

# KESAN JANGKA PANJANG CEBISAN PLASTIK TERHADAP HIDUPAN MARIN

Plastik ialah polimer organik yang dihasilkan melalui pemolimeran monomer yang diekstrak daripada bahan mentah yang diperolehi daripada produk asli seperti gas asli, minyak mentah dan arang batu. Bergantung pada keperluan produk akhir, polimer ini dicampur dengan pelbagai bahan tambahan seperti antioksidan, kalis api, penstabil ultraungu (UV), pelincir dan pewarna untuk meningkatkan prestasinya.

Ciri serba boleh plastik seperti ringan, ketahanan yang tinggi dan harga yang rendah menyumbang kepada penggunaannya yang meluas dalam sektor perindustrian. Oleh sebab itu, peningkatan permintaan plastik terus berkembang dengan pesat dalam pasaran global.

Pengeluaran dan penggunaan plastik global telah berkembang dengan stabil sejak pertama kali dihasilkan pada tahun 1950. Peningkatan global dalam pengeluaran plastik mengikut trend linear yang sepadan dengan pertumbuhan populasi juga menunjukkan pertambahan jumlah plastik yang digunakan. Hal ini dicerminkan dalam pengeluaran plastik yang meningkat dua kali ganda sejak

tahun 2000 serta mengatasi bahan terhad dan lebih berat seperti logam, kaca, seramik dan kayu.

Pasaran plastik global berkembang pesat dan meningkat daripada USD502 bilion pada tahun 2015 kepada USD568.9 bilion pada tahun 2019 dan seterusnya kepada USD579.7 bilion pada tahun 2020. Kadar pertumbuhan tahunan kompaun (CAGR) yang diramalkan dari tahun 2021 hingga tahun 2028 adalah sebanyak lima



peratus yang menghasilkan unjuran peningkatan sebanyak USD616.82 bilion menjelang tahun 2028.

Statistik terkini daripada data pengeluaran plastik dunia dan Eropah menunjukkan pertumbuhan berterusan dalam pengeluaran dengan peningkatan sebanyak empat peratus pada tahun 2021 berjumlah 390.7 juta tan metrik berbanding dengan 375.5 juta tan metrik pada tahun 2020.

Pada tahun 2018, Asia muncul sebagai benua terbesar yang mengeluarkan plastik dan menyumbang sebanyak 51 peratus daripada jumlah pengeluaran dunia. China dan Jepun pula merupakan pengeluar plastik teratas di Asia yang menyumbang 32 peratus dan tiga peratus daripada pengeluaran plastik global.

Pengeluaran plastik di seluruh Asia menyumbang kira-kira 17 peratus daripada pengeluaran dunia. Secara keseluruhannya, Asia menghasilkan hampir separuh daripada bahan plastik dunia pada tahun 2021.

Perjanjian Perdagangan Bebas Amerika Utara dan Blok Eropah disenaraikan sebagai pengeluar plastik kedua terbesar yang menyumbang sekitar 18 peratus daripada jumlah keseluruhan. Komanwel Negara-negara Merdeka pula mempunyai peratusan sebanyak tiga peratus.

Industri plastik memainkan peranan penting dalam ekonomi Malaysia. Jumlah dagangan sebanyak RM33.10 bilion dicatatkan pada tahun 2019 yang mewakili peningkatan sebanyak 6.4 peratus daripada RM30.98 bilion pada tahun 2018.

Eksport produk plastik meningkat 2.9 peratus daripada RM14.60 bilion pada tahun 2018 kepada RM15.03 bilion pada tahun 2019, manakala import produk plastik meningkat 5.4 peratus kepada RM11.89 bilion. Walau bagaimanapun, eksport produk plastik mengalami kejatuhan

pada tahun 2020 akibat pandemik COVID-19 yang melemahkan ekonomi dunia.

Mengikut ramalan, pasaran plastik Malaysia akan meningkat dengan nilai USD3.74 bilion pada tahun 2023 dan USD4.53 bilion menjelang tahun 2028 dengan kadar pertumbuhan tahunan kompaun kira-kira 3.91 peratus dalam tempoh 10 tahun akan datang. Di sebalik peningkatan yang mendadak dek permintaan industri yang tinggi, industri pembuatan plastik juga tidak ketinggalan menyumbang kepada masalah pengurusan alam sekitar.

Sekitar tahun 1950-an dan tahun 1970-an, sisa plastik boleh dikawal dengan munasabah kerana hanya sejumlah kecil plastik yang dihasilkan pada setiap tahun. Walau bagaimanapun, jumlah sisa plastik meningkat lebih tiga kali ganda menjelang tahun 1970-an dan 1990-an yang menunjukkan pertumbuhan yang sama dalam pengeluaran plastik.

Pada awal tahun 2000-an, sisa plastik meningkat dengan lebih cepat dalam tempoh satu dekad berbanding dengan 40 tahun sebelumnya. Pada tahun 2021, pengeluaran plastik global

meningkat sebanyak empat peratus, yakni lebih 390 juta tan metrik yang menunjukkan permintaan yang kukuh dan berterusan untuk plastik.

Pada hari ini, industri plastik menghasilkan kira-kira 400 juta tan metrik sisa plastik pada setiap tahun. Sekiranya trend pertumbuhan ini berterusan, pengeluaran plastik utama global diramalkan mencecah 1100 juta tan metrik menjelang tahun 2050.

### Plastik dan Alam Sekitar

Penggunaan plastik secara meluas telah mencetuskan isu alam sekitar yang serius dan dikategorikan sebagai bidang yang menjadi perhatian khusus di seluruh dunia. Penggunaan plastik secara meluas dan kaedah pelupusan yang tidak mencukupi telah mengakibatkan 22 juta tan metrik plastik "memasuki" alam sekitar pada tahun 2019 dan menyumbang kepada pencemaran plastik yang berterusan, termasuklah di negara Asia seperti Malaysia.

Malaysia merupakan lima negara teratas yang mempunyai pengurusan sisa plastik yang paling teruk kerana



menghasilkan 1.4 juta hingga 3.7 juta tan serpihan plastik marin pada setiap tahun. Pertumbuhan pesat pengeluaran dan penggunaan plastik adalah berkaitan dengan pelupusan sisa plastik dan banyaknya sampah laut. Walaupun terdapat banyak kajian mengenai kejadian, komposisi dan kuantiti serpihan marin, hanya sedikit maklumat tersedia mengenai anggaran bilangan sumber dan asal usul serpihan plastik yang memasuki persekitaran marin.

Plastik direka bentuk untuk memamerkan ketahanan yang tinggi terhadap keadaan persekitaran. Oleh sebab kestabilan dan ketahanannya yang tinggi, kebanyakan polimer sintetik yang digunakan pada masa ini adalah tahan atau mengalami degradasi yang minimum, justeru cenderung terkumpul dalam persekitaran.

Plastik yang digabungkan bersama-sama bahan sintetik dan polimer semula jadi seperti kanji, linen dan kitin boleh mengalami biodegradasi. Faktor yang berbeza boleh menyumbang kepada degradasi plastik di alam sekitar, lalu mengakibatkan pembentukan zarah plastik mikroskopik yang mempunyai pelbagai bentuk dan saiz.

Apabila plastik terdedah kepada persekitaran, kebanyakan polimer mengalami penguraian sebagai sebahagian daripada proses luluhawa. Kepekaan polimer kepada fotodegradasi ditentukan oleh kapasitinya untuk menyerap bahagian tenaga suria daripada sumber matahari yang memudaratkan dan seterusnya mengakibatkan pengoksidaan dan pembelahan ikatan kimia dalam polimer.

Proses ini akhirnya boleh menyebabkan degradasi dan perubahan dalam sifat polimer. Tambahan pula, kehadiran daya fizikal meningkatkan pemecahan plastik.

Pendedahan serpihan plastik yang berterusan kepada daya fizikal seperti angin dan geseran pasir menyebabkan pemecahan kepingan plastik yang lebih besar. Proses pemecahan ini

mengurangkan saiz plastik dan meningkatkan luas kawasan, khususnya yang berkemungkinan mempercepat kadar biodegradasinya.

Biodegradasi merujuk penguraian enzim sebatian organik oleh organisma hidup. Mikroorganisma, termasuklah bakteria dan virus boleh memecahkan plastik secara semula jadi dan sintetik dalam persekitaran. Pecahan awal polimer boleh berlaku disebabkan oleh beberapa faktor fizikal dan biologi seperti keretakan bahan polimer dan seterusnya menjadikan kawasan permukaan lebih tinggi yang meningkatkan kecenderungan mikroorganisma untuk melekat dan membentuk koloni pada permukaan.

Mikroorganisma boleh melekat pada permukaan plastik dan membentuk biofilm. Proses ini mengubah ketumpatan apungan polimer, lalu mengakibatkan pergerakan mikroplastik dari permukaan lautan ke dalam air dan sedimen yang lebih dalam.

Apabila serpihan plastik tenggelam, kadar degradasi menurun dengan ketara disebabkan oleh suhu yang lebih rendah dan penembusan sinaran UV yang terhad. Hal ini menunjukkan bahawa polimer plastik boleh bertahan untuk jangka masa yang lama dan terkumpul di dasar laut.

Keadaan ini terjadi kerana proses degradasi polimer memerlukan masa yang lama dalam persekitaran. Pendedahan yang berpanjangan kepada tindakan semula jadi boleh mengurangkan kekuatan struktur barangan plastik, sekali gus menjadi serpihan kecil seperti makro dan mikroplastik.

#### **Mikroplastik**

Mikroplastik merujuk zarah pepejal sintetik atau matriks polimer yang mempunyai bentuk sekata atau

tidak sekata dan bersaiz antara satu mikrometer hingga lima milimeter. Zarah ini berasal sama ada daripada pembuatan plastik primer atau sekunder (terdegradasi daripada plastik bersaiz besar) dan tidak larut di dalam air.

Perbezaan dalam ketumpatan polimer memudahkan pengedarannya yang meluas dalam persekitaran akuatik, yakni daripada permukaan air hingga sedimen bentik. Hal ini mempengaruhi bioketersediaan zarah kecil ini kepada organisma akuatik kerana sering disalah anggap sebagai makanan dan tertelan yang kebanyakannya mungkin spesies yang disasarkan secara komersial untuk kegunaan manusia.

Kesan buruk mikroplastik dan bahan pencemarnya memberikan kesan yang ketara terhadap persekitaran dan hidupan laut. Kajian menunjukkan bahawa kehadiran sisa plastik yang lebih besar, khususnya peralatan menangkap ikan yang terbiar seperti jaring dan tali yang hanyut di lautan mengancam organisma marin dengan ketara.

Plastik berketumpatan rendah terapung di atas air, lalu menyekat



biofilm pada mikroplastik boleh mengubah komposisi dan struktur tipikal komuniti mikrob, sekali gus membenarkan bakteria berbahaya dan organisma lain merebak ke dalam air dan menggalakkan pembebasan bahan pencemar bertoksik ke dalam persekitaran akuatik.

Mikroplastik juga memberikan kesan negatif terhadap komuniti mikrob akuatik. Agen antibakteria, sebagai contoh, ditambah kepada beberapa polimer semasa proses pembuatan plastik untuk menghasilkan polimer antibakteria atau antimikrob. Pembebasan agen antibakteria akan berlaku apabila plastik hancur dan bahan pencemar toksik ini boleh dipindahkan kepada organisma yang menelan sisa plastik.

Dari semasa ke semasa, mikroplastik boleh meningkatkan jumlah gen rintang antibiotik dalam persekitaran marin. Oleh sebab itu, potensi peningkatan risiko antibiotik yang kehilangan keberkesanannya adalah disebabkan oleh pembentukan strain bakteria yang boleh bertahan dengan kehadiran agen antibakteria dan terus membiak dalam persekitaran akuatik.

Hingga kini, hubungan antara mikroplastik dengan organisma masih belum difahami sepenuhnya, namun jelas bahawa kesan mikroplastik terhadap biota akuatik semakin banyak direkodkan. Potensi kesan buruk mikroplastik terhadap hidupan laut adalah berbeza-beza dan bergantung pada faktor yang berbeza seperti sifat dan jumlah mikroplastik, spesies yang terdedah dan tempoh pendedahan.

Menurut Food and Agriculture Organization of the United Nations, mikroplastik telah ditemukan dalam pelbagai jenis hidupan laut – bermula daripada zooplankton kepada ikan, kerang, udang dan ketam. Pengambilan mikroplastik oleh hidupan ini juga menyebabkan pelbagai kesan toksikologi, termasuklah tekanan

cahaya dan menjejaskan fotosintesis bagi mikroorganisma autotrof seperti rumput air dan mikroalga. Mikroplastik dan bahan tambahannya bersifat toksik kepada mikroalga di dalam air, sekali gus mengancam keseimbangan ekologi persekitaran marin.

Selain itu, sesetengah plastik yang mengandungi klorin seperti polivinil klorida membebaskan hidrogen klorida. Nilon pula membebaskan hidrogen sianida semasa proses penguraian lalu mengasidkan persekitaran air.

Luas permukaan mikroplastik yang besar dan keupayaan penjerapan yang kuat membolehkan bahan ini menyerap bahan organik dan nutrien bukan organik. Kajian membuktikan bahawa virus, bakteria dan mikroorganisma lain yang terikat dengan mikroplastik menjadi "pengangkut" bagi bahan pencemar seperti logam berat. Masalah ini meningkatkan kadar pendedahan logam berat dalam ekosistem marin dan seterusnya meracuni persekitaran akuatik.

Pada masa yang sama, mikroorganisma juga "menjajah" permukaan mikroplastik. Pembentukan

### Plastik

1. Perkataan plastik berasal daripada bahasa Yunani, iaitu *plastikos* yang bermaksud sesuai untuk acuan dan *plastos* yang bermaksud acuan.
2. Plastik merujuk kebolehtempaan atau keplastikan semasa pembuatan yang membolehkannya dibuang, ditekan atau menyemperit kepada pelbagai bentuk.
3. Plastik boleh dikelaskan mengikut struktur kimianya, iaitu unit molekul yang membentuk tulang belakang polimer dan rantai sisi.
4. Terdapat dua jenis plastik, iaitu termoplastik dan termoset. Termoplastik akan melembut dan cair jika haba yang mencukupi digunakan, manakala termoset tidak menjadi lembut atau cair tanpa mengira jumlah haba yang digunakan.

oksidatif, perubahan tingkah laku, perencatan kadar pertumbuhan dan komplikasi pembiakan.<sup>45</sup>

**Mazni Mat Zin,**  
Pensyarah,  
Fakulti Kejuruteraan Awam,  
Universiti Teknologi MARA  
Cawangan Johor,  
Kampus Pasir Gudang.

**Dr. Shamila Azman,**  
Pensyarah Kanan,  
Fakulti Kejuruteraan Awam,  
Universiti Teknologi Malaysia.