

# Pencemaran Air

## Cabaran dan Penyelesaian

Air merupakan sumber alam yang tidak boleh digantikan dari segi sifat dan fungsinya. Kepentingannya terbukti melalui jumlah isi padu air di bumi yang dianggarkan sebanyak 1.386 bilion kilometer padu (333 juta batu padu). Daripada jumlah tersebut, 97.5 peratus merupakan air masin, manakala hanya 2.5 peratus ialah air tawar. Kesemua hidupan bergantung pada air tawar yang amat terhad ini untuk kelangsungan hidup.

Air tawar semula jadi wujud dalam tiga bentuk utama. Pertama, air tawar di permukaan bumi seperti sungai, tasik dan kolam. Kedua, air bawah tanah yang tersimpan dalam lapisan tanah dan batuan. Ketiga, air tawar dalam bentuk salji serta litupan ais.

Air tawar merupakan sumber boleh diperbaharu yang digantikan melalui proses kitaran air semula jadi. Proses ini bermula apabila haba matahari menyebabkan penyejatan berlaku ke atas air di permukaan bumi.

Air dalam bentuk cecair berubah menjadi wap air dan naik ke atmosfera. Wap air kemudiannya melalui proses kondensasi yang menghasilkan titisan



air yang berkumpul menjadi awan. Awan yang semakin berat akan menyebabkan air turun semula ke bumi dalam bentuk hujan atau salji.

#### **Punca Pencemaran Air Tawar**

Sumber air tawar sangat mudah tercemar akibat pelbagai aktiviti manusia. Satu daripada punca utama pencemaran air tawar ialah pelepasan efluen, iaitu sisa buangan cecair yang berpotensi mencemarkan sistem perparitan atau saliran. Pencemaran ini seterusnya menjejaskan kualiti sungai dan laut. Efluen boleh berasal daripada aktiviti industri, pertanian, tumpahan minyak, kumbahan domestik dan perbandaran serta aktiviti komersial.

Pelepasan efluen yang tidak terkawal mampu membebankan sistem air sehingga memerlukan masa yang lebih lama untuk kembali pulih secara semula jadi. Kawalan pelepasan efluen amat penting bagi memastikan kualiti sumber air mentah terus terpelihara. Langkah ini penting bagi mengekalkan keseimbangan ekosistem air tawar dan mengelakkan krisis sumber air.

Merujuk Peraturan 18(1) Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009, sebarang pelepasan efluen perindustrian atau efluen bercampur ke atas tanah atau perairan adalah dilarang. Individu yang melanggar peraturan ini boleh dihukum di bawah Peraturan 32. Hukuman termasuklah denda sehingga RM100,000 atau penjara tidak melebihi lima tahun.

#### **Jenis Pencemaran Air dan Impaknya**

##### **Keracunan atau ketoksikan**

Efluen industri sering mengandungi logam berat seperti plumbum, merkuri, kuprum, arsenik dan kromium yang boleh menyebabkan keracunan. Logam berat ini berasal daripada aktiviti seperti penyalutan timah dan penyaduran kromium.

Kehadiran logam berat dalam organisma akuatik boleh menghalang proses metabolik, merosakkan enzim dan mengubah ciri morfologi. Logam berat ini cenderung berkumpul di dalam organ seperti insang, perut, usus, hati dan buah pinggang yang

memberikan kesan seperti sistem imun yang lemah, pertumbuhan terjejas dan gangguan fisiologi lain.

Kejadian pencemaran bauksit di Kuantan yang berlaku sekitar tahun 2015 hingga tahun 2016 merupakan contoh nyata apabila perlombongan tanpa kawalan mencemarkan air serta menjejaskan kesihatan penduduk dengan masalah pernafasan dan penyakit kulit.

### **Kemasinan**

Kadar kemasinan yang tinggi dalam sumber air sering berpunca daripada pelepasan air bergaram dari kawasan lombong dan cari gali minyak tanpa rawatan. Proses sejatan yang tinggi di kawasan panas turut menyumbang kepada masalah ini. Walaupun sesetengah kehidupan akuatik mampu menyesuaikan diri dengan kadar kemasinan tertentu, pendedahan yang berpanjangan boleh menjadikan air bertoksik dan tidak sesuai sebagai habitat.

### **Keasidan**

Air bawah tanah yang keluar sebagai mata air sering mengandungi mineral yang boleh mencemarkan air. Aktiviti perlombongan, khususnya lombong arang batu menyebabkan air mata bersifat asid. Besi sulfida (iron sulfide) yang banyak di kawasan lombong juga menghasilkan asid sulfurik dan mendakan yang mencemarkan, menurunkan pH dan mengurangkan kandungan oksigen terlarut. Hal ini menyebabkan ekosistem menjadi toksik dan tidak sesuai untuk kehidupan akuatik.

### **Kekeruhan**

Air menjadi keruh apabila mengandungi bahan seperti keladak, lumpur, sisa tumbuhan dan bahan kimia. Aktiviti manusia seperti perlombongan, pertanian dan pembinaan menyumbang kepada kekeruhan melalui sedimen yang masuk ke dalam sumber air. Selain itu, pertumbuhan

fitoplankton dan pembuangan sampah juga meningkatkan kekeruhan, mengurangkan pancaran cahaya matahari dan mengganggu proses fotosintesis tumbuhan akuatik.

### **Pendeoksigenan**

Sisa organik seperti tumbuh-tumbuhan reput, bahan makanan dan bangkai haiwan memerlukan oksigen untuk proses penguraian. Proses ini meningkatkan keperluan oksigen biologi dan menyebabkan oksigen terlarut menjadi berkurangan. Kekurangan oksigen terlarut menjejaskan hidupan akuatik, menyebabkan tekanan, kelemasan dan kematian.

### **Eutrofikasi**

Eutrofikasi berlaku apabila nutrien berlebihan seperti fosfat dan nitrat terkumpul di dalam air. Punca utamanya ialah pelepasan air kumbahan, sisa industri dan air dari kawasan pertanian yang kaya dengan baja yang tinggi tanpa rawatan. Keadaan ini menggalakkan pertumbuhan alga dan bakteria yang tidak terkawal, mengurangkan kadar oksigen larut dan menjadikan ekosistem air tidak sesuai untuk hidupan akuatik.

### **Kesan Pencemaran Air**

Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu melaporkan lebih 80 peratus efluen daripada aktiviti manusia dilepaskan terus ke sungai dan laut tanpa rawatan yang sewajarnya. Pencemaran sumber air memberikan impak negatif terhadap kelestarian alam sekitar. Walaupun sumber air mempunyai keupayaan untuk memulihkan dirinya secara semula jadi, kemampuan ini bergantung pada kadar pencemaran yang rendah. Air bersih merupakan keperluan asas yang tidak boleh dipandang remeh kerana mampu mempengaruhi kesihatan, sumber makanan dan aktiviti ekonomi.

### **Kesan kepada kesihatan manusia**

Air bersih amat penting untuk kehidupan. Ketiadaan air bersih boleh

menyebabkan pelbagai penyakit bawaan air seperti penyakit kulit, kolera, demam kepialu, leptospirosis dan cirit-birit. Air yang digunakan untuk minum, mandi dan mencuci perlu bebas daripada sebarang kontaminasi. Sistem rawatan air juga mesti diselenggara dengan baik bagi memastikan bekalan air berkualiti. Sistem pembuangan sampah pula perlu diuruskan dengan berkesan agar tidak mencemarkan sumber air.

Kes pencemaran di Sungai Kim Kim, Pasir Gudang, Johor pada tahun 2019 menjadi contoh apabila pembuangan sisa kimia industri secara haram telah menyebabkan pelepasan gas toksik seperti metana, benzena, *acrolein* dan hidrogen klorida. Gas ini memberikan kesan kepada kesihatan penduduk, terutamanya pelajar sekolah yang mengalami kesukaran bernafas, muntah dan sakit kepala. Insiden ini memaksa 110 buah sekolah di sepanjang sungai tersebut ditutup sementara.

Kajian oleh University of Wolverhampton, United Kingdom pada tahun 2023 mengkategorikan bahan pencemar air minum kepada fizikal, kimia, mikrobiologi dan radiologi. Kajian menunjukkan bahawa bahan ini berpotensi menyebabkan penyakit seperti kanser, penyakit kulit, masalah buah pinggang, gangguan saraf dan penyakit tiroid.

### **Kemusnahan biodiversiti**

Pencemaran logam berat, racun perosak, bahan organik dan keladak daripada aktiviti perindustrian, pambandan dan pertanian membawa kesan buruk kepada biodiversiti. Pencemaran yang merebak ke laut mewujudkan persekitaran toksik yang tidak sesuai untuk kehidupan akuatik.

Keadaan ini menyebabkan kematian dan kepupusan spesies tertentu. Bahan pencemar yang memasuki kitaran makanan turut membawa risiko kesihatan kepada manusia dan haiwan.

### Pencemaran sumber air bawah tanah

Pencemaran di permukaan bumi seperti di sungai dan di tanah boleh meresap ke sumber air bawah tanah. Keadaan ini sering berlaku tanpa disedari. Undang-undang perlu diperketatkan bagi memastikan sektor industri, perlombongan dan pertanian menyediakan sistem rawatan sisa buangan sebelum pelepasan dilakukan ke alam sekitar.

### Hujan asid

Aktiviti perindustrian, penternakan, pengangkutan dan operasi jana kuasa menyumbang kepada fenomena hujan asid. Sisa aktiviti ini menghasilkan unsur sulfur dan nitrogen yang bertindak balas dengan molekul air di atmosfera untuk membentuk asid sulfurik dan asid nitrik. Hujan asid mencemarkan sumber air, merosakkan ekosistem dan berterusan dalam kitaran hujan semula jadi.

### Langkah Mengatasi Masalah

#### Pencemaran Air

Pencemaran air ialah masalah global yang memerlukan tindakan bersepadu daripada kerajaan, sektor swasta dan masyarakat. Pelbagai usaha telah dijalankan melalui pendekatan perundangan dan bukan perundangan, namun keberkesanannya masih belum memuaskan. Langkah penyelesaian harus merangkumi pendidikan alam sekitar, penguatkuasaan dan penggunaan air secara berhemah untuk memastikan sumber air terus terpelihara.

#### Pendidikan alam sekitar

Kesedaran terhadap kepentingan sumber air perlu dipupuk sejak usia muda. Pendedahan seperti gotong-royong, lawatan ke loji rawatan air dan pusat kitar semula misalnya dapat memberikan pengalaman yang bermakna kepada kanak-kanak. Sistem pendidikan juga perlu memasukkan subjek multidisiplin yang merangkumi ekosistem, ekologi,

sains bumi, geografi, biologi dan kimia untuk mendidik pelajar mengenai alam sekitar.

Masyarakat perlu diberikan kesedaran yang menyeluruh melalui media massa dan media sosial. Kempen berkaitan dengan alam sekitar harus memupuk pemikiran kritis, sikap menghargai alam sekitar serta kesedaran bahawa menjaga sumber air adalah tanggungjawab bersama yang perlu diwariskan kepada generasi akan datang.

#### Penguatkuasaan

Penguatkuasaan undang-undang perlu diperkukuh bagi menangani pencemaran air. Hukuman seperti denda, penjara, penarikan lesen dan bayaran ganti rugi perlu dikenakan kepada pihak yang melanggar peraturan. Kilang dan perusahaan diwajibkan merawat sisa kumbahan terlebih dahulu sebelum pelepasan. Penggunaan bahan kimia juga perlu dilupuskan melalui syarikat pelupusan berdaftar.

Kerajaan juga melarang pembinaan kilang berhampiran dengan sungai bagi meminimumkan risiko pencemaran. Orang awam digalakkan untuk melaporkan tanda pencemaran seperti perubahan warna air sungai, bau busuk dan kematian hidupan akuatik.

Di negara ini, Jabatan Alam Sekitar (JAS) memainkan peranan utama dalam mencegah dan mengawal pencemaran selaras dengan Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. JAS turut melaksanakan resolusi antarabangsa seperti Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer 1985, Protocol Montreal on Substances that Deplete the Ozone Layer 1987 dan Basel Convention on the Transboundary Movement of Hazardous Waste and their Disposal 1989.

#### Penggunaan air secara berhemah

Penggunaan air yang berhemah dapat mengurangkan tekanan terhadap

sumber air bersih yang terhad. Pembaziran air sering berlaku akibat kebocoran paip dan takungan air serta sikap pengguna yang tidak prihatin. Usaha membaiki infrastruktur seperti paip bekalan air juga perlu dipertingkatkan.

Sektor pertanian boleh mengadaptasi sistem pengairan secara titisan yang lebih efisien serta menggunakan sistem penuaian air hujan untuk pengairan tanaman. Penggunaan baja kimia dan racun serangga pula perlu digantikan dengan baja kompos yang mesra alam untuk mengurangkan pencemaran.

Kesimpulannya, pencemaran air merupakan masalah sejagat yang memberikan kesan kepada keseluruhan komponen alam sekitar. Masalah ini perlu ditangani bagi mengelakannya daripada menjadi lebih buruk. Setiap individu, pihak industri, perusahaan dan kerajaan perlu bekerjasama dalam memainkan peranan masing-masing untuk melindungi sumber air.

Langkah pencegahan yang tepat perlu dilaksanakan untuk meminimumkan risiko pencemaran sumber air. Selain itu, tindakan segera untuk merawat sumber air yang tercemar adalah penting bagi mengelakkan masalah ini daripada menjadi lebih parah.

Didikan mengenai alam sekitar dan kepentingan air perlu bermula dari rumah. Pendidikan ini harus diterapkan dalam kehidupan seharian agar menjadi amalan yang konsisten. Setiap individu perlu mempunyai kesedaran bahawa sumber air dan alam sekitar merupakan warisan berharga yang perlu dilindungi untuk generasi akan datang. @

**Fatimah Zahara Abdullah,**  
Pegawai Penyelidik,  
Pusat Penyelidikan Nanoteknologi dan  
Pemangkinan (NANOCAT),  
Universiti Malaya.