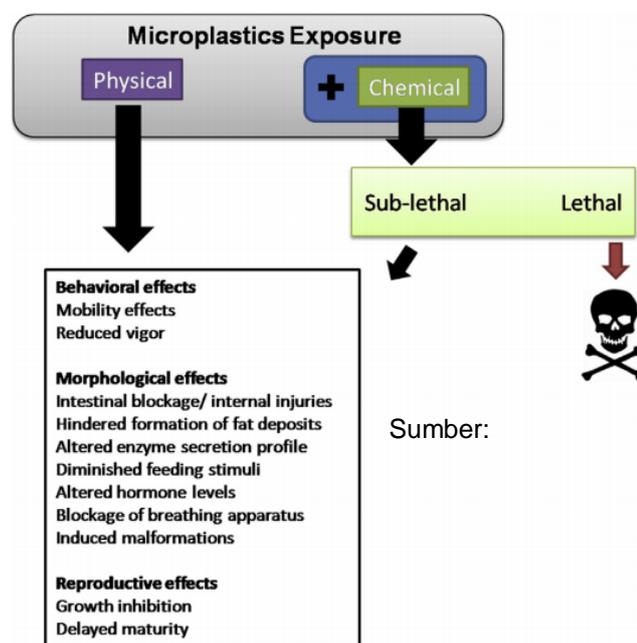
**Gambar 4. Sumber dan Interaksi mikroplastik terhadap organisme (Li et al, 2016).**

Pada tingkat trofik yang lebih tinggi, burung laut juga menelan mikroplastik secara langsung serta tidak langsung, melalui ikan yang telah menelan mikroplastik. Penelanan mikroplastik oleh anjing laut dan singa laut di pulau-pulau sub Antartika menjadi bukti bahwa mikroplastik telah mencapai tingkat trofik tertinggi dari jaring-jaring makanan di laut bahkan di lokasi terpencil. Mamalia laut

besar sangat mungkin memperoleh mikroplastik secara langsung maupun tidak langsung (Li et al., 2016)

## 2.7 Dampak mikroplastik pada organisme

Dampak mikroplastik pada organisme bemula ketika mikroplastik tertelan oleh organisme baik sengaja karena dianggap makanan oleh organisme atau secara tidak sengaja seperti yang terjadi jika organisme memiliki system menyaring makanan, juga bisa terjadi ketika organisme pada tropic makanan yang lebih tinggi memakan organisme lain yang telah terkontaminasi oleh mikroplastik. Hal tersebut terjadi karena mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil dan memiliki warna yang beragam sehingga tidak salah jika organisme menganggapnya makanannya. Mikroplastik yang tertelan akan berdampak buruk pada organisme yang menelannya. Mikroplastik yang tidak dapat dicerna oleh system pencernaan akan menetap, menumpuk dan menyumbat saluran pencernaan. Beberapa jenis mikroplastik memiliki zat toxic yang bisa menyebabkan kematian organisme tercemar mikroplastik. Bahkan manusia yang mengkonsumsi organisme tercemar mikroplastik juga akan merasakan dampak yang sama jika mengkonsumsinya terus menerus (Lusher, 2015).



Gambar 5. Dampak mikroplastik secara fisik maupun kimia (Costa et al, 2017).

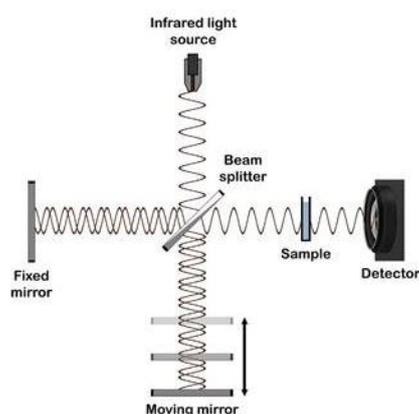
Mikroplastik dapat ditemukan di beberapa spesies di seluruh dunia, termasuk burung laut, penyu, krustasean, dan ikan. Secara fisik maupun kimiawi makroplastik dan mikroplastik sangat berbahaya jika tertelan. Secara fisik bisa terjadi penyumbatan saluran pencernaan, penghambatan sekresi enzim lambung, mengurangi ransangan makanan, mengurangi kadar hormon steroid, kegagalan system reproduksi, bahkan kematian. Kebanyakan mikroplastik memiliki kandungan senyawa kimia yang bersifat toxic, senyawa kimia tersebut dapat diserap oleh organisme dengan tingkat trofik yang lebih tinggi, termasuk manusia (Li et al., 2016). Senyawa kimia tersebut disebut sebagai *Pollutan Organic Persisten* (POPs) yang memiliki sifat racun, bioakumulatif, tahan lama, hydrophobic, dan memiliki potensi tersebar jarak jauh, beberapa contohnya adalah *Polychlorinated Biphenyls* (PCB), *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAH), dan *Organochlorine Pesticides* (seperti DDT). Organisme yang mengalami bioakumulasi mikroplastik yang bersifat POP menyebabkan gangguan endokrin, teratogenisitas, dan toksisitas hati dan ginjal. Selain POP mikroplastik juga terdapat zat aditif plastik, seperti *Brominated Flame Retardants*, *Phthalates* dan monomer kontituen Bisphenol A. Kelebihan zat aditif akibat akumulasi mikroplastik menyebabkan gangguan pada proses biologis, seperti gangguan pada endokrin karena molekul bersaing dengan sintesis hormone endogen. *Phthalate* menyebabkan terjadinya perubahan tingkah laku ikan. *Bisphenol A* juga memiliki efek yang buruk pada reproduksi dan metabolisme (Costa and Duarte, 2017).

## **2.8 Metode karakterisasi mikroplastik**

Identifikasi mikroplastik dibedakan menjadi dua, yaitu fisika dan kimia. Identifikasi fisika berupa karakteristik dari mikroplastik seperti bentuk, warna, dan ukuran. Sedangkan identifikasi kimia merupakan jenis polimer yang terkandung dalam mikroplastik. Sehingga identifikasi keduanya membutuhkan dua metode

yang berbeda. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Shim *et al.* (2016), Identifikasi karakteristik fisiknya cukup menggunakan metode mikroskopi yaitu menggunakan alat bantu mikroskop untuk identifikasi secara visual dan untuk karakteristik kimia diperlukan metode  $\mu$ -FTIR (*micro-Fourier Transform Infrared*) Spektroskopi untuk mengetahui gugus fungsi pada polimer mikroplastik.

Metode spektroskopi menggunakan  $\mu$ -FTIR merupakan teknik yang banyak digunakan dalam melakukan identifikasi jenis polimer mikroplastik. Hal tersebut dikarenakan metode ini relative mudah digunakan, selain itu  $\mu$ -FTIR sangat akurat dalam identifikasi jenis plastik dengan menghasilkan spektrum infra merah (IR) yang spesifik dan mengandung pola pita yang berbeda, sehingga dapat diketahui perbedaan antara bahan plastik dan alami. Inframerah memiliki panjang gelombang yang lebih panjang daripada cahaya tampak. Jika sampel diradiasi dengan sinar inframerah, unsur – unsur seperti karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen dapat diketahui dengan mengukur sejauh mana molekul dalam sampel menyerap panjang gelombang tertentu. Dapat diartikan bahwa metode ini adalah teknik yang menyinari sampel dengan panjang gelombang tertentu, kemudian molekul sampel menyerap gelombang yang dipancarkan, dan ditransmisikan. Jumlah energi yang diserap oleh molekul pada setiap panjang gelombang, memberikan informasi tentang molekul yang ada pada sampel (Gambar 6) (Crawford and Quinn, 2017).



**Gambar 6. Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Crawford dan Quinn, 2017).**