

Bunga Rampai

# KESEHATAN LINGKUNGAN



Elma Elmika • Muhammad Arif • Dessyka Febria.  
Cut Juliana • Kartini • Sri Hardianti

Editor: Yusnita Yusfik

# **BUNGA RAMPAI**

## **KESEHATAN LINGKUNGAN**

### **Penulis:**

Elma Elmika, S.K.M., M.K.M.

Muhammad Arif, M.K.M.

Dr. Dessyka Febria, SKM., M.Si.

Cut Juliana, S.K.M., M.Kes.

Kartini, SKM., MT.

Sri Hardianti, SST., M.Si.

### **Editor:**

Yusnita Yusfik, S.K.M., M.K.M.



# Bunga Rampai Kesehatan Lingkungan

**Penulis:** Elma Elmika, S.K.M., M.K.M.

Muhammad Arif, M.K.M.

Dr. Dessyka Febria, SKM., M.Si.

Cut Juliana, S.K.M., M.Kes.

Kartini, SKM., MT.

Sri Hardianti, SST., M.Si.

**Editor:** Yusnita Yusfik, S.K.M., M.K.M.

**Desain Sampul:** Ivan Zumarano

**Tata Letak:** Muhammad Ilham

**ISBN:** 978-634-7139-77-1

**Cetakan Pertama:** Maret, 2025

Hak Cipta 2025

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

**Copyright © 2025**

**by Penerbit PT Nuansa Fajar Cemerlang Jakarta**

*All Right Reserved*

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Website : [www.nuansafajarcemerlang.com](http://www.nuansafajarcemerlang.com)

Instagram : @bimbel.optimal

## PENERBIT:

**PT Nuansa Fajar Cemerlang**

**Grand Slipi Tower, Lantai 5 Unit F**

**Jl. S. Parman Kav 22-24, Palmerah**

**Jakarta Barat, 11480**

**Anggota IKAPI (624/DKI/2022)**

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

JUDUL DAN PENANGGUNG JAWAB	Kesehatan lingkungan : bunga rampai / penulis, Elma Elmika, S.K.M., M.K.M., Muhammad Arif, M.K.M., Dr. Dessyka Febria, SKM., M.Si., Cut Juliana, S.K.M., M.Kes., Kartini, SKM., MT. [dan 1 lainnya] ; editor, Yusnita Yusfik, S.K.M., M.K.M.
EDISI	Cetakan Pertama:Maret, 2025
PUBLIKASI	Jakarta : PT Nuansa Fajar Cemerlang, 2025
DESKRIPSI FISIK	vi, 102 halaman : ilustrasi ; 30 cm
IDENTIFIKASI	ISBN 978-634-7139-77-1
SUBJEK	Kesehatan lingkungan
KLASIFIKASI	613.1 [23]
PERPUSNAS ID	<a href="https://isbn.perpusnas.go.id/bo-penerbit/penerbit/isbn/data/view-kdt/1194507">https://isbn.perpusnas.go.id/bo-penerbit/penerbit/isbn/data/view-kdt/1194507</a>



## PRAKATA



Buku Bunga Rampai ini disusun untuk memberikan pemahaman tentang pentingnya kesehatan lingkungan dan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah dampak buruk terhadap kesehatan masyarakat. Pembahasan dimulai dengan fokus pada pencegahan penyakit lingkungan melalui sanitasi dan kebersihan, serta pengelolaan polusi udara yang menjadi masalah besar bagi kesehatan global. Selain itu, kita juga diajak untuk memahami tantangan yang ditimbulkan oleh sampah dan limbah berbahaya serta solusi untuk mengelolanya dengan bijaksana.

Setiap Chapter dalam buku ini dirancang untuk menggali topik-topik penting yang terkait dengan pengelolaan lingkungan yang sehat, mulai dari pengaruh energi terbarukan terhadap kualitas lingkungan hingga pentingnya air bersih bagi kehidupan. Melalui pemahaman yang mendalam tentang masalah-masalah ini, kita diharapkan dapat mengambil langkah-langkah preventif yang lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mencegah penyakit yang disebabkan oleh faktor lingkungan.

Kami berharap buku ini menjadi referensi yang berguna bagi pembaca, terutama para profesional di bidang kesehatan masyarakat, lingkungan, dan kebijakan publik. Dengan penerapan wawasan yang diberikan, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan aman untuk generasi mendatang.

**Editor**



# DAFTAR ISI



<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>

<b>CHAPTER 1 PENCEGAHAN PENYAKIT LINGKUNGAN MELALUI SANITASI DAN KEBERSIHAN.....</b>	
<b>Elma Elmika, S.K.M., M.K.M .....</b>	<b>1</b>
A. Pendahuluan/Prolog .....	1
B. Penyakit Berbasis Sanitasi Lingkungan .....	3
C. Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Lingkungan.....	11
D. Simpulan.....	14
E. Referensi.....	15
F. Glosarium.....	17
<b>CHAPTER 2 POLUSI UDARA DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT .....</b>	
<b>Muhammad Arif, M.K.M .....</b>	<b>19</b>
A. Pendahuluan .....	19
B. Polusi Dan Polutan .....	19
C. Macam-Macam Polutan .....	19
D. Polusi Udara .....	23
E. Tindakan pengendalian .....	28
F. Simpulan.....	28
G. Referensi.....	29
H. Glosarium.....	29
<b>CHAPTER 3 PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN DAN DAMPAKNYA PADA KESEHATAN LINGKUNGAN .....</b>	
<b>Dr. Dessyka Febria, SKM., M.Si.....</b>	<b>33</b>
A. Pendahuluan .....	33
B. Konsep Dasar Energi Terbarukan .....	34
C. Dampak Energi Terbarukan pada Kesehatan Lingkungan.....	35
D. Implementasi dan Tantangan Masa Depan Energi Terbarukan .....	42
E. Simpulan.....	44

F. Referensi.....	45
-------------------	----

<b>CHAPTER 4 SAMPAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT .....</b>	<b>49</b>
<b>Cut Juliana .....</b>	<b>49</b>
A. Pendahuluan.....	49
B. Konsepsi Dasar Sampah .....	50
1. Pengertian dan Klasifikasi Sampah.....	50
2. Karakteristik Sampah .....	54
C. Pengelolaan dan Pengolahan Sampah .....	55
1. Pengelolaan Sampah .....	56
2. Pengolahan Sampah.....	59
D. Permasalahan Sampah dan Dampaknya Bagi Kesehatan .....	62
1. Permasalahan Tentang Pengelolaan Sampah .....	62
2. Dampak Sampah Bagi Kesehatan Masyarakat .....	63
E. Referensi.....	64
<b>CHAPTER 5 PENGELOLAAN LIMBAH BERBAHAYA UNTUK MENCEGAH RESIKO KESEHATAN .....</b>	<b>67</b>
<b>Kartini, SKM., MT. .....</b>	<b>67</b>
A. Pendahuluan/Prolog .....	67
B. Jenis dan Sumber Limbah Berbahaya.....	68
C. Risiko Limbah Berbahaya Terhadap Kesehatan .....	72
D. Strategi Pengelolaan Limbah Berbahaya.....	74
E. Peraturan dan Kebijakan Terkait Pengelolaan Limbah Berbahaya.....	76
F. Simpulan.....	80
G. Referensi.....	81
<b>CHAPTER 6 PENTINGNYA AIR BERSIH UNTUK KESEHATAN MASYARAKAT ..</b>	<b>83</b>
<b>Sri Hardianti, SST., M.Si.....</b>	<b>83</b>
A. Pendahuluan/Prolog .....	83
B. Pengertian Air Bersih .....	84
C. Sumber Air Bersih .....	85
D. Kualitas Air Bersih .....	87
E. Penyediaan atau Penawaran (Supply) Air Bersih .....	88
F. Air Bersih untuk Kesehatan Masyarakat.....	89
G. Peranan Air tehadap Kesehatan.....	90
H. Deteksi Pencemaran Air Bersih .....	90

I.	Pengelolaan Air di Indonesia .....	92
J.	Peran Pemerintah dalam Penyediaan Air Bersih.....	93
K.	Simpulan.....	95
L.	Referensi.....	95
M.	Glosarium.....	97
<b>PROFIL PENULIS .....</b>		<b>99</b>

# CHAPTER 1

## PENCEGAHAN PENYAKIT LINGKUNGAN MELALUI SANITASI DAN KEBERSIHAN

Elma Elmika, S.K.M., M.K.M.

### A. Pendahuluan/Prolog

Menurut WHO, sanitasi didefinisikan sebagai pengawasan faktor-faktor dalam lingkungan fisik manusia yang dapat menimbulkan pengaruh yang merugikan terhadap perkembangan jasmani, maka berarti pula suatu usaha untuk menurunkan jumlah penyakit manusia sedemikian rupa sehingga derajat kesehatan yang optimal dapat dicapai. Sanitasi lingkungan merupakan suatu status kesehatan pada suatu lingkungan yang melingkupi perumahan, pembuangan kotoran, penyediaan air bersih dan lain sebagainya. Pada Kamus Besar Bahasa Indonesia secara umum sanitasi diartikan sebagai suatu usaha yang bertujuan untuk membina serta menciptakan suatu keadaan yang lebih baik pada bidang kesehatan, terutama kesehatan masyarakat (WHO and Unicef 2020).

Pendapat lain juga mengatakan bahwa sanitasi lingkungan merupakan suatu usaha untuk mencapai lingkungan sehat melalui pengendalian faktor lingkungan fisik, khususnya hal-hal yang memiliki dampak merusak perkembangan fisik kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Sanitasi lingkungan mempunyai kedudukan yang paling penting dalam kehidupan sehari-hari, karena berpengaruh terhadap kesehatan seseorang dan masyarakat. Sanitasi lingkungan dapat mencerminkan tata cara hidup dari masyarakat tersebut. Untuk mendapatkan kondisi sanitasi lingkungan yang baik sangat bergantung dari tata cara dan perilaku masyarakat di dalam memelihara kualitas sanitasi lingkungannya. Lingkungan yang sanitasinya buruk akan berdampak buruk pula bagi kesehatan (Oktafiani and Nugraheni, 2024). Berbagai jenis penyakit dapat muncul karena lingkungan yang bersanitasi buruk menjadi sumber berbagai jenis penyakit. Agar kita terhindar dari berbagai penyakit tersebut, maka lingkungan harus selalu terjaga sanitasinya, khususnya rumah dan lingkungan sekitar. Sanitasi lingkungan yang buruk juga dapat menimbulkan berbagai masalah, salah satunya terkait masalah kesehatan. Penyakit-penyakit berbasis lingkungan sering di jumpai pada fasilitas-fasilitas kesehatan bahkan masuk dalam 10 penyakit terbesar.

Dampak buruk yang diakibatkan oleh masalah kesehatan lingkungan, faktor risiko kesehatan serta perilaku yang tidak higienis, secara nasional berkontribusi

sebanyak 19% pada kasus kematian yang di dunia yang disebabkan oleh penyakit infeksi. Penyakit berbasis lingkungan merupakan fenomena penyakit berupa kelainan fungsi atau morfologi suatu organ tubuh yang disebabkan oleh keterkaitan manusia dengan faktor lingkungan. Fenomena yang bersandar pada basis wilayah yang mencakup ekosistem dalam dimensi ruang dan waktu, di dalamnya termasuk variabel lingkungan, kependudukan dan wilayah administratif. Keterkaitan/interaksi antara manusia dan lingkungan hidup dapat berupa interaksi harmonis jika interaksi manusia dan lingkungan berada dalam batas-batas keseimbangan (Dompas et al. 2020).

Pernyataan dari salah satu ahli kesehatan masyarakat H.L Blum yaitu Kesehatan lingkungan dan perilaku manusia adalah faktor dominan yang paling berpengaruh terhadap status kesehatan masyarakat dan yang paling mungkin dapat dilakukan kegiatan intervensi untuk menurunkan angka kesakitan dari penyakit berbasis lingkungan. Upaya promotif (berupa kegiatan pelayanan kesehatan yang lebih mengutamakan kegiatan yang bersifat promosi kesehatan) dan preventif (kegiatan pencegahan terhadap suatu masalah kesehatan atau penyakit) merupakan upaya yang dapat ditingkatkan untuk mengatasi masalah penyakit dan masalah kesehatan.

Masyarakat yang sehat harus memiliki akses sanitasi layak yang merupakan elemen penting untuk menunjang kesehatan manusia dimana sanitasi berhubungan dengan kesehatan lingkungan yang akan mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat. Kondisi sanitasi yang buruk akan menimbulkan dampak negatif bagi aspek kehidupan dapat dilihat dari turunnya kualitas lingkungan hidup masyarakat, tercemarnya sumber air minum bagi masyarakat, meningkatnya jumlah kejadian diare dan munculnya beberapa penyakit (Kemenkes, 2019).

Aspek-aspek dari indikator sanitasi yang tidak sehat berdasarkan penelitian sebelumnya sarana sanitasi adalah sarana air bersih, sarana pembuangan kotoran manusia, sarana pembuangan air limbah (SPAL), sarana pembuangan sampah, binatang penular penyakit, pekarangan dan kandang hewan. Memiliki hubungan yang bermakna antara sarana sanitasi dengan kejadian penyakit berbasis lingkungan, dimana nilai signifikansi sebesar 0,000 ( $OR=2,558$ ,  $CI=1,681-3,892$ ). Artinya responden dengan sarana sanitasi tidak sehat berisiko 2,558 kali untuk menderita penyakit berbasis lingkungan dibandingkan dengan responden dengan sarana sanitasi sehat (Ahyanti 2020).

## B. Penyakit Berbasis Sanitasi Lingkungan

---

Penyakit berbasis sanitasi lingkungan dapat disebabkan oleh virus, vektor nyamuk maupun Binatang, penyebabnya antara lain:

### 1. Penyediaan air bersih dan sanitasi yang buruk

Air adalah zat yang sangat penting bagi kehidupan di Bumi. Kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan sangat bergantung pada keberadaan air. Air juga merupakan media yang menjadi tempat bersarangnya bibit penyakit/agent, dimana kuman patogen dalam air dapat menular kepada manusia melalui mulut. Sehingga dapat menimbulkan penyakit berbasis lingkungan. Penyakit yang dapat timbul karena penyediaan air dan sanitasi yang buruk dibagi menjadi waterborne disease/ penyakit yang ditularkan melalui air dimana air bertindak sebagai media pasif untuk agen infeksi contohnya kolera, typoid fever, paratyphoid fever, disentri basiler, gatroenteritis, diare dan leptospirosis (Achmadi 2010).

Istilah water borne disease terutama dimaksudkan untuk jenis infeksi yang terutama ditularkan melalui kontak atau mengkonsumsi air yang terinfeksi. Namun istilah ini juga dapat merujuk pada penyakit seperti malaria atau DHF sebagai "waterborne" terutama karena nyamuk memiliki fase air dalam siklus hidup mereka. Sedangkan mikroorganisme yang secara spesifik menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air diantaranya protozoa dan bakteri, banyak parasit usus, atau menyerang jaringan atau sistem peredaran darah melalui dinding saluran pencernaan. Berbagai penyakit ditularkan melalui air lainnya disebabkan oleh virus, parasit metazoan, nematoda tertentu, dan lain sebagainya.

**Waterborne mechanism :** Adalah kuman patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia ditularkan kepada manusia melalui mulut atau system pencernaan. Seperti : kolera, tifoid, hepatitis, disentri dan poliomyelitis. **Watherwashed mechanism :** Mekanisme penularan ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak-anak, Infeksi melalui kulit dan mata, seperti scabies dan trachoma, Penularan melalui binatang pengerat seperti pada penyakit leptospirosis.

**Water-based mechanism :** Penyakit yang ditularkan dengan mekanisme ini memiliki agens penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor atau sebagai intermediate host yang hidup di dalam air. Contohnya: skistosomiasis dan penyakit akibat Dracunculus medinensis

**Wather-related insect vector mechanism :** Agens penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak di dalam air. Contoh: filariasis, dengue, malaria dan yellow fever.

Sumber air minum yang dikategorikan layak adalah air kran umum, sumur bor, sumur pompa tangan dangkal/ dalam, air mata air. Permasalahan akibat tidak terpenuhinya pelayanan dan kebutuhan air sesuai syarat sanitasi penyediaan air bersih, akan berdampak terhadap terjadinya penyakit berbasis lingkungan khususnya yang berhubungan dengan air. Penyehatan air merupakan salah satu cara dengan kegiatan penyediaan air bersih bagi seluruh penduduk agar dapat memperkecil jumlah kasus penyakit berbasis lingkungan.

## 2. Penyebaran Vektor

Vektor dapat memindahkan atau menularkan agent penyakit yang berada di dalam ataupun yang menempel dan terdapat di bagian luar tubuh vektor tersebut. Beberapa faktor yang menyebabkan penyakit berbasis lingkungan melalui vektor ini masih tinggi karena adanya perubahan iklim, keadaan sosial ekonomi, dan perilaku masyarakat. Sehingga perlu dilakukan pengendalian vektor merupakan salah satu upaya untuk mengendalikan penyakit yang ditularkan vektor penyakit. Pengendalian vektor penyakit merupakan kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vector serendah-rendahnya sehingga keberadaannya tidak lagi beresiko untuk terjadinya penularan penyakit di suatu wilayah.

## 3. Sampah

Sampah merupakan salah satu penyebab tidak seimbangnya lingkungan hidup. Bila dibuang dengan cara ditumpuk saja akan menimbulkan bau dan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain itu tradisi membuang sampah disungai dapat mengakibatkan pendangkalan yang demikian cepat, banjir, juga mencemari sumber air permukaan karena pembusukan sampah tersebut. Pengaruh sampah secara biologis khususnya sampah organik yang mudah membosuk merupakan media mikroorganisme untuk hidupnya, proses ini akan menimbulkan terbentuknya bau yang menarik beberapa vektor penyakit dan binatang pengganggu (Langit, 2016).

Dampak terhadap kesehatan pembuangan sampah yang tidak terkontrol dengan baik merupakan tempat yang sangat cocok bagi beberapa organisme dan menarik berbagai binatang seperti lalat yang dapat menimbulkan penyakit. Potensi bahaya yang ditimbulkan adalah penyakit diare, cholera, tifus, menyebar dengan cepat di tempat yang pengelolaan sampahnya kurang memadai. Tempat sampah harus memenuhi syarat-syarat kesehatan dengan tujuan agar tempat sampah tidak menjadi sarang atau tempat berkembangbiaknya serangga ataupun vektor penyakit. Upaya yang dapat dilakukan masyarakat agar dalam pembuangan sampah tidak menjadi sarang vektor penyakit adalah dengan menyediakan dan menutup tempat sampah rapat-rapat (Langit, 2016).

#### 4. Perilaku

Perilaku masyarakat terhadap kesehatan dapat dilihat melalui kebiasaan dan pola hidup sehari-hari. Kebiasaan masyarakat yang tidak menjaga pola kebersihan lingkungan dapat memicu angka kejadian penyakit berbasis lingkungan yang tinggi. Penyakit berbasis lingkungan masih menjadi penyebab kematian di wilayah Indonesia (Kemenkes, 2019).

Intervensi masalah kesehatan dapat dilakukan dengan pendekatan kesehatan masyarakat. Tenaga kesehatan memiliki peran dalam mengantisipasi penyakit berbasis lingkungan dengan strategi pengembangan PHBS diantaranya dengan (a) strategi promosi yang dimulai pada pendekatan individu, (b) strategi memberikan pengalaman belajar dengan menciptakan hubungan saling percaya, (c) strategi edukasi bagi individu, (d) dan strategi monitor penerapan PHBS oleh individu yang dilakukan oleh perawat hingga tercapainya lingkungan yang terbebas dari penyakit berbasis lingkungan (Achmadi, 2010).

Penelitian yang dilakukan pada rusunawa responden mahasiswa dengan rentan usia <20 tahun yang memasuki kategori dewasa memiliki perilaku PHBS yang kurang baik sehingga mempengaruhi status kesehatan misal pemakaian alat mandi bersama serta menjaga kebersihan sanitasi didalam asrama merupakan contoh dari pola perilaku kesehatan yang dilakukan oleh mahasiswa. Perilaku kesehatan memiliki gambaran 2 faktor yang mempengaruhi lingkungan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat meliputi faktor sosio-demografi ekonomi dan faktor sosio-kognitif misalnya pengetahuan, sikap, motivasi, persepsi terhadap lingkungan dan persepsi mengenai konsep sehat dan sakit pada faktor eksternal yang meliputi sistem kesehatan. Indikator dalam penerapan perilaku kesehatan dapat meliputi beberapa hal yaitu menggunakan air bersih, menggunakan jamban sehat, rajin cuci tangan dengan air bersih dan sabun, melakukan aktivitas fisik secara rutin, dan tidak memiliki kebiasaan merokok. Individu yang sadar akan pentingnya memelihara perilaku kesehatan dapat melakukan berbagai upaya preventif (pencegahan) baik kepada diri sendiri maupun lingkungan dengan menjaga pola hidup bersih dan memanfaatkan pelayanan kesehatan (Afriani, Maulana, and Righo 2021).

Penyakit-penyakit berbasis lingkungan sering dijumpai pada fasilitas-fasilitas kesehatan bahkan memiliki angka kejadian penyakit yang tinggi, diantaranya :

#### 5. Diare

Diare merupakan penyakit dengan ciri konsistensi feses cair, frekuensi buang air besar meningkat. Diare terjadi pada musim hujan pada umumnya disebabkan karena penurunan kualitas hidup bersih, sehingga meningkatkan

perkembangan virus, bakteri dan parasit. Mikroorganisme pathogen biasanya muncul dari saluran drainase yang kotor kemudian mencemari air bersih yang dikonsumsi.

Angka kejadian diare sampai saat ini masih merupakan salah satu merupakan penyebab utama kesakitan dan kematian. Hampir seluruh daerah geografis dunia dan semua kelompok di serang diare, tetapi penyakit berat dengan kematian tinggi terutama didapatkan pada bayi dan anak balita. Di negara Amerika Utara anak-anak menderita diare lebih dari 12 kali pertahun, sementara menurut Zubir, 2017 diare penyebab kematian sebesar 15- 34% dari semua kematian, kurang lebih 300 kematian pertahun. (Zubir 2017).

Di Indonesia terdapat 1.436 penderita diare tahun lalu, namun angka kesakitannya meningkat drastis sejak saat itu. Dua ribu seratus lima puluh sembilan anak <5 tahun mengalami diare pada awal tahun 2016, yang setara dengan 1-2% per tahun. Diare memiliki frekuensi wabah tertinggi kedua pada tahun 2017, dengan angka kesakitan 574 per 1.000 orang. Penyebab kematian kedua pada balita, ketiga pada balita, dan kelima adalah penyakit diare. Sementara 1-5% kasus diare akut di Indonesia diperkirakan berkembang menjadi diare kronis, diare akut diperkirakan masih menyerang 60 juta orang setiap tahunnya. Menurut banyak penelitian, diare akut menyumbang 35% dari semua kematian terkait diare pada anak balita. Manajemen Pencegahan penyakit diare diantaranya:

- 1) Mengurangi penggunaan antibiotik, Antibiotik adalah obat yang paling sering digunakan dan disalahgunakan. Cara paling efektif untuk mengelola resistensi antibiotic pada agen infeksi penyebab diare adalah dengan mengurangi penggunaan antibiotik yang tidak tepat (Bittner et al. 2022).
- 2) Air, sanitasi, dan hygiene Peningkatan pelayanan air bersih, sanitasi, dan gaya hidup bersih sangat penting digencarkan, terutama pada daerah urban. Sebagai contoh, daerah perkotaan 207 yang miskin dan tidak memadai layanan air bersih dan sanitasinya akan lebih tinggi resikonya terhadap penularan penyakit diare dibandingkan dengan daerah perkotaan yang menerapkan hidup bersih. Transmisi penyakit fecal-oral ini sangat memungkinkan berpindah pada air yang kotor, kotoran hewan, lalat rumah, tangan yang kotor, dan makanan yang selanjutnya berkembang menjadi diare (Rau and Novita, 2021).
- 3) Konsumsi probiotik Probiotik dapat didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang memberikan manfaat kesehatan bagi inang ketika dipasok dalam proporsi yang cukup, telah diaplikasikan selama beberapa decade untuk

pencegahan dan pengobatan berbagai penyakit, dan manfaat kesehatan potensial baru yang bermunculan (Grenov, 2023).

## 6. Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit demam akut disertai dengan manifestasi perdarahan bertendensi menimbulkan syok dan dapat menyebabkan kematian, umumnya menyerang pada anak < 15 tahun, namun tidak tertutup kemungkinan menyerang orang dewasa. Tanda-tanda penyakit ini adalah demam mendadak 2 sampai dengan 7 hari tanpa penyebab yang jelas, lemah, lesu, gelisah, nyeri ulu hati, disertai tanda-tanda perdarahan dikulit (petechiae), lebam (echymosis) atau ruam (purpura). Kadang-kadang mimisan, berak darah, kesadaran menurun atau renjatan (shock).

Menurut World Health Organization (WHO) mengasumsikan bahwa 2,5 miliar atau 40% populasi di dunia dapat terkena penyakit DBD, khususnya yang bertempat tinggal di area perkotaan pada negara tropis maupun sub-tropis. Dari data profil kesehatan Republik Indonesia, di tahun 2019 terdaftar ada sebanyak 138.127 kasus penyakit DBD, jumlah ini meningkat dibandingkan tahun 2018 sebanyak 65.602 kasus (Kemenkes RI, 2019).

DBD dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi lingkungan yang mempengaruhi penyebaran nyamuk Ae. Aegypti di sekitar kita. Selain itu juga lingkungan biologik serta perilaku masyarakat yang masih cenderung belum optimal menerapkan pola hidup bersih dan sehat. Kondisi lingkungan biologi meliputi tingkat kelembapan, intensitas cahaya yang rendah, banyaknya pepohonan, adanya predator merupakan faktor yang sangat berhubungan terhadap perkembangan spesies ini. Kondisi lingkungan fisik seperti letak dan karakteristik rumah, jenis kontainer atau tempat penampungan air, warna dinding rumah, ventilasi yang tidak memenuhi syarat dan pengaturan perabotan di dalam rumah berhubungan pada populasi nyamuk Ae. Aegypti (Arry Saputra Cania, Oktavia Dewi 2022).

Perilaku masyarakat juga berhubungan besar karena perilaku masyarakat dapat memberikan daya dukung lingkungan bagi perkembangan nyamuk. Kebiasaan hidup menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan seperti 3M+ (Menguras, Mengubur dan Menutup tempat penampungan air + Abate) sebagai upaya mencegah terjadinya wabah Demam Berdarah Dengue (DBD). Kebiasaan menggantung baju di rumah dan aktivitas masyarakat yang memberikan akibat naiknya daya dukung lingkungan terhadap perkembangan nyamuk Ae. aegypti. Tinggi rendahnya populasi nyamuk Ae. aegypti berhubungan pada kejadian kasus DBD (Mawaddah, Pramadita, and Triharja, 2022).

Pencegahan dan Pengendalian penyakit DBD adalah dengan Pengendalian Vektor adalah upaya menurunkan faktor risiko penularan oleh vektor dengan meminimalkan habitat perkembangbiakan vektor, menurunkan 76 kepadatan dan umur vektor, mengurangi kontak antara vektor dengan manusia serta memutus rantai penularan penyakit Metode pengendalian vektor DBD bersifat spesifik lokal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan fisik (cuaca/iklim, permukiman, habitat perkembangbiakan); lingkungan sosial-budaya (Pengetahuan Sikap dan Perilaku) dan aspek vektor. Pada dasarnya metode pengendalian vektor DBD yang paling efektif adalah dengan melibatkan peran serta masyarakat (PSM). Sehingga berbagai metode pengendalian vektor cara lain merupakan upaya pelengkap untuk secara cepat memutus rantai penularan.

- 1) Manajemen Lingkungan, Lingkungan fisik seperti tipe pemukiman, sarana-prasarana penyediaan air, vegetasi dan musim sangat berpengaruh terhadap tersedianya habitat perkembangbiakan dan pertumbuhan vektor DBD. Nyamuk Aedes aegypti sebagai nyamuk pemukiman mempunyai habitat utama di kontainer buatan yang berada di daerah pemukiman. Manajemen lingkungan adalah upaya pengelolaan lingkungan sehingga tidak kondusif sebagai habitat perkembangbiakan atau dikenal sebagai source reduction seperti 3M plus (menguras, menutup dan memanfaatkan barang bekas, dan plus: menyemprot, memelihara ikan predator, menabur larvasida dll); dan menghambat pertumbuhan vektor (menjaga kebersihan lingkungan rumah, mengurangi tempat-tempat yang gelap dan lembab di lingkungan rumah dll).
- 2) Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN), Cara yang hingga saat ini masih dianggap paling tepat untuk mengendalikan penyebaran penyakit demam berdarah adalah dengan mengendalikan populasi dan penyebaran vektor. Program yang sering dikampanyekan di Indonesia adalah 3M, yaitu menguras, menutup, dan mengubur. Menguras bak mandi perlu dilakukan secara berkelanjutan secara rutin, Menutup tempat penampungan air sehingga tidak ada nyamuk yang memiliki akses ke tempat itu untuk bertelur, Mengubur barang bekas sehingga tidak dapat menampung air hujan dan dijadikan tempat nyamuk bertelur. Mengubur barang bekas, sehingga tidak dapat menampung air hujan dan dijadikan tempat nyamuk bertelur.
- 3) Pengendalian Vektor Terpadu IVM merupakan konsep pengendalian vektor yang diusulkan oleh WHO untuk mengefektifkan berbagai kegiatan pemberantasan vektor oleh berbagai institusi. IVM dalam pengendalian vektor DBD saat ini lebih difokuskan pada peningkatan peran serta sektor lain melalui kegiatan Pokjanal DBD, Kegiatan PSN anak sekolah, dll. Pada saat KLB, maka pengendalian vektor harus dilakukan secara cepat, tepat dan sesuai sasaran

untuk mencegah peningkatan kasus dan meluasnya penularan. Langkah yang dilakukan harus direncanakan berdasarkan data KLB, dengan tiga intervensi utama secara terpadu yaitu pengabutan dengan fogging/ULV, PSN dengan 3 M plus, larvasidasi, dan penyuluhan penggerakan masyarakat. (Handiny Febry, Rahma G, 2020).

## 7. Malaria

Malaria ada penyakit infeksi yang disebabkan oleh protozoa parasit yang merupakan golongan plasmodium yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah manusia. Penyakit tersebut secara alami ditularkan melalui gigitan nyamuk anopheles. Malaria merupakan salah satu dari beberapa penyakit infeksi yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, karena merupakan penyakit endemis yang sewaktu-waktu penyakit ini dapat meningkat, mewabah menjadi KLB (kejadian luar biasa), sehingga malaria masih dianggap ancaman terhadap status kesehatan masyarakat terutama pada rakyat miskin di daerah terpencil. Malaria masih menjadi penyebab kematian yang utama, terutama pada kelompok resiko tinggi yaitu bayi, balita dan ibu hamil. Berdasarkan data rumah sakit dari beberapa daerah di Indonesia, angka kematian malaria di rumah sakit berkisar antara 10-50% dari jumlah kasus malaria berat yang dirawat di rumah sakit. Malaria juga merupakan penyakit yang menempati 10 kasus penyakit terbanyak di wilayah kerja puskesmas dan rumah sakit (Dinas Kesehatan Bengkulu, 2015)

Salah satu faktor yang berhubungan dengan kejadian malaria adalah lingkungan serta perilaku masyarakat dimana lingkungan sekitar rumah terdapat genangan air hujan, ventilasi rumah yang terbuka, tidak memiliki jamban dan penyediaan air bersih yang masih kurang sehingga dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk Anopheles sebagai vektor pembawa penyakit malaria. Sanitasi lingkungan atau Environmental sanitation adalah usaha-usaha yang dilakukan individu-individu, masyarakat atau negara untuk memperbaiki dan mencegah terjadinya masalah gangguan kesehatan yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan hidup eksternal (Taurustya, 2020).

Pencegahan sederhana dapat dilakukan oleh masyarakat terhadap Penyakit Malaria, yaitu Menghindari atau mengurangi gigitan nyamuk malaria, dengan cara tidur memakai kelambu, tidak berada diluar rumah pada malam hari, mengolesi badan dengan lotion anti nyamuk, memasang kawat kasa pada jendela, Membersihkan tempat saran nyamuk, dengan cara membersihkan semak-semak di sekitar rumah dan melipat kain-kain yang bergantungan, mengusahakan di dalam rumah tidak gelap, mengalirkan genangan air serta menimbunnya (Triyoolanda and Siregar 2023).

## 8. Leptospirosis

Leptospirosis merupakan penyakit zoonosa yang disebabkan oleh infeksi bakteri yang berbentuk spiral dari genus *Leptospira* yang pathogen, yang menyerang hewan dan manusia. Penularan leptospirosis pada manusia ditularkan oleh hewan yang terinfeksi kuman leptospira yang biasanya masuk melalui conjunctiva atau kulit yang terluka. Pada kulit yang utuh, infeksi dapat pula terjadi apabila seseorang kontak dengan air, tanah, dan tanaman yang terkontaminasi urin tikus atau hewan lain seperti anjing, kucing dll yang sakit leptospirosis dalam waktu yang lama. Angka kematian leptospirosis di Indonesia termasuk tinggi, yaitu mencapai 2,5– 16,45%. Dan di provinsi Jawa Tengah angka kematian leptospirosis cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Angka kejadian dan kematian leptospirosis di Jawa Tengah mulai tahun 2008–2011 yang paling tinggi adalah di Kota Semarang yaitu sebanyak 151 kejadian dengan 4 kematian, 235 kejadian dengan 9 kematian, 70 kejadian dengan 6 kematian, dan 60 kejadian dengan peningkatan kasus kematian sebanyak 22 kematian (Dinas Kesehatan Provinsi Jateng, 2012).

Pada umumnya, penyakit leptospirosis merupakan penyakit yang banyak terjadi di daerah rawan banjir karena kejadian penyakit ini paling tinggi terjadi setelah banjir tersebut surut. Penyakit leptospirosis merupakan penyakit yang sangat berhubungan dengan lingkungan. Faktor lingkungan yang sangat berperan dalam kejadian leptospirosis adalah sanitasi rumah. Sanitasi rumah dapat dikatakan baik apabila memenuhi salah satu kriteria rumah sehat yaitu memenuhi persyaratan pencegahan penularan penyakit antar penghuni rumah dengan penyediaan air bersih, pengelolaan tinja dan limbah rumah tangga, bebas vektor penyakit dan tikus, kepadatan hunian yang tidak berlebihan, cukup sinar matahari pagi, terlindungnya makanan dan minuman dari pencemaran, disamping pencahayaan dan penghawaan yang cukup (Rizka Auliya, 2014).

Upaya Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Leptospirosis diantaranya adalah pemberian intervensi pengetahuan masyarakat. Pelaksanaan intervensi pengetahuan masyarakat merupakan upaya primer untuk mencegah penularan leptospirosis pada manusia. Adanya pengetahuan tentang leptospirosis maka tindakan pencegahan atau pengendalian leptospirosis dapat dilaksanakan secara optimal (Ningsih Sri Wahyuni, Mateus Sakundarno, 2019).

Melakukan upaya promosi kesehatan, Peningkatan Sumber daya manusia berupa pelatihan dan *update knowledge*. Sebagian besar pelaksana program di puskesmas belum mendapatkan pelatihan terkait pengendalian leptospirosis. Diketahui bahwa *refreshing/update knowledge* tentang penyakit zoonosis termasuk leptospirosis sudah pernah didapatkan oleh semua petugas di

puskesmas. Kegiatan Kemitraan lintas sektoral juga diperlukan sebagai upaya untuk mendapatkan dukungan dan komitmen serta kesadaran semua pihak pengambil keputusan dan seluruh masyarakat dalam upaya pengendalian leptospirosis di daerah endemis dan daerah terancam yang mempunyai potensi timbulnya penularan leptospirosis. Berdasarkan penelitian dan wawancara dengan pelaksana program P2 Leptospirosis di puskesmas, salah satu faktor yang menghambat turunnya insiden ratedan CFR karena minimnya kerjasama dengan lintas sektor terkait misalnya organisasi kemasyarakatan, organisasi keagamaan khususnya tokoh agama dan tokoh masyarakat, dinas pertanian dalam pengendalian leptospirosis.Selain itu masalah yang juga dihadapi dalam melakukan pengendalian leptospirosis yaitu pengendalian faktor risiko lebih dipusatkan pada manusia sementara vektor dan lingkungan belum menjadi prioritas di puskesmas. Sehingga perlu dilakukan kerjasama lintas sektoral dalam pengendalian leptospirosis (Depo, Pramono, and Aryanto, 2019).

### C. Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Lingkungan

---

Pencegahan dan pengendalian yang dilakukan pada penyakit berbasis lingkungan yaitu mengetahui karakteristik penyakit dan patogenesis penyakit tersebut. Pengendalian penularan yang paling efektif dan efisien adalah dengan memutus mata rantai penularan langsung pada sumbernya antaralain :

1. Sumber penyakit adalah titik dimana dapat mengemisikan agent penyakit. Agent penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (penyakit) melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara yang mana juga merupakan komponen lingkungan.
2. Media transmisi penyakit adalah wahana atau alat perantara yang digunakan penyakit untuk dapat menyebar secara luas melalui udara, air, tanah/pangan, binatang/serangga dan bisa juga manusia secara langsung. Media transmisi penyakit tidak akan menimbulkan potensi penyakit jika didalamnya tidak ada bibit penyakit atau bibit penyakit. Air dapat memiliki potensi media transmisi jika di dalam air tersebut terdapat salmonella typhi, vibrio cholera, atau air tersebut engandung bahan kimia beracun seperti pestisida, logam berat.

Negara-negara dengan Tingkat pendapatan rendah (*low-income countries*) air bersih, sanitasi, dan hygiene merupakan factor risiko penyebab penyakit keempat jengan jumlah korban yang meninggal sebanyak 1,6 juta jiwa (6,1%). Permasalahan media air bersih, sanitasi dan hygiene meningkatkan berbagai macam masalah kesehatan salah satunya adalah diare, kematian akibat diare Sebagian besar di dunia 88% disebabkan oleh air, sanitasi, dan hygiene.

Secara keseluruhan, hamper seluruh kematian ini terjadi di negara-negara berkembang dan sekitar 84% diantaranya dialami oleh anak-anak.

Sarana air bersih merupakan bangunan beserta peralatan dan perlengkapannya yang menyediakan dan mendistribusikan air kepada masyarakat. Sarana air bersih harus memenuhi persyaratan kesehatan agar tidak mengalami pencemaran, sehingga dapat diperoleh air yang baik sesuai dengan standar kesehatan.

3. Perilaku pemajaman (*behavioural exposure*) merupakan kegiatan kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung potensi bahaya penyakit. Agent penyakit dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain dapat masuk kedalam tubuh melalui suatu proses yang dikenal dengan proses hubungan interaktif. Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk dan perilakunya yang dipengaruhi oleh pendidikan, pengetahuan, tinggi badan, pengalaman. Pengukuran perilaku pemajaman ini dengan cara mengukur kandungan agent penyakitnya atau dengan mengukur secara tidak langsung antibodi seseorang terhadap agent penyakit seseorang (Achmadi, 2010).

Penelitian terkait pengaruh perilaku dengan kejadian Demam berdarah dengue (DBD) Variabel dari Faktor Perilaku Masyarakat yang paling dominan berhubungan dengan DBD adalah variabel Kebiasaan Menggantung Pakaian. Masyarakat yang mempunyai kebiasaan mengantung pakaian di rumahnya mempunyai resiko 6,29 kali lebih besar untuk terkena DBD dibandingkan dengan mereka yang tidak biasa menggantung pakaian (95% CI : 3,09-12,81). Pakaian yang manggantung dalam ruangan merupakan tempat yang disenangi nyamuk Aedes aegypti untuk beristirahat setelah menghisap darah manusia. Setelah beristirahat pada saatnya akan menghisap darah manusia kembali sampai nyamuk tersebut cukup darah untuk pematangan sel telurnya. Jika nyamuk yang beristirahat pada pakaian menggantung tersebut menghisap darah penderita demam berdarah dan selanjutnya pindah dan menghisap darah orang yang sehat maka dapat tertular virus demam berdarah dengue (Yunita, Mitra, and Susmaneli, 2012).

Penelitian lain terkait perilaku juga dikaitkan dengan kejadian penyakit filariasis, Dimana hasil uji korelasi Rank Spearman didapatkan nilai rhitung = -0,227 dengan  $\rho$  value = 0,023 ( $\rho < 0,05$ ) artinya terdapat hubungan pengetahuan dengan perilaku masyarakat terhadap penyakit kaki gajah (Filariasis), dan besar hubungan yang negatif artinya pengetahuan masyarakat tentang penyakit kaki gajah (Filariasis) yang masih kurang juga berhubungan dan mempengaruhi perilaku negatif dari masyarakat agar menurun sehingga ada upaya untuk

meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang penyakit kaki gajah (Filasriasis) di wilayah kerja Puskesmas Mananga Kabupaten Sumba Tengah (Subhi, Joegijantoro, and Pulupina, 2022).

Perilaku dapat memberikan pengaruh yang sangat besar pada status kesehatan masyarakat Perilaku merupakan segala sesuatu yang dikerjakan oleh seseorang yang dapat diamati baik secara langsung maupun tidak langsung. Perilaku seseorang terhadap sakit dan penyakit merupakan respon seseorang baik secara pasif maupun aktif yang dilakukan sehubungan dengan penyakit tersebut (Subhi, Joegijantoro, and Pulupina, 2022).

4. Kejadian penyakit/dampak adalah suatu hasil dari interaksi antara sumber penyakit dengan manusia, dampak disini bisa berupa sakit maupun sehat. Penyakit merupakan outcome interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan. Penyakit bisa berupa kelainan bentuk, kelainan fungsi, kelainan genetik, yang mana merupakan hasil interaksi dengan lingkungan baik fisik maupun sosial.
5. Variabel suprasistem yang terdiri dari iklim, topografi, suhu lingkungan, kelembaban dan suprasistem lainnya yakni keputusan politik berupa kebijakan mikro dan makro yang bisa mempengaruhi semua simpul, misalnya adalah kebijakan pembangunan berwawasan lingkungan kesehatan (Achmadi, 2010).

Kegiatan pengendalian dan pencegahan diharapkan dapat ditingkatkan agar jumlah kasus penyakit berbasis sanitasi lingkungan dapat diminimalisir melalui upaya:

1. Menghindari keterpaparan terhadap suatu keadaan ketika manusia pada pengaruh atau berinteraksi dengan unsur/penyebab atau dengan unsur lingkungan yang dapat mendorong proses terjadinya penyakit. Dimana dapat diketahui oleh manusia faktor-faktor yang berhubungan dengan keterpaparan tersebut untuk dapat diketahui sifat keterpaparan, sifat lingkungan dan tempat/keadaan konsentrasi dari unsur penyebab.
2. Menurunkan kerentanan, dimana kerentanan merupakan keadaan ketika manusia dalam kondisi yang mudah dipengaruhi oleh unsur penyebab sehingga memungkinkan timbulnya penyakit. Fungsi dari kerentanan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir suatu proses kejadian penyakit berupa meninggal atau tidak terjadi perubahan. Upaya yang dapat dilakukan dengan meningkatkan daya tahan tubuh (imunisasi), menerapkan pola dan gaya hidup sehat dan menggunakan alat pelindung diri.

Masalah lingkungan akibat dari kegiatan manusia atau proses alam, bentuknya adalah berubahnya konsentrasi dari suatu bahan dalam lingkungan serta merosotnya fungsi lingkungan untuk mendukung kehidupan. Kegiatan

manusia yang dapat menjadi sumber penyakit berbasis lingkungan berasal dari kegiatan industri, kegiatan rumah tangga, perkantoran dan perdagangan dan transportasi. Disamping itu Akibat dari proses alam berupa letusan gunung berapi dan banjir yang merupakan salah satu sumber penyakit berbasis lingkungan (Achmadi, 2010).

Studi dalam mengkaji berbagai faktor lingkungan yang berkaitan dengan kejadian suatu penyakit tertentu dengan cara melakukan pengukuran terhadap dinamika hubungan timbal balik (interaksi) antara penduduk dengan lingkungan yang berpotensi menimbulkan bahaya pada suatu wilayah dan dalam kurun waktu tertentu, melalui upaya pencegahan dan promosi, khususnya dibidang kesehatan lingkungan guna menangani masalah penyakit berbasis lingkungan. Kegiatan health promotion dalam five level prevention dapat dilakukan dengan memberikan edukasi atau penyuluhan kepada masyarakat, sehingga masyarakat dapat mengetahui faktor-faktor yang dapat mencemari dan dampak dari sanitasi lingkungan yang buruk yang telah tercemar oleh bakteri, vector ataupun bahan kimia. Dengan perkembangan ilmu secara alamiah ilmu kesehatan lingkungan yang merupakan bagian dari kesehatan masyarakat sangat berperan dalam memecahkan masalah penyakit berbasis lingkungan.

#### **D. Simpulan**

---

Permasalahan sanitasi lingkungan masih menjadi pusat perhatian dimana dikaitkan dengan berbagai penyakit berbasis lingkungan yang selalu berada pada 10 penyakit tertinggi pada setiap puskesmas maupun rumah sakit. Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) tahun 2030, yaitu agenda nomor 6 yang bertujuan untuk meningkatkan akses terhadap air bersih dan sanitasi sampai saat ini masih dalam tahap perencanaan program. Diharapkan dengan adanya SDGs pemerintah pusat maupun daerah dapat bekerja sama dalam menurunkan angka kesakitan maupun kematian dengan pembagunan dan pemerataan sanitasi lingkungan yang sehat.

Sanitasi merupakan upaya untuk mengurangi jumlah patogen yang ada di lingkungan, sehingga kesehatan manusia dapat dipertahankan dengan baik. Secara mendasar, sanitasi lingkungan merujuk pada kondisi atau situasi lingkungan yang optimal untuk mendukung kesehatan yang baik. Sanitasi lingkungan berfokus pada pencegahan terhadap faktor-faktor lingkungan yang dapat menyebabkan penyakit.

Pencegahan dan penangulangan penyakit berbasis sanitasi lingkungan dapat dilakukan secara sederhana dan tingkat rumah tangga yaitu dengan memperhatikan air bersih dan air yang dikonsumsi, menerapkan Perilaku hidup bersih dan sehat (*Personal Hygiene*), memastikan pembuangan tinja dengan benar, menerapkan pembuangan sampah dengan benar.

## E. Referensi

---

- Achmadi, U. F. 2010. *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*. Universitas Indonesia.
- Afriani, Feni, M. Ali Maulana, and Argitya Righo. 2021. "Hubungan Perilaku Kesehatan Terhadap Risiko Penyakit Berbasis Lingkungan Pada Mahasiswa Di Wilayah Asrama Rusunawa Untan Pontianak." *Tanjungpura Journal of Nursing Practice and Education* 3(1): 1–10. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/KNJ/article/view/47697>.
- Ahyanti, Mei. 2020. "Sanitasi Pemukiman Pada Masyarakat Dengan Riwayat Penyakit Berbasis Lingkungan Sanitation of Community Settlements with a History of Environmental- Based Diseases." *Jurnal Kesehatan Poltekkes Tanjungkarang* 11(1): Hal. 44-50. [https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/67718764/1092-libre.pdf?1624425951=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSanitasi\\_Pemukiman\\_pada\\_Masyarakat\\_denga.pdf&Expires=171333655&Signature=MWkB8pCT5CRKkEGDYRvKjmLNMVHWUBnXmvIVuy5a-JwB3TR8zdc6TWwY](https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/67718764/1092-libre.pdf?1624425951=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSanitasi_Pemukiman_pada_Masyarakat_denga.pdf&Expires=171333655&Signature=MWkB8pCT5CRKkEGDYRvKjmLNMVHWUBnXmvIVuy5a-JwB3TR8zdc6TWwY).
- Arry Saputra Cania, Oktavia Dewi, Agus Alamsyah. 2022. "Sanitasi Lingkungan Dan Perilaku Keluarga Terhadap Kejadian Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD)." *Ensiklopedia of Journal* 10(1): 1–52. doi:10.21608/pshj.2022.250026.
- Bittner, Claudia B., Michael Plach, Hubert Steindl, Dimitri Abramov-Sommariva, Christoph Abels, and Karel Kostev. 2022. "Prevalence of Antibiotic Prescription in Patients with Acute Rhinosinusitis Treated by General Practitioners and Otolaryngologists in Germany—A Retrospective Cohort Study." *Antibiotics* 11(11): 4–9. doi:10.3390/antibiotics11111576.
- Depo, Meliana, Dibyo Pramono, and Samsu Aryanto. 2019. "Evaluasi Program Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Leptospirosis Di Kabupaten Bantul Tahun 2017." *Jurnal Inovasi Kesehatan* 1(Vol 1, No 1 (2019): Oktober): 1–10. <http://stikessorong.ac.id/ojs/index.php/ik/article/view/3>.
- Dinas Kesehatan Bengkulu. 2015. *Profil Kesehatan Provinsi Bengkulu*. Provinsi Bengkulu.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jateng. 2012. "Buku Saku Data Kasus Dan Kematian Leptospirosis." In *Buku Saku*, Jawa Tengah.
- Dompas, Blessy Ezra, Oksfriani Jufri Sumampouw, Jootje M. L. Umboh, WHO 2020, and WH0 2021. 2020. "Apakah Faktor Lingkungan Fisik Rumah Berhubungan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue." *Journal of Public Health and Community Medicine* 1(2): 11–15.
- Grenov, Benedikte. 2023. "Do Probiotics Have a Role in Treatment of Diarrhea among Children with Severe Acute Malnutrition?" *American Journal of Clinical Nutrition* 117(5): 842–43. doi:10.1016/j.jcnut.2023.03.005.
- Handiny Febry, Rahma G, Riznaya P. 2020. *Buku Ajar Pengendalian Vektor*. Malang-

- Jawa Timur: Ahlimedia Press.
- Kemenkes. 2019. *Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Tahun 2018*. Indonesia.
- Kemenkes RI. 2019. Kemenkes RI Profil Kesehatan Indonesia. doi:10.5005/jp/books/11257\_5.
- Langit, Lintang Sekar. 2016. "Hubungan Kondisi Sanitasi Dasar Rumah Dengan Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Rembang 2." *Jurnal Kesehatan Masyarakat (JKM e-Journal)* 4(2): 160–65.
- Mawaddah, Fatin, Suci Pramadita, and Agustina Arundina Triharja. 2022. "Hubungan Kondisi Sanitasi Lingkungan Dan Perilaku Keluarga Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Kota Pontianak." *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 10(2): 215. doi:10.26418/jtllb.v10i2.56379.
- Ningsih Sri Wahyuni, Mateus Sakundarno, Saraswati Lintang Dian. 2019. "Systematic Review Metode Intervensi Pengetahuan Masyarakat Dalam Pengendalian Kasus Leptospirosis Di Wilayah Kota Semarang." *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)* 7(1): 211–20.
- Oktafiani, Annisa Isni, and Nursiwi Nugraheni. 2024. "Mewujudkan Sustainable Development Goals ( SDGS ) Tentang Penyediaan Air Bersih Dan Sanitasi 2024." *Madani: Jurnal Ilmiah dan Multidisiplin* 2(4): 192–97.
- Rau, Muhammad Jusman, and Sri Novita. 2021. "Pengaruh Sarana Air Bersih Dan Kondisi Jamban Terhadap Kejadian Diare Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Tipe." *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat* 12(1): 110–26. doi:10.22487/preventif.v12i1.298.
- Rizka Auliya. 2014. "Hubungan Antara Strata PHBS Tatatan Rumah Tangga Dan Sanitasi Rumah Dengan Kejadian Leptospirosis." *Unnes Journal of Public Health* 3(3): 1–10.
- Subhi, Misbahul, Rudy Joegijantoro, and Frids Fioner Pulupina. 2022. "Hubungan Pengetahuan Dengan Perilaku Masyarakat Terhadap Penyakit Kaki Gajah ( FILARIASIS )." 2: 120–27.
- Taurustya, Hernita. 2020. "Analisis Sanitasi Lingkungan Dengan Kejadian Malaria Di Wilayah Kerja Puskesmas Sidomulyo Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu." *Jurnal Kedokteran Raflesia* 6(1): 59–66.
- Triyoolanda, Anggun, and Putra Apriadi Siregar. 2023. "Gambaran Perilaku Masyarakat Dalam Upaya Pencegahan Malaria Description of Community Behavior in Malaria Prevention Efforts." *Gambaran Prilaku Masyarakat (Anggun Triyoolanda, dkk.) Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1(6): 658–64. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8143656>.
- WHO, and Unicef. 2020. "Air, Sanitasi Dan Pengelolaan Limbah Yang Tepat Dalam Penanganan Wabah COVID-19." *Pedoman Sementara WHO dan UNICEF 19 Maret 2020. 2–4.* <https://www.who.int/docs/default>

[source/searo/indonesia/covid19/who-unicef---air-sanitasi-higiene-dan-pengelolaan-limbah-yang-tepat-dalam-penanganan-wabah-covid-19.pdf?sfvrsn=bf12a730\\_2](source/searo/indonesia/covid19/who-unicef---air-sanitasi-higiene-dan-pengelolaan-limbah-yang-tepat-dalam-penanganan-wabah-covid-19.pdf?sfvrsn=bf12a730_2).

Yunita, Jasrida, Mitra Mitra, and Herlina Susmaneli. 2012. "Pengaruh Perilaku Masyarakat Dan Kondisi Lingkungan Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue." *Jurnal Kesehatan Komunitas* 1(4): 193–98. doi:10.25311/keskom.vol1.iss4.28.

Zubir. 2017. *Mengatasi Diare Dan Keracunan Pada Balita*. Jakarta: Kawan Pustaka.

## F. Glosarium

---

DBD	: Demam berdarah dengue
KLB	: Kejadian luar biasa
Promotif	: Kegiatan pelayanan kesehatan yang bersifat promosi kesehatan
Preventif	: Kegiatan pencegahan terhadap suatu masalah kesehatan atau penyakit
Zoonosis	: Penyakit yang secara alami dapat menular dari hewan ke manusia



# CHAPTER 2

## POLUSI UDARA DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT

Muhammad Arif, M.K.M

### A. Pendahuluan

Polusi merupakan masalah global. Salah satu masalah terbesar saat ini adalah polusi udara, kualitas udara yang buruk merupakan risiko lingkungan terbesar karena berdampak terhadap perubahan iklim, kesehatan masyarakat dan meningkatnya angka kesakitan pada individu, menyebabkan penyakit kronis bahkan kematian, jika terpapar polusi udara dalam jangka panjang. Terdapat banyak polutan yang menjadi penyebab utama penyakit pada manusia. Di antaranya, partikel - partikel dengan diameter atau ukuran yang bervariasi, masuk ke dalam tubuh manusia menembus sistem pernapasan melalui proses penghirupan (inhalasi), menyebabkan penyakit pernapasan, kardiovaskular, sistem saraf pusat, gangguan reproduksi, serta kanker. (Manosalidis et al., 2020) (National Geographic, 2024)(GOV.UK, 2018)

### B. Polusi Dan Polutan

Polusi merupakan proses bahan-bahan berbahaya masuk ke dalam lingkungan, dikarenakan sifat, lokasi atau jumlahnya menyebabkan perubahan lingkungan. Polusi juga dapat didefinisikan sebagai aktivitas yang menghasilkan polutan. Terdapat berbagai jenis polusi seperti polusi air, suara, udara, kontaminasi tanah, polusi radioaktif, dan polusi plastik. Polusi sebagian besar disebabkan oleh aktifitas manusia, namun beberapa polusi disebabkan oleh peristiwa alam seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan. Istilah polusi dapat merujuk pada bahan buatan dan alami yang dibuat, dikonsumsi, dan dibuang dengan cara yang tidak berkelanjutan.(Britannica, 2024)(National Geographic, 2024)(UNDRR, 2020) (worldatlas, 2018).

### C. Macam-Macam Polutan

#### 1. Partikulat matter (PM)

Partikulat adalah partikel di udara, termasuk debu, jelaga, asap, dan tetesan cairan. Kendaraan diesel dan pembangkit listrik berbahan bakar batu bara biasanya mengeluarkan konsentrasi partikulat yang besar. Misalnya, partikel yang berdiameter lebih kecil dari 10 mikrometer ( $PM_{10}$ ) mengakibatkan masalah kesehatan yang serius karena terhirup dan pada sistem pernafasan terjadi

akumulasi. Secara khusus, partikel berdiameter kurang dari 2,5 mikrometer ( $PM_{2,5}$ ), juga disebut partikel halus, menimbulkan risiko kesehatan terbesar. Karena ukurannya yang kecil (sekitar 1/30 lebar rata-rata rambut manusia), partikel tersebut bersarang jauh di dalam paru-paru dan dapat menembus aliran darah (WHO, 2024).

*Partikulat matter* adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan campuran kompleks partikel padat dan cair dengan berbagai ukuran, bentuk, dan komposisi. Beberapa partikel dipancarkan secara langsung (PM primer); yang lain terbentuk di atmosfer melalui reaksi kimia yang kompleks (PM sekunder). Komposisi PM sangat bervariasi dan bergantung pada banyak faktor, seperti lokasi geografis, sumber emisi, dan cuaca. Sumber utama PM buatan manusia adalah pembakaran bahan bakar (oleh kendaraan, industri, dan peralatan rumah tangga) dan proses fisik lainnya seperti keausan ban dan rem. Sumber alami meliputi tanah dan debu yang tertutup angin dan kebakaran yang melibatkan pembakaran vegetasi. PM sering diklasifikasikan menurut ukuran aerodinamis dan disebut sebagai:

- partikel kasar ( $PM_{10}$ ; diameter kurang dari 10  $\mu\text{m}$ )
- partikel halus ( $PM_{2,5}$ ; diameter kurang dari 2,5  $\mu\text{m}$ )
- partikel sangat halus ( $PM_{0,1}$ ; diameter kurang dari 0,1  $\mu\text{m}$ )

Ukuran partikel dan durasi paparan merupakan penentu utama potensi dampak kesehatan yang merugikan. Partikel yang lebih besar dari 10  $\mu\text{m}$  sebagian besar mengendap di hidung atau tenggorokan, sedangkan partikel yang lebih kecil dari 10  $\mu\text{m}$  menimbulkan risiko terbesar karena dapat terhisap lebih dalam ke paru-paru. Ada banyak bukti yang menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap PM meningkatkan mortalitas dan morbiditas akibat penyakit kardiovaskular dan pernapasan. Badan Internasional Penelitian Kanker (IARC) mengklasifikasikan polusi udara luar ruangan, khususnya PM bersifat karsinogenik bagi manusia (karsinogen Kelompok 1) dan penyebab kanker paru-paru. Beberapa bukti eksperimental partikel ultrahalus juga dapat melewati paru-paru masuk ke dalam aliran darah.

## 2. Nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ )

$\text{NO}_2$  adalah gas yang diproduksi bersama dengan nitrogen oksida (NO) melalui proses pembakaran. Keduanya sering disebut sebagai oksida nitrogen ( $\text{NO}_x$ ). Departemen lingkungan hidup, pangan & urusan pedesaan wilayah Inggris (Defra) memperkirakan bahwa 80% emisi  $\text{NO}_x$  yang melampaui batas  $\text{NO}_2$  disebabkan oleh transportasi, dengan sumber terbesar adalah emisi dari kendaraan ringan berbahan bakar diesel (mobil dan van). Sumber lainnya termasuk pembangkit listrik, proses industri, dan pemanas rumah tangga.

Komite efek medis polutan udara (COMEAP) telah menetapkan bahwa paparan jangka pendek terhadap NO<sub>2</sub>, terutama pada konsentrasi tinggi, merupakan iritan pernapasan yang dapat menyebabkan radang saluran nafas yang menyebabkan batuk, produksi lendir, dan sesak napas. Penelitian telah menunjukkan hubungan NO<sub>2</sub> di udara luar dengan terhambatnya perkembangan paru-paru, dan infeksi pernapasan pada anak usia dini serta efek pada fungsi paru-paru di masa dewasa. Studi epidemiologi juga menunjukkan adanya kaitan antara NO<sub>2</sub> di luar ruangan dengan dampak buruk pada kesehatan, termasuk berkurangnya harapan hidup.

### **3. Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)**

SO<sub>2</sub> merupakan hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur, diantaranya batu bara. SO<sub>2</sub> merupakan gas tak kasatmata dengan bau tajam dan dapat larut dalam air. Reaksi kimia SO<sub>2</sub> juga dapat menghasilkan sulfat, yang tetap berada di udara sebagai partikel sekunder, yang berkontribusi terhadap campuran PM. SO<sub>2</sub> memiliki efek iritasi pada lapisan hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan, dan efeknya sering kali terasa sangat cepat. Karena meningkatnya penggunaan gas dan listrik, pembakaran batu bara kini relatif jarang terjadi, dan kadar SO<sub>2</sub> terus menurun selama 50 tahun terakhir. Sebagian besar SO<sub>2</sub> kini berasal dari sumber industri, seperti pembangkit listrik berbahan bakar batu bara dan minyak, serta sumber domestik seperti boiler dan kompor (GOV.UK, 2018)

### **4. AMONIA (NH<sub>3</sub>)**

NH<sub>3</sub> adalah gas yang dilepaskan ke atmosfer dari sumber alami dan buatan manusia. Setelah dilepaskan ke atmosfer, endapan NH<sub>3</sub> selanjutnya dapat menjadi sumber utama polusi, yang menyebabkan peningkatan nitrogen (N) (*eutrofikasi*) dan pengasaman tanah dan sumber air. NH<sub>3</sub> atmosfer juga bereaksi dengan gas asam, seperti asam sulfat dan asam nitrat, untuk membentuk PM<sub>2.5</sub> sekunder. Dampak kesehatan utama NH<sub>3</sub> muncul melalui perannya dalam pembentukan PM<sub>2.5</sub> sekunder dan efek kesehatan yang terkait dengan paparan PM. Dengan demikian, NH<sub>3</sub> tidak hanya berperan dalam pengasaman dan eutroifikasi tetapi juga berkontribusi terhadap PM secara keseluruhan. Emisi pertanian NH<sub>3</sub> telah dilaporkan menjadi penyebab utama untuk beberapa kejadian polusi PM yang tinggi dalam beberapa tahun terakhir.

### **5. OZON (O<sub>3</sub>)**

O<sub>3</sub> merupakan gas dan terdapat di atmosfer bumi dan permukaan tanah. O<sub>3</sub> di permukaan tanah, atau O<sub>3</sub> troposfer, tidak dipancarkan langsung ke udara, tetapi terbentuk melalui reaksi fotokimia yang melibatkan prekursor polutan NO<sub>x</sub> dan senyawa organik volatil (VOC). Beberapa studi epidemiologi telah

melaporkan hubungan antara paparan jangka pendek terhadap O<sub>3</sub> terhadap kesehatan manusia. Efek paparan O<sub>3</sub> sebagian besar mempengaruhi sistem pernapasan, tetapi efek buruk pada sistem kardiovaskular juga telah dilaporkan.

## 6. Karbon monoksida (CO)

CO merupakan gas yang tidak berasa, tidak berbau dan tidak berwarna, yang dihasilkan ketika pembakaran bahan bakar tanpa oksigen yang cukup, seperti gas, batu bara, minyak dan kayu. Sumber gas tersebut juga banyak dihasilkan dalam peralatan rumah tangga, misal ketel uap, sistem pemanas sentral, kompor gas, pemanas air, alat memasak, dan api terbuka, menyalakan kendaraan dan asap rokok juga menghasilkan gas CO. Paparan dalam ruangan pada tingkat yang tinggi dapat berakibat fatal, sedangkan paparan pada tingkat yang lebih rendah dapat mengakibatkan gejala yang menyerupai flu, infeksi virus, atau keracunan.

## 7. Senyawa organik volatil non-metana (NMVOC)

NMVOC terdiri dari berbagai macam senyawa kimia yang berbeda dan di lingkungan berasal dari sumber alami dan antropogenik. NMVOC dipancarkan dari berbagai macam produk dan proses termasuk proses industri dan pertanian, dan juga membentuk komponen penting dari polusi udara dalam ruangan yang dihasilkan dari produk rumah tangga. Di atmosfer luar, NMVOC bereaksi dengan NO<sub>x</sub> pada sinar matahari untuk membentuk O<sub>3</sub> troposfer, yang diketahui berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Di dalam ruangan, VOC yang dihasilkan dari produk tidak dianggap sebagai masalah kesehatan masyarakat yang signifikan jika rumah berventilasi baik dan jika produk digunakan sesuai dengan petunjuk pabrik. Namun, beberapa orang yang sensitif kemungkinan mengalami iritasi mata, hidung, dan tenggorokan, sakit kepala, dan pusing jika terpapar.



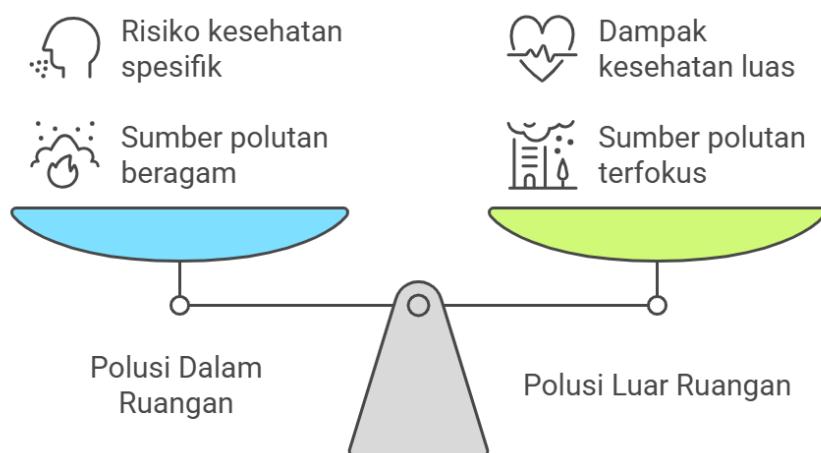
**Gambar 2.1: macam-macam polutan**  
Sumber : (GOV.UK, 2018)

## D. Polusi Udara

Polusi udara merupakan suatu kondisi lingkungan terkontaminasi di dalam atau di luar ruangan yang mengubah karakteristik alami atmosfer oleh faktor kimia, fisik, atau biologis. Sumber umum polusi udara dihasilkan dari peralatan rumah tangga, fasilitas industri, kebakaran hutan dan kendaraan bermotor. Polutan yang menjadi perhatian utama kesehatan masyarakat meliputi partikel, karbon monoksida, ozon, nitrogen dioksida, dan sulfur dioksida.

WHO mendata paparan polutan yang tinggi terdapat di negara-negara dengan pendapatan rendah dan menengah. Data menunjukkan 99% populasi global terpapar udara yang terkontaminasi dan melebihi nilai ambang batas pedoman WHO. Kualitas udara berkaitan erat dengan iklim dan ekosistem bumi secara global. Sekitar 2,4 miliar orang terpapar polusi udara rumah tangga dalam tingkat yang berbahaya, ketika menggunakan kompor berbahan bakar minyak tanah, api terbuka, biomassa (Kotoran hewan, limbah tanaman dan kayu) serta batu bara. Sumber polusi udara beragam dan bergantung pada konteksnya (WHO, 2024).

Terkadang, polusi udara terlihat di lingkungan, contohnya ketika seseorang dapat melihat asap hitam mengepul dari pipa knalpot truk besar atau pabrik. Namun, lebih sering, polusi udara tidak terlihat. Udara yang tercemar tetap menumbukan bahaya, meskipun polutannya tidak terlihat. Partikel padat (PM) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) merupakan komponen utama polusi udara di perkotaan (GOV.UK, 2018).



**Gambar 2.2: Perbandingan polusi udara dalam dan luar ruangan**  
Sumber: (GOV.UK, 2018)(WHO, 2024)

### 1. Polusi udara ambien (luar ruangan)

Polusi udara ambien didefinisikan kontaminasi udara luar yang disebabkan oleh berbagai mekanisme polusi seperti limbah industri, fasilitas produksi besar, emisi kendaraan, dan pembangkit listrik. Udara luar dapat

terkontaminasi melalui partikel sangat kecil yang dihasilkan oleh proses tersebut (Haarika Gogineni, 2020). Tahun 2019 telah terjadi 4,2 juta kematian dini, di mana 89% terjadi di negara dengan pendapatan rendah dan menengah dan jumlah terbesar terjadi di kawasan Pasifik Barat dan Asia Tenggara. Polusi udara luar ruangan merupakan masalah utama kesehatan lingkungan yang memengaruhi setiap orang di negara-negara berpenghasilan rendah, menengah, dan tinggi. Sekitar 68% kematian dini diakibatkan oleh penyakit jantung iskemik dan stroke, 14% diakibatkan oleh penyakit paru obstruktif kronik, 14% diakibatkan oleh infeksi saluran pernapasan bawah akut, dan 4% kematian diakibatkan oleh kanker paru-paru.

## 2. Polusi udara dalam ruangan

Polusi udara tidak hanya terjadi di luar ruangan. Terdapat sejumlah sumber polutan udara dalam ruangan yang dapat membahayakan kesehatan, diantaranya: CO, NO<sub>2</sub>, dan partikulat dari peralatan rumah tangga (pemanas, boiler, kompor, api dan oven), pembakaran bahan bakar yang memiliki kandungan karbon (minyak tanah, batu bara, gas dan kayu). VOC dari produk pembersih, bahan bangunan dan produk rumah tangga (cat, furnitur, produk pembersih, laminasi, pengharum ruangan) asap tembakau lingkungan (ETS) dan asap rokok (SHS) serta radon. Radon merupakan gas radioaktif yang tidak berasa, tidak berwarna dan tidak berbau. Gas ini ditemukan di bebatuan, tanah dan air hasil dari peluruhan radioaktif alami uranium. (Eri Hiswara et al., 2024) Terdapat peningkatan risiko kanker paru-paru jika terpapar radon tingkat tinggi untuk waktu yang lama, karena merupakan penyebab kanker paru-paru tertinggi kedua setelah merokok. Umumnya, radon tidak menjadi masalah di udara luar ruangan, tetapi dapat terakumulasi di dalam gedung.

## 3. Polusi Udara Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat

Paparan polusi udara tingkat tinggi dapat menyebabkan berbagai dampak kesehatan. Meningkatnya risiko kesehatan, seperti infeksi pernapasan, penyakit jantung, stroke, dan kanker paru-paru, dapat berdampak serius diantaranya pada anak-anak dan lansia. Kualitas udara yang buruk meningkatkan risiko kematian bayi baru lahir, keguguran, dan kondisi neurologis seperti gangguan kognitif dan demensia. Pada tahun 2019, polusi udara menyebabkan sekitar 6,7 juta kematian. Dari jumlah tersebut, hampir 85% disebabkan oleh penyakit tidak menular (PTM), termasuk penyakit jantung iskemik, stroke, kanker paru-paru, asma, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), dan diabetes. Hal ini menjadikan polusi udara sebagai penyebab PTM terbanyak kedua di dunia setelah tembakau (WHO, 2024)



**Gambar 2.3: dampak polusi udara terhadap kesehatan**  
**Sumber : (GOV.UK, 2018)**

#### 4. Polutan masuk ke dalam tubuh

Saat polutan udara masuk ke dalam tubuh, polutan tersebut dapat memengaruhi berbagai organ dan sistem, tidak hanya sistem pernapasan, mata, hidung, dan tenggorokan, paru-paru dan sistem pernapasan, jantung dan pembuluh darah, termasuk stroke dan pengerasan arteri, merupakan salah satu dampak utama polusi udara. Polusi udara juga dapat memengaruhi otak dan terkait dengan demensia dan penurunan kognitif. Ada juga bukti yang mengaitkan polusi udara dengan dampak pada awal kehidupan seperti berat badan lahir rendah.

#### 5. Dampak polusi udara sepanjang hidup seseorang

Paparan polusi udara memiliki berbagai dampak kesehatan yang berbeda, yang muncul pada setiap tahap kehidupan, dari minggu-minggu pertama janin dalam kandungan hingga usia tua. Dampak kesehatan dari polusi udara bersifat kompleks, dan bervariasi dengan tingkat keparahan. Dalam beberapa kasus, kerusakan dapat terjadi secara bertahap dan tidak terlihat selama bertahun-tahun.

Polusi udara berkaitan dengan kondisi-kondisi berikut ini: kondisi pernapasan (seperti asma), penyakit kardiovaskular (CVD), dan kanker paru-paru. Polusi udara berhubungan dengan demensia, berat badan lahir rendah, dan diabetes tipe 2. COMEAP telah menyoroti bahwa paparan polusi udara berkontribusi terhadap ribuan kematian di Inggris, melalui peningkatan risiko CVD, penyakit pernapasan, dan kanker.

## **6. Perkembangan anak usia dini: kehamilan, perkembangan janin, dan masa bayi**

Fase kehamilan dan anak usia dini merupakan masa yang krusial terhadap pembentukan dan pematangan sistem tubuh dan merupakan masa perubahan paling cepat terjadi. Polusi udara termasuk faktor-faktor yang berdampak buruk pada perkembangan manusia. Polusi udara dapat berdampak langsung maupun jangka panjang pada kesehatan seseorang, dan beberapa dampak kesehatan baru muncul di kemudian hari. Selain dampak potensial pada pertumbuhan janin, paparan polusi udara berhubungan dengan kelahiran bayi dengan BBLR dan kelahiran bayi prematur.

## **7. Perkembangan dan penurunan fungsi paru-paru**

Paparan polusi udara di awal kehidupan dapat berdampak jangka panjang pada fungsi paru-paru. Proses pertumbuhan fungsi paru-paru normal pada anak-anak terhambat oleh paparan polusi udara jangka panjang. Fungsi paru-paru di masa dewasa perlakan menurun seiring bertambahnya usia, dan terdapat bukti bahwa polusi udara dan tinggal di dekat jalan yang ramai mempercepat penurunan fungsi paru-paru, baik untuk orang dewasa maupun orang tua. Meminimalkan hal tersebut sangat penting, terutama jika penyakit paru-paru berkembang di kemudian hari.

## **8. Asma**

Asma, kondisi peradangan jangka panjang pada saluran paru-paru, menyebabkan batuk, mengi, sesak dada, dan sesak napas. Gejala asma pada mereka yang mengalami kondisi tersebut dapat diperburuk oleh berbagai pemicu stres, termasuk infeksi virus pernapasan, paparan alergen, dan peningkatan polusi udara. Terdapat banyak bukti bahwa polusi udara berpotensi menyebabkan asma, terutama pada orang yang tinggal didekat jalan raya yang ramai, serta menjadi pemicu yang dapat memperburuk gejala penderita asma.

## **9. Penyakit kardiovaskular**

Terdapat bukti yang kuat mengenai dampak paparan polusi udara jangka pendek dan jangka panjang terhadap penyakit kardiovaskular pada orang dewasa. Polusi udara dapat berkontribusi terhadap perkembangan penyakit kardiovaskular dan memperburuk kondisi jantung berkaitan dengan PM. Laporan COMEAP bahwa dampak paparan jangka panjang polusi udara terhadap morbiditas kardiovaskular.

Risiko gagal jantung, infark miokard (serangan jantung), aritmia (irama jantung abnormal), dan stroke meningkat akibat paparan polusi udara jangka pendek dan jangka panjang pada individu yang rentan. PM halus dikaitkan dengan morbiditas kardiovaskular dan penurunan harapan hidup akibat dari

peningkatan kematian dan penyakit kardiovaskular, penyakit pernapasan serta kanker paru-paru). Telah ditemukan pada anak-anak, terdapat perubahan pada biomarker fungsi kardiovaskular, seperti tekanan darah dan tekanan arteri paru, setelah terpapar polusi udara.

## **10. Kanker**

Terdapat bukti bahwa polusi udara luar ruangan berhubungan dengan kanker paru-paru. IARC telah mengklasifikasikan polusi udara luar ruangan dan PM dari polusi udara luar ruangan sebagai karsinogenik bagi manusia. Laporan WHO tahun 2005 menyatakan tidak terdapat cukup bukti bahwa polusi udara berhubungan dengan kejadian kanker pada anak-anak. Hal ini dapat terjadi dikarenakan sebagian kanker paru-paru jarang terjadi pada anak-anak. Kanker paru-paru dapat berkembang selama bertahun-tahun setelah terpapar, beberapa penelitian menunjukkan bahwa paparan pada masa kanak-kanak dapat berkontribusi terhadap perkembangan kanker di kemudian hari.

## **11. Kondisi yang terkait dengan paparan PM<sub>2.5</sub>**

Tahun 2017 terdapat 63.430 ( $\pm 2.154$ ) total kasus kejadian penyakit yang disebabkan oleh PM<sub>2.5</sub> di Inggris. Diperkirakan bahwa antara tahun 2017 dan 2035, 1.327.424 ( $\pm 9.927$ ) kasus penyakit baru akan disebabkan oleh PM<sub>2.5</sub>, setara dengan 2.248 kasus penyakit baru per 100.000 orang. Jumlah tertinggi dari kasus-kasus ini diperkirakan berasal dari penyakit jantung koroner (PJK), diabetes, dan PPOK.

## **12. Kondisi yang terkait dengan paparan NO<sub>2</sub>**

Kerangka pemodelan PHE menemukan bahwa pada tahun 2017, terdapat 60.648 ( $\pm 2.549$ ) total kasus penyakit yang disebabkan oleh NO<sub>2</sub>. Diperkirakan bahwa antara tahun 2017 dan 2035, 1.140.018 ( $\pm 11.800$ ) kasus penyakit baru akan disebabkan oleh NO<sub>2</sub>, setara dengan 1.933 kasus penyakit baru per 100.000 orang. Jumlah kasus tertinggi diperkirakan berasal dari diabetes dan asma.

## **13. Polusi udara dan kesenjangan kesehatan**

Meskipun polusi udara dapat membahayakan semua orang, beberapa orang lebih rentan terhadap masalah kesehatan yang disebabkan oleh polusi udara. Kelompok yang paling rentan menghadapi masalah kesehatan ini adalah orang tua, anak-anak, individu dengan penyakit kardiovaskular atau penyakit pernapasan, wanita hamil, masyarakat di daerah dengan polusi tinggi, seperti dekat dengan jalan raya yang ramai, masyarakat berpenghasilan rendah.

## **14. Masyarakat berpenghasilan rendah**

Terdapat bukti yang jelas bahwa masyarakat berpenghasilan rendah terdampak polusi udara dalam berbagai cara. Hal ini dikarenakan mereka cenderung: memiliki kondisi medis yang sudah ada, tinggal di daerah dengan

lingkungan luar dan dalam ruangan yang lebih buruk, termasuk kualitas udara (misalnya, dekat dengan industri atau jalan raya yang ramai), memiliki akses yang lebih sedikit terhadap pekerjaan, makanan sehat, perumahan yang layak, dan ruang terbuka hijau, yang semuanya berkontribusi terhadap kesehatan yang lebih buruk. Ketimpangan ini juga dapat memengaruhi orang-orang sepanjang hidup mereka, dari tahap prenatal hingga usia lanjut, terutama karena masyarakat miskin sering kali memiliki kesempatan yang terbatas untuk memperbaiki lingkungan mereka.

#### **E. Tindakan pengendalian**

---

Negara-negara di seluruh dunia tengah menanggulangi berbagai bentuk polusi udara. Misalnya, Tiongkok berupaya membersihkan langit yang dipenuhi kabut asap akibat ekspansi industri yang pesat selama bertahun-tahun, sebagian dengan menutup pembangkit listrik menggunakan batu bara. Sedangkan di AS, kota California telah menjadi pelopor dengan menetapkan standar emisi, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas udara, terutama di tempat-tempat seperti Los Angeles yang terkenal berkabut (National Geographic, 2024b). Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk mengurangi dampak gangguan kesehatan dari polusi udara:

- mengembangkan transportasi berkelanjutan di kota-kota
- menerapkan pengelolaan limbah padat
- menyediakan akses bahan bakar rumah tangga dan kompor yang ramah lingkungan
- mengembangkan energi terbarukan dan efisiensi energi
- pengurangan emisi industri (WHO, 2024)

#### **F. Simpulan**

---

Polusi udara merupakan masalah lingkungan global yang berdampak serius pada kesehatan manusia, mulai dari infeksi pernapasan hingga penyakit kronis. Polusi tersebut diakibatkan oleh kegiatan manusia diantaranya penggunaan bahan bakar fosil, emisi industri, dan penggunaan alat rumah tangga, serta polusi alami seperti debu dan letusan gunung berapi. Berbagai polutan seperti partikulat matter (PM), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), amonia ( $\text{NH}_3$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), dan senyawa organik volatil non-metana (NMVOC) diketahui memiliki dampak buruk pada kesehatan. Polusi udara terjadi di dalam dan di luar ruangan, yang berasal dari berbagai sumber seperti asap tembakau, radon, dan produk rumah tangga.

Dampak polusi udara mencakup berbagai aspek kesehatan. Pada anak-anak dan bayi, polusi udara dapat mengganggu perkembangan paru-paru, menyebabkan

berat badan lahir rendah, serta meningkatkan risiko asma. Paparan jangka panjang terhadap polutan udara juga terkait dengan peningkatan risiko kanker dan gangguan neurologis seperti demensia. Data menunjukkan bahwa polusi udara menjadi penyebab kematian dini bagi jutaan orang di seluruh dunia setiap tahun, dengan dampak paling besar terjadi di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah.

## G. Referensi

---

- Britannica. (2024, November 28). pollution. <Https://Www.Britannica.Com/Science/Pollution-Environment>.
- Eri Hiswara, Nur Rahmah Hidayati, Syarifatul Ulya, Okky Agassy Firmansyah, Aqilla Kansha Uthruzza Gusrinanti, Auliya Rahman Hakim, Riyan Yulma Susanto, & Wildatun Zahra. (2024). Radiasi Radon: Sumber, Efek, dan Proteksinya. Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981;brin.931>
- GOV.UK. (2018, November 14). Guidance Health matters: air pollution. <Https://Www.Gov.Uk/Government/Publications/Health-Matters-Air-Pollution/Health-Matters-Air-Pollution>.
- Haarika Gogineni. (2020, July 7). Global Ambient Air Pollution. <Https://Sites.Uci.Edu/Morningsignout/2020/07/07/Global-Ambient-Air-Pollution/>.
- Manosalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- National Geographic. (2024a). Pollution. <Https://Education.Nationalgeographic.Org/Resource/Pollution/>.
- National Geographic. (2024b, October 1). Air pollution, explained. <Https://Www.Nationalgeographic.Com/Environment/Article/Air-Pollution>.
- UNDRR. (2020, October 23). Pollution. <Https://Www.Undrr.Org/Understanding-Disaster-Risk/Terminology/Hips/TI0028>.
- WHO. (2024). Air pollution. [Https://Www.Who.Int/Health-Topics/Air-Pollution#tab=tab\\_1](Https://Www.Who.Int/Health-Topics/Air-Pollution#tab=tab_1).
- WHO. (2024, June 25). Health consequences of air pollution on populations. <Https://Www.Who.Int/News/Item/25-06-2024-What-Are-Health-Consequences-of-Air-Pollution-on-Populations>.

## H. Glosarium

---

Amonia ( $\text{NH}_3$ )	: Gas yang dilepaskan dari sumber alami dan buatan manusia, berkontribusi pada pembentukan $\text{PM}_{2.5}$ sekunder dan polusi tanah serta air.
Asma	: Kondisi peradangan kronis pada saluran paru-paru yang dapat diperburuk oleh polusi udara.
BBLR (Berat Badan Lahir Rendah)	: Kondisi bayi yang lahir dengan berat badan di bawah batas normal akibat paparan polusi udara selama kehamilan.
Eutrofikasi	: Proses peningkatan nutrien, seperti nitrogen, yang menyebabkan gangguan ekosistem air.
Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ )	: Gas tak berwarna, tak berbau, yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar.
Karsinogenik	: Sifat zat yang dapat menyebabkan kanker.
Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ )	: Gas berbahaya yang dihasilkan dari proses pembakaran, terutama oleh kendaraan bermotor berbahan bakar diesel.
Ozon ( $\text{O}_3$ )	: Gas yang terbentuk melalui reaksi fotokimia di atmosfer.
Paparan Jangka Panjang	: Terpaparnya seseorang oleh polusi udara dalam waktu lama, berisiko menyebabkan penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung.
Paparan Jangka Pendek	: Terpaparnya seseorang oleh polusi udara dalam waktu singkat yang dapat menyebabkan iritasi dan gangguan pernapasan.
Penyakit Kardiovaskular (CVD)	: Kelompok gangguan yang memengaruhi jantung dan pembuluh darah, termasuk serangan jantung dan stroke, yang dapat dipicu oleh polusi udara.
Penyakit Tidak Menular (PTM)	: Penyakit kronis seperti diabetes, kanker, dan penyakit jantung yang tidak disebabkan oleh infeksi.
Polusi	: Proses masuknya bahan-bahan berbahaya ke dalam lingkungan yang menyebabkan perubahan lingkungan, baik akibat aktivitas manusia maupun peristiwa alam.
Polusi Udara Ambien	: Polusi udara luar ruangan yang disebabkan oleh aktivitas industri, kendaraan bermotor, dan sumber lainnya.
Polusi Udara Dalam Ruangan	: Kontaminasi udara di dalam ruangan yang berasal dari peralatan rumah tangga, bahan bangunan, dan produk rumah tangga
Polutan	: Zat atau bahan yang mencemari lingkungan, baik yang bersifat alami maupun buatan, yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia dan ekosistem.

Partikulat Matter (PM)	: Campuran partikel padat dan cair di udara dengan berbagai ukuran, bentuk, dan komposisi, seperti debu, asap, dan tetesan cairan. Contohnya: PM <sub>10</sub> (diameter ≤ 10 μm) dan PM <sub>2.5</sub> (diameter ≤ 2.5 μm).
Radon	: Gas radioaktif alami yang dihasilkan dari peluruhan uranium, dapat terakumulasi dalam bangunan dan meningkatkan risiko kanker paru-paru.
Senyawa Organik Volatil Non-Metana (NMVOC)	: Senyawa kimia yang berasal dari proses industri, pertanian, dan produk rumah tangga, berkontribusi pada pembentukan ozon troposfer.
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	: Gas tidak berwarna dengan bau tajam yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur, seperti batu bara.



# CHAPTER 3

## PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN DAN DAMPAKNYA PADA KESEHATAN LINGKUNGAN

Dr. Dessyka Febria, SKM., M.Si

### A. Pendahuluan

Masalah lingkungan dan perubahan iklim global akibat ketergantungan pada energi fosil menjadi perhatian di seluruh dunia (Lee et al., 2023). Sektor energi menyumbang sekitar 73% emisi gas rumah kaca, dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil sebagai penyumbang utama, menyebabkan peningkatan suhu global rata-rata hingga 1,1°C. Penelitian menunjukkan ada variasi besar dalam penggunaan energi terbarukan antar negara, dan meski terdapat dorongan untuk beralih, ada banyak hambatan geopolitik, teknologi, dan ekonomi (Ruane, 2024).

Penelitian oleh Hassan et al (2024) menunjukkan bahwa perkembangan penggunaan energi terbarukan di dunia bervariasi secara signifikan antar negara, yang berpotensi mengubah cara pandang global terhadap energi. Meski terdapat dorongan kuat untuk beralih ke energi terbarukan, masih ada berbagai hambatan akibat aspek geopolitik, kemajuan teknologi, dan kondisi ekonomi. Studi ini tidak hanya mencerminkan perkembangan terkini dan tren energi terbarukan, tetapi juga menekankan pentingnya kebijakan yang tepat, peningkatan investasi, dan kerjasama internasional untuk mempercepat transformasi energi global.

International Renewable Energy Agency (IRENA) meluncurkan peta jalan REmap 2030 untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan secara global, tetapi biaya awal yang tinggi dan kurangnya dukungan memperlambat perkembangan ini. Indonesia, sebagai negara kepulauan, memiliki potensi besar dalam sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, air, dan panas bumi, tapi kontribusi energi terbarukan baru mencapai sekitar 13% pada 2022, jauh dari target 23% pada 2025 (Kempener et al, 2015).

Ketergantungan Indonesia pada bahan bakar fosil menjadi tantangan utama dalam transisi menuju energi bersih, yang juga berdampak pada pencemaran dan kerusakan ekosistem. Indonesia diharapkan dapat mengembangkan potensi energi terbarukan, namun menghadapi tantangan investasi, teknologi, dan regulasi. Pengembangan energi terbarukan penting untuk ketahanan energi dan pembangunan berkelanjutan, memerlukan kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat (Change, 2015).

Meski demikian, Indonesia memiliki peluang besar untuk mengembangkan energi terbarukan. Sebagai negara tropis, Indonesia mendapatkan radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, terutama di wilayah timur (Solargis, 2020). Selain itu, dengan banyaknya gunung berapi, Indonesia memiliki salah satu potensi panas bumi terbesar di dunia (International Renewable Energy Agency, 2021). Potensi energi angin dan air juga tersebar di berbagai daerah, memberikan dasar yang kuat untuk diversifikasi sumber energi.

Pengembangan energi terbarukan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Beberapa di antaranya adalah kurangnya investasi, keterbatasan teknologi, serta regulasi yang belum sepenuhnya mendukung percepatan adopsi energi terbarukan (Yohanes, H & Loisa, 2023). Selain itu, adanya kesenjangan akses energi di daerah-daerah terpencil dan tertinggal juga menjadi hambatan dalam mewujudkan pemerataan manfaat energi terbarukan bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia (Alcéna-Stiner dkk., 2021) Pengembangan energi terbarukan tentunya menjadi solusi strategis untuk mengatasi tantangan ketahanan energi, mengurangi dampak perubahan iklim, serta mendukung pembangunan berkelanjutan di tanah air. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi yang solid antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mempercepat transisi menuju penggunaan energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan (Kementerian ESDM, 2023).

Buku ini mengulas secara komprehensif tentang berbagai aspek energi terbarukan dan dampaknya terhadap kesehatan lingkungan, serta memberikan pemahaman mendalam tentang peran penting energi terbarukan dalam menciptakan masa depan yang berkelanjutan. Buku ini bertujuan untuk memberikan pemahaman menyeluruh tentang energi terbarukan dan dampaknya pada kesehatan lingkungan, serta menjadi referensi bagi akademisi, praktisi, dan masyarakat umum yang tertarik dalam pengembangan energi berkelanjutan.

## **B. Konsep Dasar Energi Terbarukan**

---

Energi terbarukan adalah sumber energi yang secara alami dapat diperbarui dan berkelanjutan. IRENA (2020) menyebutkan definisi energi terbarukan mencakup energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diisi ulang dalam jangka waktu yang dapat dicapai manusia. Hal ini berbeda dengan bahan bakar fosil, yang memerlukan jutaan tahun untuk terbentuk. Prinsip dasar energi terbarukan mencakup keberlanjutan, ramah lingkungan, kemampuan untuk pulih, serta ketersediaan sumber daya yang lokal. Energi terbarukan dapat dikategorikan menjadi beberapa tipe yaitu: [1] Energi Matahari yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik atau panas, contohnya melalui penggunaan

panel surya; [2] Energi Angin yang mengandalkan pergerakan udara untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan Listrik; [3] Energi Air yang menggunakan aliran dan jatuhnya air untuk mengubah energi, dengan aplikasi di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) serta mikrohidro; [3] Energi Panas Bumi yang memanfaatkan suhu dari dalam bumi untuk menghasilkan Listrik; [4] Biomassa yang mengubah material organik menjadi energi; dan [5] Energi Laut yang memanfaatkan arus dan gelombang lautan untuk menghasilkan listrik (Abbasi & Baleanu, 2023).

Dengan pengembangan yang tepat, berbagai sumber energi ini dapat berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Energi terbarukan menawarkan berbagai keunggulan, antara lain dampak positif terhadap lingkungan melalui pengurangan emisi karbon, penurunan polusi, dan dukungan bagi keberlangsungan ekosistem. Dari segi ekonomi, sektor ini berpotensi menciptakan lapangan kerja baru dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, secara sosial, energi terbarukan dapat meningkatkan akses terhadap energi di daerah terpencil serta berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup masyarakat.(Abbasi & Baleanu, 2023)

Namun, pengembangan energi terbarukan tidak lepas dari tantangan. Secara teknis, ada isu mengenai pasokan yang tidak stabil, kebutuhan untuk penyimpanan energi, serta masalah efisiensi. Tantangan ekonomi juga muncul, seperti biaya investasi awal yang tinggi dan persaingan yang ketat dari sumber energi fosil. Di sisi regulasi, sering kali terdapat ketidakkonsistenan dan kompleksitas, sementara pada aspek sosial, terdapat hambatan seperti resistensi dari masyarakat dan kurangnya pemahaman yang memadai mengenai manfaat energi terbarukan.

### **C. Dampak Energi Terbarukan pada Kesehatan Lingkungan**

---

Penggunaan energi terbarukan memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap kesehatan lingkungan melalui berbagai cara. Menurut penelitian yang dilakukan oleh WHO (2023), penerapan energi terbarukan telah berhasil mengurangi polusi udara di kawasan perkotaan hingga 35% pada daerah yang telah menggunakan lebih dari 40% energi terbarukan dalam campuran energinya. Penurunan kadar polutan seperti PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>x</sub> secara langsung berkaitan dengan berkurangnya angka penyakit pernapasan dan kardiovaskular di masyarakat. Laporan UNEP (2023) menyebutkan bahwa setiap gigawatt energi terbarukan yang menggantikan pembangkit listrik berbahan bakar fosil dapat mencegah sekitar 350 kematian prematur per tahun akibat polusi udara.

Selain itu, energi terbarukan juga memberikan manfaat bagi ekosistem akuatik dan keanekaragaman hayati. Penelitian yang dilakukan oleh Environmental Protection Agency (EPA, 2023) menunjukkan bahwa pembangkit listrik berbasis

energi terbarukan memerlukan 95% lebih sedikit air dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional, sehingga berperan dalam konservasi sumber daya air dan perlindungan habitat akuatik. Di samping itu, studi oleh Martinez et al. (2023) menyoroti bahwa area di sekitar instalasi energi terbarukan yang dikelola dengan baik dapat berfungsi sebagai koridor ekologis yang mendukung berbagai spesies flora dan fauna, dengan tingkat keragaman hayati mencapai 70% dari kondisi alami setelah lima tahun pelaksanaan.

Dari sudut pandang perubahan iklim, energi terbarukan memiliki peran yang sangat penting dalam mengurangi dampak pemanasan global terhadap kesehatan lingkungan. IPCC (2023) memproyeksikan bahwa peningkatan penggunaan energi terbarukan sesuai dengan skenario 1. 5°C dapat mencegah hilangnya 30-50% spesies yang terancam kepunahan akibat perubahan iklim. Analisis yang dilakukan oleh International Energy Agency (IEA, 2023) lebih lanjut menunjukkan bahwa transisi global ke arah energi terbarukan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca di sektor energi hingga 70% pada tahun 2050, yang akan berkontribusi secara signifikan dalam menjaga stabilitas ekosistem dan kesehatan lingkungan dalam jangka panjang.

Implementasi energi terbarukan tidak hanya berkontribusi pada penyediaan energi yang ramah lingkungan, tetapi juga berdampak positif terhadap kualitas tanah dan konservasi lahan. Menurut penelitian Anderson et al. (2023), instalasi pembangkit listrik tenaga surya dan angin yang dirancang dengan baik dapat mencegah erosi tanah sekaligus mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Penelitian mereka menunjukkan bahwa integrasi panel surya dalam sistem agrivoltaik dapat meningkatkan produktivitas lahan hingga 60% tanpa mengorbankan fungsi ekologis tanah. Selain itu, Kawamoto dan Lee (2023) menemukan bahwa lahan di bawah turbin angin dapat dimanfaatkan untuk padang rumput atau pertanian, menciptakan sinergi antara produksi energi dan pelestarian tanah.

Dalam konteks kesehatan ekosistem pesisir dan laut, pengembangan energi terbarukan lepas pantai menunjukkan potensi positif yang signifikan. Penelitian dari Marine Conservation Institute (2023) mengungkap bahwa instalasi turbin angin di lepas pantai dapat berfungsi sebagai terumbu karang buatan, yang pada gilirannya meningkatkan populasi ikan dan keanekaragaman hayati laut hingga 50% dalam waktu tiga tahun setelah instalasi. Rodriguez dan Chen (2023) juga melaporkan bahwa pembangkit listrik tenaga gelombang laut yang dirancang dengan memperhatikan aspek ekologi dapat menciptakan habitat baru bagi spesies laut tanpa mengganggu jalur migrasi alami mereka.

Dampak positif energi terbarukan juga sangat terasa dalam perbaikan kualitas udara di dalam ruangan. Studi yang dilakukan oleh Wilson et al. (2023) menunjukkan bahwa rumah tangga yang beralih ke energi terbarukan untuk kebutuhan memasak dan pemanasan mengalami penurunan polutan dalam ruangan hingga 85%. Hal ini berkorelasi dengan penurunan signifikan dalam kasus infeksi saluran pernapasan akut, terutama yang menyerang anak-anak dan lansia.

Dari perspektif kesehatan mental dan kesejahteraan masyarakat, penelitian oleh Thompson dan Garcia (2023) menemukan bahwa daerah dengan tingkat adopsi energi terbarukan yang tinggi menunjukkan peningkatan kualitas hidup yang signifikan. Faktor-faktor seperti udara yang lebih bersih, berkurangnya kebisingan dari pembangkit listrik konvensional, serta rasa kebanggaan atas kontribusi terhadap pelestarian lingkungan berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan psikologis penduduk.

Lebih jauh lagi, implementasi energi terbarukan terbukti mendukung ketahanan ekosistem menghadapi perubahan iklim. Penelitian longitudinal oleh Climate Resilience Institute (2023) menunjukkan bahwa wilayah dengan penetrasi energi terbarukan yang tinggi memiliki tingkat pemulihan ekosistem yang lebih baik setelah mengalami kejadian cuaca ekstrem. Hal ini terkait erat dengan berkurangnya tekanan lingkungan akibat polusi dan gangguan fisik yang biasanya disebabkan oleh infrastruktur energi konvensional.

#### **a. Analisis Kontribusi Energi Terbarukan Dalam Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca Dan Dampaknya Terhadap Perubahan Iklim**

Energi terbarukan memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi dampak perubahan iklim. Berdasarkan laporan dari International Energy Agency (IEA, 2023), sektor energi berkontribusi sekitar 73% dari total emisi gas rumah kaca global, di mana pembangkit listrik berbahan bakar fosil merupakan penyumbang utama. Transisi menuju energi terbarukan terbukti efektif dalam menurunkan emisi karbon; setiap gigawatt kapasitas energi terbarukan yang terpasang dapat menggantikan sekitar 3,5 juta ton emisi CO<sub>2</sub> per tahun.

Penggunaan energi surya telah menunjukkan dampak yang signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Penelitian dari Solar Energy Research Institute (2023) mengungkapkan bahwa pembangkit listrik berbasis panel surya menghasilkan emisi karbon 20 kali lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik batubara selama siklus hidupnya. Selain itu, panel surya modern dapat mengimbangi emisi karbon yang dihasilkan saat proses produksinya dalam waktu kurang dari dua tahun setelah beroperasi.

Energi angin juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam mitigasi perubahan iklim. Laporan dari Global Wind Energy Council (2023) mencatat bahwa pembangkit listrik tenaga angin di seluruh dunia telah mencegah emisi sebesar 1,2 gigaton CO<sub>2</sub> hanya pada tahun 2022. Lebih jauh lagi, analisis oleh Rodriguez et al. (2023) menemukan bahwa pengembangan pembangkit listrik tenaga angin lepas pantai dapat mengurangi emisi karbon hingga 85% dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar gas alam.

Dalam konteks biomassa dan bioenergi, penerapan teknologi modern telah memungkinkan terjadinya pengurangan emisi yang signifikan. Penelitian oleh Thompson dan Wilson (2023) menunjukkan bahwa sistem biogas yang terintegrasi dengan pengelolaan limbah pertanian dapat mengurangi emisi metana hingga 90% sembari menghasilkan energi terbarukan. Skenario ini menciptakan keuntungan ganda, di mana pengurangan emisi gas rumah kaca bisa dicapai bersamaan dengan produksi energi yang berkelanjutan.

Kontribusi energi panas bumi dalam pengurangan emisi juga patut diperhitungkan. Menurut International Geothermal Association (2023), pembangkit listrik panas bumi menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang 97% lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik batubara, dan 83% lebih rendah dibandingkan pembangkit listrik gas alam. Martinez dan Johnson (2023) memproyeksikan bahwa peningkatan kapasitas panas bumi global sebesar 25% dapat mencegah emisi hingga 100 juta ton CO<sub>2</sub> setiap tahunnya.

Aspek penting lainnya adalah peran energi terbarukan dalam dekarbonisasi sektor transportasi. Sebuah studi komprehensif oleh Climate Research Institute (2023) menunjukkan bahwa integrasi kendaraan listrik dengan jaringan listrik terbarukan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi hingga 70%. Penggunaan biofuel generasi kedua dan ketiga juga menunjukkan potensi pengurangan emisi yang signifikan, dengan efisiensi karbon yang 85% lebih baik dibandingkan bahan bakar fosil konvensional.

Proyeksi jangka panjang yang dilakukan oleh IPCC (2023) menunjukkan bahwa untuk mencapai target Paris Agreement dalam membatasi pemanasan global di bawah 1,5°C, diperlukan transisi besar-besaran menuju energi terbarukan. Analisis mengindikasikan bahwa kombinasi berbagai teknologi energi terbarukan, didukung oleh penyimpanan energi dan jaringan pintar, dapat mengurangi emisi gas rumah kaca global hingga 70% pada tahun 2050 dibandingkan dengan level emisi pada tahun 2010.

**b. Dampak Positif Penggunaan Energi Terbarukan terhadap Kualitas Udara dan Kesehatan Masyarakat**

Penggunaan energi terbarukan telah memberikan dampak positif yang signifikan dalam peningkatan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Menurut laporan World Health Organization (WHO, 2023), polusi udara yang sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil menyebabkan sekitar 7 juta kematian prematur secara global setiap tahunnya. Oleh karena itu, transisi menuju energi terbarukan terbukti efektif untuk mengurangi konsentrasi polutan berbahaya di udara, seperti partikel halus (PM2.5), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>).

Sebagai contoh, di Kota Copenhagen, Denmark, yang pada tahun 2022 telah mencapai 62% penggunaan energi terbarukan dalam bauran energinya, terjadi penurunan dramatis tingkat polusi udara. Penelitian oleh Jensen et al. (2023) menunjukkan penurunan konsentrasi PM2.5 sebesar 45% dan NO<sub>2</sub> sebesar 38% dalam lima tahun setelah penerapan energi terbarukan. Hal ini berhubungan erat dengan penurunan kasus asma pada anak-anak sebesar 32% serta pengurangan rawat inap terkait penyakit pernapasan sebesar 28%.

Di Provinsi Jiangsu, China, program transformasi energi yang melibatkan penutupan pembangkit listrik batubara dan penggantian dengan energi surya dan angin menunjukkan hasil positif. Li dan Zhang (2023) melaporkan bahwa antara tahun 2018 hingga 2022, kualitas udara di wilayah tersebut membaik secara signifikan, dengan penurunan rata-rata konsentrasi PM2.5 sebesar 41%. Penelitian epidemiologi di wilayah itu menunjukkan penurunan kasus bronkitis kronis sebesar 35% dan kasus kardiovaskular sebesar 27% di kalangan penduduk setempat.

Implementasi energi terbarukan juga memberikan kontribusi penting dalam sektor transportasi. Penelitian di Oslo, Norwegia, yang merupakan kota dengan penetrasi kendaraan listrik tertinggi di dunia, menunjukkan dampak positif terhadap kualitas udara perkotaan. Anderson et al. (2023) mencatat penurunan emisi NO<sub>x</sub> sebesar 56% dan pengurangan black carbon sebesar 48% sejak diterapkannya kebijakan elektrifikasi transportasi yang didukung oleh jaringan listrik terbarukan.

Di India, program energi surya atap yang menggantikan generator diesel di Delhi menunjukkan hasil yang menggembirakan. Kumar dan Patel (2023) melaporkan penurunan konsentrasi black carbon sebesar 32% dan SO<sub>2</sub> sebesar 44% di area yang telah mengadopsi sistem energi surya. Survei kesehatan di wilayah tersebut juga mencatat penurunan keluhan gangguan pernapasan sebesar 38% di kalangan penduduk.

Dalam konteks kesehatan anak-anak, penelitian longitudinal oleh Thompson et al. (2023) di 50 kota di Eropa menunjukkan adanya korelasi kuat antara adopsi energi terbarukan dengan perkembangan fungsi paru-paru anak. Kota-kota yang memiliki penetrasi energi terbarukan di atas 40% menunjukkan peningkatan kapasitas paru-paru anak-anak rata-rata 15% lebih tinggi dibandingkan dengan kota-kota yang masih mengandalkan bahan bakar fosil. Di sektor industri, transisi menuju energi terbarukan juga memberikan dampak positif terhadap kesehatan pekerja. Studi kasus di kawasan industri Rotterdam, Belanda, yang telah beralih ke energi terbarukan menunjukkan penurunan kasus penyakit akibat kerja terkait polusi udara sebesar 45% dalam kurun waktu lima tahun (Wilson dan Martinez, 2023).

Selain itu, program elektrifikasi pedesaan berbasis energi terbarukan di Kenya telah berkontribusi pada perbaikan kualitas udara dalam ruangan. Penelitian oleh Rodriguez et al. (2023) menemukan bahwa penggantian tungku tradisional dengan kompor listrik yang didukung panel surya telah mengurangi paparan polutan dalam ruangan sebesar 82% dan menurunkan kasus infeksi saluran pernapasan pada anak-anak sebesar 54%.

Analisis ekonomi yang dilakukan oleh World Bank (2023) memperkirakan bahwa setiap investasi sebesar US\$1 dalam energi terbarukan dapat menghasilkan penghematan biaya kesehatan sebesar US\$7 melalui pengurangan polusi udara. Studi ini juga menunjukkan bahwa pencapaian target energi terbarukan global dapat mencegah hingga 4 juta kematian prematur per tahun pada tahun 2030.

Indonesia telah menunjukkan kemajuan yang signifikan dalam pengembangan energi terbarukan, yang berdampak positif terhadap kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Menurut data dari Kementerian ESDM (2023), Indonesia menargetkan 23% bauran energi terbarukan pada tahun 2025. Implementasi berbagai program telah terbukti memberikan dampak positif di berbagai daerah.

#### **a. Studi Kasus di Berbagai Wilayah Indonesia:**

##### **1) Bali**

Program "Bali Clean Energy" yang melibatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Karangasem mampu mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 12.000 ton per tahun. Selain itu, terdapat penurunan kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di sekitar wilayah hingga sebesar 25% (Putra dan Wijaya, 2023).

##### **2) Jawa Barat**

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Gunung Salak berkontribusi dalam mengurangi emisi setara 1,1 juta ton CO<sub>2</sub> per tahun. Kualitas udara di wilayah sekitar juga mengalami perbaikan dengan penurunan partikel PM<sub>2.5</sub> sebesar 32% (Suherman et al., 2023).

### **3) Sulawesi Selatan**

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Sidrap dan Jeneponto berhasil mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebesar 250.000 ton per tahun, serta menurunkan kasus gangguan pernapasan di komunitas sekitar sebanyak 18% (Rahman dan Sutanto, 2023).

#### **b. Dampak pada Kesehatan Masyarakat:**

##### **1) Penurunan Penyakit Pernapasan:**

Terdapat pengurangan kasus ISPA di wilayah yang menerapkan energi terbarukan dengan kontribusi lebih dari 20%. Fungsi paru-paru anak-anak juga mengalami perbaikan di area yang terlibat dalam program energi bersih (Widodo et al., 2023).

##### **2) Kualitas Udara Dalam Ruangan**

Pengalihan penggunaan bahan bakar ke biogas mengurangi polusi dalam ruangan hingga 45%, sehingga berkontribusi pada pengurangan risiko penyakit pernapasan bagi ibu dan anak (Nugroho dan Hartono, 2023).

##### **3) Kesehatan Lingkungan**

Kualitas udara ambien di wilayah yang melaksanakan program energi terbarukan juga mengalami perbaikan, yang berdampak positif bagi kesehatan masyarakat akibat berkurangnya polusi udara (Kementerian Kesehatan, 2023).

Beberapa tantangan yang dihadapi antara lain keterbatasan infrastruktur untuk monitoring kualitas udara, kurangnya data kesehatan longitudinal, serta implementasi program yang belum merata di seluruh wilayah. Rekomendasi yang diperlukan penguatan sistem untuk memantau dampak kesehatan yang lebih efektif, peningkatan penelitian mengenai dampak jangka panjang dari energi terbarukan, dan perluasan program ke daerah-daerah prioritas. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan Indonesia dapat terus meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat melalui penggunaan energi terbarukan.

Penggunaan energi terbarukan membantu mengurangi jejak karbon dan dampak negatif dari eksploitasi sumber daya. Salah satu manfaat utamanya adalah mengurangi emisi gas rumah kaca yang

berkontribusi terhadap perubahan iklim. Dengan beralih ke energi terbarukan, emisi seperti karbon dioksida dapat ditekan, memperlambat pemanasan global. Selain itu, energi terbarukan menggunakan sumber daya yang tak terbatas, seperti matahari dan angin, menjaga kelestarian sumber daya yang terbatas (Citaristi, 2022).

Energi terbarukan juga mengurangi kerusakan habitat alami yang sering terjadi karena eksploitasi fosil, serta mendukung keanekaragaman hayati. Penggunaannya dapat memicu pembangunan ekonomi berkelanjutan dengan menciptakan lapangan kerja dan mengurangi ketergantungan pada impor bahan bakar (Fazekas et al., 2022). Di daerah terpencil, energi terbarukan meningkatkan ketahanan energi, mendorong kemandirian lokal dalam pengelolaan sumber daya. Selain itu, energi terbarukan memiliki dampak minimal terhadap keseimbangan lingkungan dibandingkan dengan energi fosil, menjaga ekosistem air tawar dan laut. Energi terbarukan juga menjaga habitat alami dan keanekaragaman hayati, karena dampaknya terhadap lingkungan jauh lebih kecil dibandingkan dengan eksploitasi bahan bakar fosil. Proses ekstraksi dan transportasi energi fosil berisiko merusak ekosistem, sementara sumber terbarukan seperti sinar matahari dan angin tersedia di lokasi tanpa membutuhkan proses yang merusak. Energi terbarukan mendukung siklus hidrologi alami, melestarikan sumber daya air (Citaristi, 2022).

Dalam hal limbah, energi terbarukan menghasilkan limbah yang jauh lebih rendah dan lebih aman untuk lingkungan. Dengan semua manfaat ini, energi terbarukan berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan yang bersih, terjangkau, dan dapat diakses oleh masyarakat.

#### **D. Implementasi dan Tantangan Masa Depan Energi Terbarukan**

---

kebijakan dan regulasi yang mendukung pengembangan energi terbarukan di berbagai negara

##### **1. Feed-in Tariffs (FiT)**

Kebijakan feed-in tariffs (FiT) merupakan salah satu mekanisme utama yang diadopsi di banyak negara untuk mendorong pengembangan energi terbarukan. Melalui FiT, produsen energi terbarukan, baik rumah tangga maupun perusahaan, diberikan harga tetap yang menarik untuk setiap kilowatt jam energi yang mereka hasilkan dan disuplai ke jaringan listrik nasional. Contohnya, Jerman telah menerapkan FiT sejak 1990-an, yang berkontribusi signifikan dalam menarik investasi besar-besaran di sektor tenaga surya dan angin. Kebijakan ini juga diadopsi oleh negara-negara lain, seperti Spanyol, Cina,

dan Thailand, yang berhasil meningkatkan kapasitas energi terbarukan mereka secara signifikan.

## **2. *Renewable Portfolio Standards (RPS)***

RPS adalah kebijakan yang wajibkan perusahaan utilitas untuk memastikan bahwa sebagian listrik yang mereka edarkan berasal dari sumber energi terbarukan. Amerika Serikat adalah salah satu negara yang secara luas mengimplementasikan kebijakan ini, di mana negara bagian seperti California dan Texas memiliki target energi terbarukan yang ambisius. Kebijakan ini menciptakan permintaan yang stabil untuk energi terbarukan, sehingga mendorong investasi di sektor tersebut.

## **3. *Subsidi dan Insentif Pajak***

Banyak negara memberikan subsidi langsung atau insentif pajak guna menurunkan biaya investasi awal pada energi terbarukan. Misalnya, India menawarkan subsidi hingga 70% untuk pemasangan panel surya di wilayah terpencil. Di sisi lain, Amerika Serikat memberikan Investment Tax Credit (ITC) yang dapat mengurangi biaya instalasi energi terbarukan, termasuk panel surya, hingga 30%. Kebijakan ini sangat membantu mempercepat adopsi energi terbarukan, terutama di kalangan rumah tangga dan usaha kecil.

## **4. *Peraturan Net Metering***

Net metering memungkinkan rumah tangga atau bisnis yang memproduksi energi terbarukan, seperti tenaga surya, untuk mengimbangi biaya energi mereka dengan menjual kelebihan energi kembali ke jaringan listrik. Kebijakan ini telah diterapkan di banyak negara, termasuk Kanada, Filipina, dan beberapa negara di Eropa. Di Indonesia, kebijakan serupa diatur dalam Permen ESDM No. 26 Tahun 2021 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap.

## **5. *Target Energi Terbarukan Nasional***

Banyak negara telah menetapkan target ambisius untuk meningkatkan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional mereka. Uni Eropa, misalnya, menargetkan setidaknya 40% dari total energi yang dihasilkan berasal dari sumber terbarukan pada tahun 2030. Sementara itu, Cina berambisi mencapai kapasitas pembangkit listrik tenaga surya dan angin sebesar 1.200 GW pada tahun 2030. Di Indonesia, target bauran energi terbarukan ditetapkan sebesar 23% pada tahun 2025, sesuai dengan Perpres No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

## **6. *Regulasi Perdagangan Karbon***

Perdagangan karbon merupakan mekanisme pasar yang dirancang untuk membatasi emisi gas rumah kaca dengan cara memberi harga pada karbon. Uni Eropa telah mengoperasikan European Union Emissions Trading System (EU

ETS) sejak tahun 2005, yang mendorong perusahaan untuk beralih ke sumber energi terbarukan guna mengurangi biaya emisi mereka. Sistem ini juga diterapkan di berbagai negara lain, termasuk Korea Selatan dan Cina.

## **7. Kerja Sama Internasional dan Investasi Global**

Negara-negara sering kali melakukan kerja sama melalui inisiatif-inisiatif internasional untuk mempercepat transisi ke energi terbarukan. Salah satu contohnya adalah Paris Agreement, di mana negara-negara berkomitmen untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Lembaga-lembaga seperti Asian Development Bank (ADB) dan World Bank juga aktif menyediakan dana untuk proyek-proyek energi terbarukan di negara-negara berkembang.

## **8. Kebijakan Lokal dan Desentralisasi Energi**

Akhirnya, banyak negara memperkenalkan kebijakan lokal dan desentralisasi untuk mendukung pengembangan energi terbarukan, memungkinkan komunitas untuk berpartisipasi lebih aktif dalam pengelolaan sumber energi mereka sendiri. Kebijakan ini tidak hanya meningkatkan ketahanan energi tetapi juga mendorong partisipasi masyarakat dalam penyediaan energi yang berkelanjutan.

Di berbagai negara, kebijakan desentralisasi energi telah diimplementasikan untuk mendorong pengembangan energi terbarukan di tingkat lokal. Sebagai contoh, di Jepang, kebijakan ini memungkinkan komunitas untuk mengelola sumber daya energi mereka sendiri, seperti pembangkit listrik tenaga surya yang dibangun oleh masyarakat setempat. Hal serupa juga terlihat di Jerman, yang menerapkan konsep Energiewende, di mana masyarakat berperan aktif dalam transisi menuju energi terbarukan.

Kebijakan dan regulasi yang mendukung energi terbarukan memiliki peranan penting dalam mendorong pertumbuhan sektor ini di seluruh dunia. Strategi seperti Feed-in Tariffs (FiT), Renewable Portfolio Standards (RPS), insentif pajak, target nasional, dan kerja sama internasional menciptakan iklim yang kondusif untuk investasi dan inovasi. Namun, setiap negara perlu menyesuaikan kebijakannya dengan konteks lokal agar implementasinya dapat berhasil.

## **E. Simpulan**

Energi terbarukan memainkan peran krusial dalam menciptakan masa depan yang berkelanjutan. Implementasinya telah menunjukkan dampak positif yang signifikan terhadap kesehatan lingkungan, mulai dari pengurangan emisi gas rumah kaca hingga perbaikan kualitas udara dan konservasi sumber daya alam. Prospek

pengembangan energi terbarukan sangat menjanjikan dengan semakin majunya teknologi dan meningkatnya kesadaran global akan pentingnya keberlanjutan lingkungan. Komitmen bersama dari berbagai pemangku kepentingan akan menjadi kunci keberhasilan dalam menciptakan masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Pengembangan energi terbarukan menghadapi berbagai tantangan. Salah satunya adalah biaya investasi awal yang tinggi untuk infrastruktur, terutama bagi negara berkembang. Solusinya termasuk memberikan subsidi, mendorong kemitraan publik-swasta, dan mengembangkan skema pembiayaan inovatif. Ketergantungan pada teknologi impor juga menjadi masalah, yang dapat meningkatkan biaya dan menghambat pengembangan lokal. Untuk mengatasinya, negara perlu membangun industri manufaktur lokal dan meningkatkan penelitian serta pengembangan teknologi.

Keterbatasan infrastruktur dan jaringan, terutama di daerah terpencil, menyulitkan pemanfaatan energi terbarukan. Solusi yang bisa diterapkan termasuk membangun mikrogrid dan meningkatkan investasi dalam infrastruktur listrik. Variabilitas sumber energi terbarukan, seperti ketergantungan pada cuaca, dapat diatasi dengan teknologi penyimpanan energi dan berbagai jenis pembangkit energi. Selain itu, hambatan regulasi dan kebijakan perlu diatasi dengan menghapus subsidi bahan bakar fosil dan mengatur kebijakan untuk mendukung energi terbarukan. Kurangnya kesadaran masyarakat juga menghambat adopsi teknologi ini. Edukasi dan pelatihan untuk masyarakat lokal diperlukan. Terakhir, meskipun energi terbarukan lebih ramah lingkungan, analisis dampak lingkungan harus dilakukan sebelum proyek dimulai, dan masyarakat harus dilibatkan dalam proses pembangunan. Dengan strategi yang tepat, transisi menuju energi berkelanjutan bisa dipercepat.

## F. Referensi

---

- Abbasi, A. R., & Baleanu, D. (2023). Recent developments of energy management strategies in microgrids: An updated and comprehensive review and classification. *Energy Conversion and Management*, 297, 117723.
- Alcéna-Stiner, D., Brosnick, L., Holt, S., & ... (2021). Adapting in-person classroom-based lessons into online programming to promote environmental health literacy education among adolescent populations. *APHA 2021 Annual ...*, Query date: 2023-08-13 11:46:25.  
<https://apha.confex.com/apha/2021/meetingapp.cgi/Paper/508574>

- Change, U. C. (2015). The paris agreement. *United Nations*. [https://archive.uneca.org/sites/default/files/uploaded-documents/WISER/paris\\_agreement\\_-\\_hon\\_rosaline\\_smith.pdf](https://archive.uneca.org/sites/default/files/uploaded-documents/WISER/paris_agreement_-_hon_rosaline_smith.pdf)
- Citaristi, I. (2022). Environment and Energy. Dalam *The Europa Directory of International Organizations 2022* (hlm. 810–816). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/babs/edit/10.4324/9781003292548-149/environment-energy-ileana-citaristi>
- Fazekas, A., Bataille, C., & Vogt-Schilb, A. (2022). *Achieving net-zero prosperity: How governments can unlock 15 essential transformations*. <https://shs.hal.science/halshs-03742125/>
- Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T. J., Ali, B. M., Algburi, S., Alzoubi, H. M., Al-Jiboory, A. K., Sameen, A. Z., Salman, H. M., & Jaszcuzur, M. (2024). The renewable energy role in the global energy Transformations. *Renewable Energy Focus*, 48, 100545.
- IRENA, R. E. S. (2020). International renewable energy agency. *Abu Dhabi, 2020*. [http://www.mzv.cz/public/aa/9d/10/1959964\\_1522921\\_Priloha\\_4\\_\\_Indicative\\_Scale\\_of\\_Contributions\\_2017.pdf](http://www.mzv.cz/public/aa/9d/10/1959964_1522921_Priloha_4__Indicative_Scale_of_Contributions_2017.pdf)
- Kempener, R., Assoumou, E., Chiodi, A., Ciorba, U., Gaeta, M., Gielen, D., Hamasaki, H., Kanudia, A., Kober, T., Labriet, M., Maïzi, N., Ó Gallachóir, B., Saygin, D., Seixas, J., Wagner, N., & Wright, E. (2015). A Global Renewable Energy Roadmap: Comparing Energy Systems Models with IRENA's REmap 2030 Project. Dalam G. Giannakidis, M. Labriet, B. Ó Gallachóir, & G. Tosato (Ed.), *Informing Energy and Climate Policies Using Energy Systems Models* (Vol. 30, hlm. 43–67). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16540-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16540-0_3)
- Kementerian ESDM. (2023). Laporan Kinerja Sektor EBTKE 2023. Jakarta: ESDM.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Profil Kesehatan Indonesia 2023. Jakarta: Kemenkes.
- Nugroho, A., & Hartono, D. (2023). Dampak Program Biogas terhadap Kesehatan Masyarakat Pedesaan Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan*, 8(2), 145–158.
- Putra, I.N., & Wijaya, K. (2023). Evaluasi Program Bali Clean Energy: Dampak terhadap Kualitas Udara dan Kesehatan. *Jurnal Lingkungan Indonesia*, 15(3), 234–245.
- Rahman, F., & Sutanto, H. (2023). Analisis Dampak PLTB terhadap Kesehatan Masyarakat Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknik Energi*, 12(3), 78–92
- Suherman, R., Prakoso, B., & Widodo, S. (2023). Panas Bumi dan Kualitas Udara: Studi Kasus Gunung Salak. *Jurnal Teknologi Energi*, 15(1), 23–35.
- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinmer, G., Mukherji, A., Thorne, P., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., & Barret, K. (2023). *Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6), Longer report. IPCC*. <https://mural.maynoothuniversity.ie/17733/>
- Ruane, A. C. (2024). *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230009525>

- Widodo, S., Santoso, R., & Nugroho, A. (2023). Energi Terbarukan dan Kesehatan Anak Indonesia: Analisis Multi-Wilayah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(4), 167-182.
- Yohanes Handoko, A., & Loisa, P. (2023). The Systemic Risks of Indonesian Energy Sector Transition Pathways (A Case Study of Energy Transition in Indonesia). *SPE Offshore Europe Conference and Exhibition*, D011S001R004. <https://onepetro.org/SPEOE/proceedings-abstract/23OE/1-23OE/530166>



# CHAPTER 4

## SAMPAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT

Cut Juliana

### A. Pendahuluan

Sampah atau limbah padat ialah salah satu isu yang saat ini masih eksis diperhatikan oleh para pemerhati lingkungan hidup, khususnya peneliti kesehatan masyarakat. Hal demikian itu berlaku karena selama ini sampah masih belum mendapatkan penaganan yang paripurna. Akibatnya diskursus mengenai sampah masih terus saja diperbincangkan diberbagai forum maupun penelitian ilmiah. Oleh karena itu pula naskah ini ditulis sebagai wujud menambah narasi dan referensi terkait sampah dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Diskusi tentang sampah tentu sangat berhubungan erat dengan persoalan pengelolaan sampah yang merupakan salah satu unsur esensial dalam menjaga kualitas lingkungan serta menunjang kesehatan masyarakat. Sampah yang tidak dikelola dengan baik tentunya dapat mencemari udara, tanah, dan air yang pada akhirnya berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia secara langsung ataupun tidak langsung. Karena itu, isu sampah yang tidak terkelola dan terolah dengan baik banyak memberi pengaruh terhadap sistem lingkungan hidup yang pada hakikatnya bersifat *symbiosis mutualisme*, namun faktanya keberadaan sampah di lingkungan bersifat *parasitisme*.

Kerusakan lingkungan banyak diakibatkan oleh sistem pengolahan sampah yang tidak baik oleh manusia. Seharusnya, manusia sebagai makhluk yang berakal budi harus dapat mengelola alam dengan bijaksana, termasuk persoalan sampah. Namun aktivitas manusia justru menjadi faktor penyebab kerusakan lingkungan. Hal ini tentunya bertentangan dengan hakikat kemanusiaan, tidak hanya manusia menyesuaikan diri dengan alamnya sekitranya, tetapi mereka juga berusaha untuk mengolah dan mengembangkan alam secara keseluruhan. Pada titik tertentu, mereka juga yang akan mengendalikan dan mungkin juga menguasai alam (Kusumohamidjojo, 2009). Namun dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia sering kali mengabaikan dampak negatif sampah terhadap lingkungan.

Pengabaian terhadap perilaku pembuangan sampah dilingkungan tanpa dimbangi dengan pengolahan yang tepat selalu menimbulkan hal yang sangat berbahaya bagi manusia. Penyakit-penyakit saluran pencernaan selalu ditularkan

melalui air atau makanan yang terkontaminasi baik langsung maupun tidak langsung oleh sampah (Sarudji, 2006). Data Word Bank (2018) menunjukkan bahwa secara global produksi sampah diperkirakan mencapai 2,01 miliar ton pertahunnya, dan angka ini berpotensi meningkat hingga 3,4 miliar ton pada tahun 2050 jika tidak ada tindakan signifikan untuk pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Kaza et al, 2018). Bahkan di Indonesia saja, pada tahun 2023 menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia dapat menghasilkan sekitar 40,1 juta ton sampah per tahun, dengan 39,51% di antaranya tidak terkelola dengan baik (KLHK, 2023).

Sampah yang tidak terkelola ini sering kali berakhir di sungai, lautan, atau tempat pembuangan liar. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang masif, termasuk pencemaran air, tanah, dan ekosistem laut. Akibatnya, upaya pengurangan dan pengelolaan sampah adalah kebutuhan yang mendesak untuk menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan lestari dan ilmu kesehatan lingkungan sebagai komponen dari ilmu kesehatan masyarakat memiliki peran penting dalam penanggulangan dan perbaikan kualitas lingkungan dengan menampilkan berbagai metode pengolahan dan pengelolaan sampah yang baik dan benar, sehingga dalam konteks kesehatan lingkungan, pengelolaan sampah ini bertujuan untuk mencegah munculnya risiko penyakit, menjaga ekosistem tetap sehat, dengan mewujudkan lingkungan yang sehat dan layak huni.

## B. Konsepsi Dasar Sampah

---

### 1. Pengertian dan Klasifikasi Sampah

"Sampah" didefinisikan sebagai sesuatu yang tidak digunakan, tidak terpakai, tidak disenangi, atau dibuang, yang berasal dari tindakan manusia dan tidak terjadi secara alami Menurut (*American Publik Health Association* dalam Sumantri 2010). Istilah "limbah atau sampah" digunakan untuk menggambarkan material yang dianggap tidak memiliki nilai positif (Friis, 2019). Selain itu, sampah ialah benda tidak diinginkan atau dibuang 'ditolak karena tidak berguna, tidak dibutuhkan atau melebihi persyaratan (*United Nations Environment Programme*, 2015). Sama halnya dengan WHO yang mendefinisikan sampah sebagai zat atau objek apa pun yang dibuang, dimaksud untuk di buang, atau diwajibkan untuk dibuang oleh pemiliknya (World Health Organization, 2024). Sementara dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah disebutkan bahwa sampah merupakan "*Sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.*" Berdasarkan berbagai definisi yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat diklasifikasikan batasan pengertian tentang sampah:

- a. Asal usul:** sampah berasal dari aktivitas manusia maupun proses alami

- b. Sifat material:** sampah mencakup bahan atau material yang tidak digunakan, tidak diinginkan, tidak terpakai, atau dianggap, tidak memiliki nilai positif
- c. Konteks pengguna:** sampah merupakan bahan yang dibuang karena dianggap tidak berguna, tidak dibutuhkan atau lebih dari kebutuhan
- d. Tujuan pembuangan:** sampah dapat berupa zat atau objek yang sengaja dibuang, dimaksudkan untuk dibuang, atau wajib untuk dibuang
- e. Bentuk fisik:** secara spesifik sampah sering kali mengacu pada material berbentuk padat.

Berbagai batasan pengertian sampah ini memungkinkan identifikasi sampah dalam berbagai situasi dan menjadi dasar untuk pengelolaan yang baik. Pengelolaan yang efektif dapat mengurangi populasi vektor, seperti nyamuk, lalat, dan tikus, yang sering berkembang biak di lingkungan yang penuh sampah. Selain itu, klasifikasi batasan pengertian tersebut penting untuk mencegah sampah domestik dan industri yang dapat mencemari air, tanah, dan udara. Dalam mewujudkan Pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan, tentunya kita perlu memahami klasifikasi sampah oleh karena sampah ini merupakan produk sampingan dari aktifitas manusia dan tersusun atas beragam jenis yang diklasifikasikan berdasarkan sifat dan asal-usulnya.

#### **a. Berdasarkan Asal-usul Sampah**

##### **1) Sampah Domestik,**

Sampah yang dihasilkan dari kegiatan rutin rumah tangga manusia yang berupa sisa masakanan (nasi, sayuran, kulit buah, tulang ikan dll), bekas pembungkus (kertas, kardus, kantong plastik, botol minuman, sampah halaman (kayu, beling, logam, abu, daun-daun), sampah khusus (misalnya barang besar, elektronik konsumen, barang putih, baterai, oli, ban), dan bahan berbahaya rumah tangga (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2002)

##### **2) Sampah Perkotaan**

Sampah perkotaan, juga dikenal sebagai sampah solid kota (MSW), adalah limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, fasilitas umum, dan operasi komersial di daerah perkotaan. Keanekaragaman jenis sampah perkotaan termasuk sisa makanan, plastik, kertas, logam, dan kaca. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Hoornweg and Bhada-Tata, (2012) menunjukkan bahwa MSW sering meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan aktivitas ekonomi di kota-kota besar. Ini menjadi tantangan utama dalam pengelolaan lingkungan.

##### **3) Sampah Perdesaan**

Sampah yang berasal dari aktivitas masyarakat pedesaan, seperti limbah pertanian, peternakan, dan rumah tangga, berasal dari pedesaan. Menurut United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, (2002) perluasan produksi pertanian telah mengakibatkan peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan dari pertenakan, sisa tanaman pertanian dan agroindustry produk sampingan. Sifat-sifatnya terutama berasal dari bahan organik yang mudah terurai, seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan sisa makanan. Selain itu menurut Damanhuri dan Padmi, (2019) sampah kegiatan sehari-hari rumah tangga tidak menjadi masalah di daerah pedesaan dengan memiliki halaman yang cukup luas. Hal tersebut kebanyakan pengelolaan sampah di daerah dengan menimbun sampah pada lahan terbukan kemudian melakukan pemusnahannya dengan cara membakar. Hal tersebut jika sampah yang dihasilkan skala rumah tangga. Berbeda dengan sampah pedesaan dalam lingkup pertanian dengan jumlah lahan yang luas tentu akan menghasilkan sampah dalam skala yang cukup besar pula seperti yang dijelaskan diatas, tentunya walaupun sampahnya bersifat mudah terurai jika tidak ditangangi dengan baik tentu akan berdampak pada lingkungan dan kesehatan.

#### **4) Sampah Komersial**

Sampah yang dihasilkan dari aktivitas komersial seperti pertokoan, pusat perdangan, pasar, hotel, dan sebagainya. Biasanya, sampah ini terdiri dari kertas, plastik, kayu, kaca, logam, dan sisa makanan (Damanhuri, Enri dan Padmi, 2019).

#### **5) Sampah Industri**

Jenis sampah ini berasal dari sisa aktivitas industri, mulai dari bahan baku hingga proses akhir, yang mencakup berbagai macam bahan dengan tingkat toksisitas lingkungan yang berbeda. Kertas, sisa makanan, limbah pengolahan makanan, minyak, pelarut, resin, cat, lumpur, kaca, keramik, batu, logam, plastik, karet, kulit, kayu, kain, jerami, bahan abrasif, dan lainnya biasanya termasuk dalam kategori ini.

#### **6) Sampah Medis**

Sampah jenis ini lazimnya juga disebut dengan Istilah "limbah medis" yang mengacu pada pengertian "sekelompok limbah yang berasal dari fasilitas medis seperti rumah sakit, klinik dokter, bank darah, rumah sakit dan klinik hewan, serta laboratorium dan ruang penelitian medis". Berikut ini beberapa contoh limbah medis :

- Limbah infeksius yaitu limbah yang terkontaminasi oleh darah dan cairan tubuh lainnya (misalnya, sampel diagnostik yang dibuang, perban, dan peralatan medis sekali pakai);
- Limbah patologis: misalnya, jaringan manusia, bangkai hewan yang terkontaminasi
- Limbah benda tajam: misalnya, jarum suntik, pisau bedah
- Limbah bahan kimia: misalnya, pelarut, merkuri dari termometer yang pecah
- Farmasi: misalnya, obat-obatan, vaksin
- Limbah genotoksik: misalnya, obat-obatan untuk pengobatan kanker yang sangat berbahaya

## **b. Berdasarkan Sifat**

### **1) Sampah Organic**

Sampah ini ialah sampah yang bersumber dari material alami atau biologi dimana dengan bantuan mikroorganisme dapat terurai secara alami. Jenis sampah ini seperti sisa makanan, daun, ranting, kulit buah, dan limbah dapur atau sampah yang tergolong ke jenis sampah garbage. Kandungan karbon dan nitrogen dalam sampah ini membantu proses dekomposisi alami.

Limbah organik seperti kotoran manusia, air limbah, dan kotoran hewan, mengandung energi yang dapat dipulihkan melalui teknik fisik, kimia, dan biologi, serta kombinasi dari semua itu. Limbah organik dapat diubah secara biokimia menjadi biofuel seperti biogas dan etanol yang dapat digunakan sebagai energi tambahan atau bahan bakar bagi mesin pembakaran dan kogenerator untuk pembangkitan listrik dan panas. (Polprasert, 2007).

### **2) Sampah Anorganik**

Sampah an-organik merupakan limbah yang bersumber material tidak dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme dalam waktu yang singkat. Bahan-bahan seperti plastik, logam, kaca, dan kertas yang dilapisi bahan kimia tertentu adalah contoh bahan sintetis atau hasil dari proses industri. Menurut Undang-Undang Pengelolaan Sampah, sampah anorganik termasuk dalam kategori limbah yang membutuhkan metode pengelolaan khusus karena sifatnya yang tidak terurai secara alami dan dampak negatifnya yang berkelanjutan terhadap lingkungan.

### **3) Sampah Bahan Berbahaya Dan Beracun (B3)**

Sebagian besar limbah berbahaya merupakan produk sampingan dari berbagai macam proses industri, pertanian, dan manufaktur, fasilitas

nuklir, rumah sakit, dan fasilitas perawatan kesehatan. Penghasil limbah berbahaya industri dalam jumlah besar terutama adalah pabrik kimia, petrokimia, minyak bumi, logam, pengolahan kayu, pulp dan kertas, kulit, tekstil, dan pabrik produksi energi (pembangkit listrik tenaga batu bara dan nuklir serta pabrik produksi minyak bumi). Industri kecil dan menengah yang menghasilkan limbah berbahaya meliputi bengkel mobil dan peralatan, bengkel pelapisan listrik dan finishing logam, pabrik tekstil, rumah sakit dan pusat perawatan kesehatan, pembersih kering, dan pengguna pestisida (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2002). Jenis utama limbah berbahaya yang dihasilkan di Kawasan Asia dan Pasifik, meliputi limbah pelarut, limbah yang mengandung klorin, dan limbah yang mengandung pestisida organofosfat-herbisida-urea-fungisida. Secara khusus, pelarut digunakan secara luas di kawasan tersebut dan, sebagai akibatnya, limbah pelarut diproduksi dalam jumlah besar.

## 2. Karakteristik Sampah

Pemahaman mengenai karakteristik sampah sangat penting dalam mendesain penanganannya, pemanfaatan bahan serta energi yang terkandung, jenis pengolahan yang cocok dan dampak yang mungkin ditimbulkan. Damanhuri, Enri dan Padmi, (2019) membagikan karakteristik sampah ke dalam 3 (tiga) kategori yaitu :

a. Karakteristik Fisika yang terdiri dari :

- Densitas sampah dipengaruhi oleh metode pengumpulan dan pengangkutan yang digunakan. Kepadatan sampah adalah perbandingan antara berat (basah) dan volume (basah).
- Kadar air sampah beragam dan dipengaruhi oleh komposisi sampah, iklim dan cuaca, curah hujan, dan kelembaban. Kadar air sampah dapat digambarkan sebagai persentase dari berat sampah kering atau basah.
- Nilai volatile adalah bahan yang mudah menghilang, yang berarti banyaknya materi hilang saat suatu bahan dipanaskan hingga 950°C, tetapi suhu yang biasanya digunakan untuk sampah adalah 550-600°C.
- Karbon tetap (carbon tetap) atau kadar volatile pada 800–950 °C; jika pemanasan analisis volatile dilanjutkan sampai 950°C, maka temperatur tersebut akan mengalami kehilangan berat. Nilai kalor adalah ukuran yang menunjukkan jumlah kalor yang terkandung dalam sebuah bahan. Jika ada nilai kalor yang lebih tinggi, bahan tersebut akan terbakar lebih lama dan lebih mudah terbakar.
- Ukuran partikel: Pengamatan distribusi dan ukuran partikel sangat penting, terutama dalam pemisahan dengan alat manual dan mekanik.

- Karakteristik kimia, yang paling sering dilakukan adalah Carbon organic m nitrogen organic. Karbon organic dibuat melalui oksidasi kalium bikhromat ( $H_2Cr_2O_7$ ) yang berlebihan. Dalam hal ini, keuntungan ini dititrasi dengan garam Mohr  $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$  dengan menggunakan indikator feroin. Penetapan ini dilakukan dalam konsidi yang mengandung asam dan panas. Nilai rasio C/N adalah indokator pengomposan. Dalam proses mineralisasi Kjeldahi, nitrogen organic diubah menjadi N-amoniak.
- Karakteristik kimia unsur penyusun; mengambarkan susunan kimia sampah yang terdiri dai unsur C,H,O,N,S,P. karakteristik ini penting untuk di ketahui untuk keperluan analisis, dimana analisis tersebut disebut dengan ultimate analysis, hasil analisis tersebut tersusun rumus kimia dari sampah, yang dapat dipergunakan untuk menghitung reaksi kimia, seperti penentuan kebutuhan oksigen. Bila mana memungkinkan unsur halogen khususnya Cl juga diperlukan untuk diukur dalam hal memastikan potensi kelurnya CL dalam pengolahan sampah.

### C. Pengelolaan dan Pengolahan Sampah

---

Dalam membahas pengelolaan dan pengolahan sampah, sebelumnya penting kiranya untuk menyamakan pemahaman mengenai perbedaan antara istilah “**Pengelolaan**” dan “**Pengolahan**” sampah. Banyak orang sering keliru dengan menganggap kedua istilah ini memiliki arti yang sama yang pada esensinya memiliki perbedaan yang jelas, baik dalam hal pengertian, sasaran maupun cakupannya. Dalam UU Pengelolaan Sampah dinyatakan bahwa pengelolaan sampah merupakan *suatu kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah*. Fokus utamanya pada manajemen sampah sejak timbulnya hingga pemrosesan akhir. Berbeda dengan pengelolaan, konsep pengolahan sampah merupakan *bagian dari pengelolaan yang merujuk pada proses teknis untuk mengubah sampah menjadi bentuk lain yang memiliki nilai ekonomis, atau yang lebih aman bagi lingkungan seperti kompos, energi atau bahan baku daur ulang*. Pendapat lain mengenai pengelolaan sampah seperti yang dikutip dari Hoornweg & Bhada-Tata (2012) bahwa pengelolaan sampah suatu upaya kolaborasi antara kebijakan, teknologi dan partisipasi masyarakat untuk membangun lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan. Kemudian Tchobanoglous & Kreith (2002) mendefenisikan pengolahan sampah sebagai upaya kreatif untuk mengubah sampah menjadi sumber daya yang bermanfaat.

Mengacu pada pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sampah mencakup serangkaian tindakan yang sistematis, komprehensif, dan kontinu, mulai dari pengurangan hingga penanganan sampah, dengan tujuan membangun lingkungan yang sehat dan berkelanjutan melalui kerja sama kebijakan,

teknologi, dan partisipasi masyarakat. Kemudian pengolahan sampah ialah bagian dari aspek pengelolaan sampah yang focus pada penggunaan teknik dan inovasi untuk mengubah sampah menjadi sumber daya yang bernilai atau lebih ramah lingkungan, seperti energi, kompos, atau bahan daur ulang.

Konsep pengelolaan dan pengolahan sampah itu pada esensinya saling melengkapi satu sama lain untuk membuat strategi yang komprehensif dalam memecahkan masalah sampah. Berikut adalah table perbedaan kedua istilah tersebut.

**Tabel 4.1: Perbedaan pengelolaan dan pengolahan sampah**

Aspek	Pengelolaan Sampah	Pengolahan Sampah
Fokus	Manajemen dan strategis sistematis	Proses teknis untuk mengubah sampah
Kegiatan Utama	Reduksi, pengumpulan, pengangkutan, pembuangan	Composting, daur ulang, konversi energi
Pendekatan	Holistik dan Berkelanjutan	Teknologis dan teknis
Hasil Akhir	Lingkungan Bersih	Produk bernilai ekonomis atau energi

## 1. Pengelolaan Sampah

Salah satu komponen penting dari sistem kesehatan lingkungan adalah pengelolaan sampah, yang bertujuan untuk menjaga kebersihan, kesehatan masyarakat, dan kelestarian lingkungan. Pengelolaan sampah melibatkan berbagai proses yang sistematis dan terintegrasi, mulai dari pengurangan sampah di sumber, pengumpulan, pengangkutan, hingga pengolahan dan pembuangan akhir. Berkaitan dengan hal tersebut Haggar, (2007) mengatakan bahwa pengelolaan sampah adalah suatu keharusan dilakukan untuk konservasi sumber daya alam serta untuk melindungi lingkungan dalam rangka mencapai pembangunan berkelanjutan. Pernyataan ini kurang lebih telah mendeskripsikan tujuan dari pengelolaan sampah seperti yang tertera dalam UU 18/2008 “*pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat, kualitas lingkungan dan menjadikan sumber sampah sebagai sumber daya*”.

Selanjutnya, ruang lingkup pengelolaan sampah mencakup pada aspek pengurangan dan penaganan sampah. Pengurangan sampah meliputi kegiatan sebagai berikut :

- a. Pembatasan timbunan sampah

Kegiatan pembatasan timbunan sampah atau umumnya dikenal dengan istileh reduce merupakan segala suatu upaya agar sampah yang dihasilkan sedikit mungkin.

b. Pendaur ulang sampah

EPA mendefinisikan daur ulang sebagai proses pengumpulan dan pemrosesan ulang sumber daya sehingga dapat digunakan lagi. Contohnya adalah mengumpulkan kaleng aluminium, mencairkannya, dan menggunakan aluminium untuk membuat kaleng baru atau produk aluminium lainnya." Keuntungan daur ulang meliputi hal-hal berikut:

- Mengurangi emisi gas rumah kaca.
- Mencegah polusi yang dihasilkan oleh penggunaan material baru.
- Mengurangi jumlah material yang dikirim ke TPA, sehingga bisa meminimalkan kebutuhan akan tempat pembuangan akhir baru.
- Melestarikan sumber daya alam.
- Membuka peluang kerja manufaktur baru dan meningkatkan daya saing
- Menghemat energi.

c. Pemanfaatan Kembali sampah (*reuse*)

Reuse ialah upaya yang dilakukan ketika limbah digunakan kembali tanpa mengalami proses atau transformasi baru, seperti mengembalikan wadah produk ke tempat aslinya Contoh lainnya bila ibu rumah tangga memanfaatkan botol air mineral untuk wadah penyimpanan minyak, untuk pot bunga dan lain sebagainya.

Kemudian kegiatan penanganan sampah ialah Langkah akhir untuk menyelesaikan persoalan sampah yang bersumber dari aktivitas pengurangan sampah. Menurut Damanhuri (2019), Aktivitas ini termasuk protokol operasional pengelolaan sampah yang dikenal sebagai teknik operasional pengelolaan sampah di Indonesia, yang mencakup pewadahan (*storage*), pengumpulan (*collection*), pemindahan (*transfer*), pengangkutan (*transportation*), pengolahan (*treatment*), dan pemrosesan akhir (*final disposal*). Semua aktifitas tersebut akan dijelasakan sebagai berikut:

- Pewadahan adalah aktivitas menampung sampah individu atau komunal di lokasi sampah. Pewadahan individu bisa diartikan bahwa penanganan sampah sementara dalam wadah khusus untuk dan dari sampah yang dihasilkan dalam jumlah kecil atau skala individuan, Sementara pewadahan komunal artinya penanganan sampah sementara dalam wadah bersama dari berbagai sumber dan umum seperti pewadahan tingkat pemukiman misalnya TPS (SNI 19-2454-2002). Namuh harus dipahami bahwa setelah sampah terbentuk, langkah pertama yang harus dilakukan adalah

pewarnaan, yang berarti menyiapkan wadah yang sesuai dengan karakteristik sampah, termasuk memberikan warna yang berbeda dan menempatkannya di tempat yang sesuai dengan fungsinya.(Damanhuri, Enri dan Padmi, 2019). Pewadahan sampah yang dimaksudkan dalam penjelasan diatas adalah penyediaan sarana dan prasarana dalam pengelolaan sampah seperti tong sampah baik tingkat rumah tangga maupun tingkat pemukiman, pewadahan harus sesuai dengan jenis sampah seperti sampah organic dimasukan ke dalam wadah warna hijau, sampah anorganik ke sampah warna kuning dan sampah bahan berbahaya beracu ke dalam wadah berwarna merah tersedianya tempat penampungan sementara (TPS), dan Tempat Penampungan Akhir (TPA).

- Pengumpulan adalah proses penanganan sampah di mana sampah diambil dan diangkut ke tempat penampungan sementara (TPS) atau tempat pengolahan sampah terpadu.
- Pemindahan dan pengangkutan sampah adalah proses pengambilan sampah dari sumbernya atau dari TPS atau tempat pengolahan terpadu ke TPA. Ini dapat dilakukan secara swadaya oleh penghasil sampah atau pemerintah kota. "Pemindahan" adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan proses beralih dari pengumpulan ke transportasi. Jenis sarana yang digunakan untuk mengangkut sampah seperti gerobak, truk pengangkut dan lain-lain.
- Pengolahan adalah proses mengubah sifat, komposisi, dan jumlah sampah agar lebih mudah ditangani atau lebih aman saat dikembalikan ke lingkungan.
- Pemrosesan akhir adalah proses mengembalikan sampah dan/atau residu dari proses pengolahan sebelumnya ke lingkungan secara aman.

Kendati demikian, perbicangan masalah pengelolaan sampah ini tidak selalu identik pada teknik operasionalnya saja, namun juga dibutuhkan peran pemerintah, pelaku usaha dan masyarakat untuk mewujudkan pengelolaan sampah yang efektif. Dalam hal demikian, pemerintah memiliki peran dalam pengurangan sampah seperti menetapkan target pengurangan secara bertahap, memfasilitasi penerapan teknologi ramah lingkungan, mendorong penggunaan bahan yang mudah didaur ulang atau diurai oleh alam dan menyediakan prasarana dan sarana penanganan sampah. Sementara pelaku usaha berperan dalam menggunakan bahan produksi yang ramah lingkungan dan mengurangi sampah sejak awal proses produksi. Begitu juga dengan masyarakat yang dapat mengambil andil dalam mengurangi

timbunan sampah dengan cara menggunakan bahan yang dapat digunakan kembali, didaur ulang, atau mudah diurai.

## 2. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah adalah bagian dari penanganan sampah yang bertujuan untuk mengubah karakteristik, komposisi, atau jumlah dampah agar lebih aman bagi kesehatan dan lingkungan. Dalam Pasal 22 huruf d UU pengelolaan sampah dijelaskan bahwa pengolahan sampah dilakukan untuk mengubah karakteristik sampah agar lebih mudah diolah atau dimanfaatkan, mengurangi dampah sampah terhadap lingkungan dan mengolah sampah menjadi energi, kompos, atau bahan lain yang bermanfaat. Dari konsepsi tersebut sangat jelas bahwa pengolahan sampah berfokus pada teknologi atau metode dalam mengubah sampah menjadi bahan yang lebih aman dan bermanfaat.

Teknologi pengolahan dan pembuangan akhir sampah terbagi menjadi 2 (dua) kategori. Kategori pertama mencakup penggunaan sampah melalui proses pengolahan yang mengubahnya menjadi bahan yang berguna, seperti teknologi untuk membuat biogas dan kompos. Kategori kedua mencakup pengurangan atau pemusnahan sampah melalui penggunaan metode seperti insinerator dan Sanitary landfill (Sumantri, 2015).

### a. Metode Pengolahan Menjadi Kompos

Jenis sampah yang bisa diolah dengan teknologi ini adalah sampah organik. Teknologi jenis ini dilakukan secara biologi baik secara *aerobic* dan *anaerobic*. Dengan bantuan bakteri ini, dekomposisi sampah akan menghasilkan kompos atau humus. Proses anerobik ini sangat lambat dan menimbulkan bau, tetapi dekomposisi aerobik lebih cepat dan kurang bau.

Pembuatan kompos secara umum dapat dilakukan secara alami dan mekanik. Secara alami pembuatan kompos dengan metode tradisional yakni anaerobic dan aerobic. Metode anaerobic menggunakan tumpukan sampah untuk menghancurkan bahan organik tanpa bantuan udara. Tumpukan diletakkan di dalam lobang yang sudah digali di tanah dan kemudian dikubur dan dibiarkan selama beberapa waktu. Untuk menghasilkan kompos alami, metode ini memerlukan waktu yang lama. Selain itu, pembuatan kompos secara sederhana (aerobik) dilakukan dengan mengaduk atau membolak-balik sampah atau dengan menambahkan nutrient, seperti lumpur atau kotoran binatang, ke dalam sampah. Metode ini juga dapat menimbulkan bau menyengat karena gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> yang dibusukan dari sampah.

Selanjutnya pembuatan kompos secara mekanik dilakukan di pabrik untuk menghasilkan kompos dalam waktu yang singkat. Sampah organik yang telah dibedakan dari sampah anorganik dipotong menjadi potongan-potongan kecil menggunakan alat pemotong. Pemotongan sampah kemudian dimasukkan ke dalam digester stabilizer untuk dirusak. Diperlukan untuk mengatur suhu, udara, dan pengadukan sampah dalam digester. Metode ini akan menghasilkan kompos dalam waktu tiga hingga lima hari.

Menurut EPA dalam Friis (2019), metode pengolahan sampah dengan pengomposan berpotensi mengurangi jumlah bahan yang harus dibuang di tempat pembuangan akhir, karena sekitar seperempat dari sampah rumah tangga terdiri dari potongan-potongan tanaman dari kebun dan sampah makanan. Mencegah polusi yang dihasilkan oleh penggunaan bahan baru. Mengurangi jumlah bahan yang dikirim ke tempat pembuangan akhir, sehingga mengurangi kebutuhan akan tempat pembuangan akhir baru dan melestarikan sumber daya alam .

**b. Metode Pengolahan Sampah Menjadi Biogas**

Biogas dibuat oleh bakteri anaerobik dengan fermentasi dan pembusukan bahan organik seperti kotoran manusia, hewan, dan sisa pertanian. Proses harus berlangsung dalam kondisi yang baik, seperti tingkat kelembaban yang tepat, suhu yang tetap, dan PH yang netral, agar menghasilkan hasil yang efektif. Gas bio digunakan sebagai bahan bakar dan sangat menguntungkan sebagai sumber energi alternatif. Selain itu, mereka memiliki kemampuan untuk mengurangi dampak limbah yang tidak diolah.

Produksi biogas sebagai bahan bakar alternatif dari penguraian sampah organic dapat dilakukan melalui empat teknik yakni hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis adalah beberapa contoh utama. Hidrolisis adalah proses penguraian senyawa rantai panjang seperti protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pembentukan asam-asam organik yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan sel bakteri dikenal sebagai asidogenesis. Bakteri metanogenik menggunakan hasil hidrolisis oleh bakteri asidogenik. Metanogenesis, yang membutuhkan bantuan bakteri metanogenik untuk menghasilkan metana dan karbon dioksida dari produk intermediet, termasuk asam asetat, karbon dioksida, hidrogen, asam lemak mudah menguap, dan alkohol, adalah tahap terakhir dari proses. dari proses (Khaidir, 2015).

### c. Metode Pengolahan Sampah dengan Incinerator

Insinerator adalah alat untuk membakar sampah secara terkendali melalui pembakaran dalam kualitas suhu tinggi. Insenerator merupakan salah satu metode pembuangan sampah yang dapat diterapkan pada daerah perkotaan atau pada daerah yang sulit mendapatkan lahan untuk membuang sampah. Kelebihan metode ini adalah pembakarannya dapat dilakukan pada jenis sampah tidak termasuk batu dan logam, pengolahan dengan teknologi ini tidak dipengaruhi oleh cuaca, sehingga bisa digunakan dalam kondisi saat cuaca panas maupun cuaca lembab.

Selain itu, suhu panas yang masih tinggi yang dihasilkan saat proses pembakaran dalam incinerator bermanfaat untuk mobilisasi generator atau mengeringkan lumpur pada pengolahan air kotor. Hasil akhir pada metode ini adalah abu. Abu ini bisa dimanfaatkan kembali untuk menimbulkan tanah. Namun tentu setiap teknologi yang digunakan ada kekurangannya, pembakaran dampah dengan menggunakan incinerator dampak berdampak pada polusi udara karena tidak dilengkapi dengan air *pollution control* (Sumantri, 2015).

### d. Metode Pengolahan dengan *Sanitary Landfill*

Prinsip pengolahan sampah dengan *sanitary landfill* adalah memadatkan atau meratakan tumpukan sampah yang berakhir tempat pembuangan akhir. Dengan cara menimbun dengan tanah sedikit demi sedikit kemudian dipadatkan lagi hingga sampah tersebut rata dengan tanah. Beberapa metode yang dapat diterapkan dalam pengolahan sampah dengan metode *sanitary landfill* diantaranya :

- Metode Galian Parit (Trench Method); sampah yang tertimbun di TPA diletakkan ke galian parit yang memanjang, dimana tanah bekas galian dipergunakan untuk menutup parit tersebut. Kemudian sampah yang ditimbun ke dalam parit ditutup lalu dipadatkan dan diratakan kembali. Kelemahan metode ini adalah membutuhkan lahan yang luas dan potensi terjadi pencemaran tanah dan air tanah.
- Metode Area; pengolahan sampah dengan metode ini dengan cara sampah dibuang diatas tanah seperti tanah rendah, rawa-rawa, atau pada lereng bukit kemudian ditutup dengan lapisan tanah yang diperoleh dari tempat tersebut.
- Metode Ramp; metode ini merupakan gabungan dari kedua metode galian parit dan metode area, dimana prinsip kerja metode ini penaburan lapisan tanah dilakukan setiap hari dengan tebal lapisannya sekitar 15 cm diatas tumpukan sampah (Sumantri, 2015).

## **D. Permasalahan Sampah dan Dampaknya Bagi Kesehatan**

---

### **1. Permasalahan Tentang Pengelolaan Sampah**

Permasalahan mengenai pengelolaan sampah akan selalu berkaitan dengan urbanisasi yang cepat, pertumbuhan penduduk, dan ruang perkotaan yang terus menyusut. Pengelolaan sampah menjadi tantangan besar yang semakin kompleks, terutama di tengah laju urbanisasi yang cepat, pertumbuhan populasi yang terus meningkat, dan keterbatasan ruang perkotaan. Beberapa masalah utama yang dihadapi dalam pengelolaan sampah menurut (WHO, 2024).meliputi:

- Biaya Pengelolaan yang Tinggi: Pengelolaan sampah memerlukan investasi besar untuk infrastruktur, teknologi, dan operasional, seperti pengangkutan, pemrosesan, dan pembuangan akhir. Banyak daerah, terutama di negara berkembang, menghadapi kendala anggaran untuk menyediakan layanan ini secara optimal.
- Pertumbuhan Populasi yang Cepat: Peningkatan jumlah penduduk, terutama di perkotaan, menyebabkan volume sampah meningkat drastis. Hal ini menambah beban pada sistem pengelolaan sampah yang sudah ada, yang sering kali tidak dirancang untuk menangani lonjakan volume yang besar.
- Keterbatasan Ruang Perkotaan: Area yang tersedia untuk tempat pembuangan sampah (TPA) semakin menyusut, sementara lahan kosong yang dapat digunakan untuk fasilitas pengelolaan sampah baru sulit ditemukan di daerah perkotaan yang padat.
- Sistem Tata Kelola dan Regulasi yang Lemah: Banyak kota menghadapi kurangnya regulasi yang tegas dan koordinasi antar lembaga dalam pengelolaan sampah. Hal ini mengakibatkan kurangnya kepastian hukum, serta peran dan tanggung jawab yang tidak jelas antara pemerintah pusat, daerah, dan masyarakat.
- Kekurangan dalam Sistem Pengumpulan dan Pemulihan: Sistem pengumpulan sampah sering kali tidak merata, terutama di kawasan terpencil atau wilayah padat penduduk dengan akses yang sulit. Hal ini mengakibatkan akumulasi sampah di lingkungan, yang dapat menjadi sumber penyakit dan pencemaran.
- Keterbatasan Cakupan Layanan Pembuangan: Banyak masyarakat, terutama di daerah pinggiran kota atau pedesaan, tidak memiliki akses yang memadai ke layanan pengelolaan sampah. Hal ini mendorong praktik pembuangan sampah secara sembarangan, seperti pembakaran terbuka atau pembuangan di sungai.
- Dampak Kesehatan dan Lingkungan: Sampah yang tidak dikelola dengan baik menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat dan tikus, yang dapat memicu wabah. Selain itu, tumpukan sampah yang tidak tertangani

mencemari tanah, air, dan udara, memberikan tekanan besar pada ekosistem perkotaan.

- Tekanan pada Tata Kelola: Sistem tata kelola yang buruk membuat pengelolaan sampah tidak efisien, menciptakan hambatan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan layanan. Hal ini mempersulit penanganan masalah yang bersifat sistemik.

Pengelolaan sampah yang buruk dapat menciptakan lingkaran permasalahan yang sulit dipecahkan, termasuk membebani keuangan daerah, memicu ketidakpuasan masyarakat, dan memperburuk kualitas hidup. Oleh karena itu, solusi terpadu yang melibatkan penguatan regulasi, pengembangan teknologi, dan kolaborasi antar pemangku kepentingan menjadi sangat penting untuk mengatasi masalah ini.

## 2. Dampak Sampah Bagi Kesehatan Masyarakat

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa pengelolaan sampah yang kurang tepat dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak sampah bagi kesehatan secara langsung berkaitan erat dengan kejadian atau peningkatan angka kesakitan. Peningkatan insidensi penyakit demam berdarah degue yang disebabkan vector penyakit hidup dan berkembang biak dalam sampah kaleng maupun ban bekas yang berisi air hujan. Selain itu sampah juga penyebab terjadinya kecelakaan akibat pembuangan sampah secara sembarangan, seperti luka akibat benda tajam seperti besi, kaca (beling) san sebagainnya. Hal lainnya juga bisa menyebabkan terjadinya gangguan psikosomatis, misalnya sesak napas, insomnia, stress dan lain sebagainnya (Sumantri, 2011).

Dampak secara tidak langsung berkaitan erat dengan menurunnya kualitas lingkungan akibat pencemaran lingkungan oleh sampah yang tidak terkelola dengan baik. Seperti yang kita ketahui bahwasanya lingkungan merupakan salah satu faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap peningkatan derajat kesehatan masyarakat seperti yang dijelaskan dalam teori Hendrik L. Bloom. Keberadaan sampah di lingkungan adalah salah satu faktor terjadinya pencemaran baik di air, tanah dan udara seperti yang dikatakan oleh Mahajan, (2023) pembuangan sampah terbuka dan pembakaran sampah menimbulkan risiko lingkungan dan masyarakat yang serius. Sampah tersebut menyebabkan polusi udara, air dan tanah yang parah. Polusi sampah tersebut secara tidak langsung meningkatkan mortalitas serta morbiditas penyakit.

Pembuangan yang tidak tepat dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan, misalnya melalui pencemaran air, tanah, dan udara. Limbah berbahaya

atau pengelolaan limbah yang tidak aman seperti pembakaran terbuka dapat secara langsung membahayakan pekerja limbah atau orang lain yang terlibat dalam pembakaran limbah dan masyarakat sekitar. Kelompok rentan seperti anak-anak berisiko lebih tinggi mengalami dampak buruk bagi kesehatan. Pengumpulan limbah yang buruk menyebabkan polusi lingkungan dan laut serta dapat menyumbat saluran air. Banjir dan genangan air lainnya pada limbah menyebabkan timbulnya penyakit kolera dan penyakit yang ditularkan melalui vektor seperti malaria dan demam berdarah (WHO, 2024). Hasil penelitian serupa telah melaporkan juga bahwa Penyakit yang terkait dengan limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga ini meliputi kolera (18,2%), malaria (47,2%), demam lassa (10,7%) dan diare (23,9%) dengan malaria menjadi infeksi dengan prevalensi tertinggi (Omang et al., 2021).

Lingkungan yang sehat adalah salah satu harapan dan tujuan kemanusiaan sebagai akibat apabila sampah tidak dikelola dengan baik akan mempunyai resiko buruk bagi lingkungan akan berpengaruh pada kesehatan manusia termasuk akibat kondisi matra dan ancaman global perubahan iklim. Lingkungan yang tidak mempunyai risiko buruk lagi Kesehatan merupakan lingkungan yang bebas dari unsur-unsur yang menimbulkan gangguan Kesehatan, sebagaimana persyaratan yang ditetapkan Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah. Dengan demikian Pengelolaan sampah yang baik merupakan kunci untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan.

## E. Referensi

---

- Damanhuri, Enri dan Padmi, T. (2019). *Pengelolaan Sampah Terpadu* (Ed.2). Bandung. ITB Press.
- Friis, R. H. (2019). Essentials of Environmental Health Third Edition. In *Encyclopedia of Toxicology*.
- Haggar, S. M. E. (2007). *Sustainable Industrial design and Waste Management*. Elsevier academic Press.
- Hoornweg, Daniel; Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban development*. Urban development Series Knowlede Papers World Bank. <https://doi.org/10.1201/9781315593173-4>
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, F. (2018). what a waste 2.0: A Global Spapshot of solid Waste Management to 2050. In *Urban Development*; © Washington, DC: World Bank. (Vol. 11, Issue 1). <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Data Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK). <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Khaidir, K. (2015). Teknologi Produksi Biogassebagai Bahan Bakar Alternatif Berbahan Baku Sampah Organik. *Jurnal Samudera*, 9(2), 51–66.
- Kusumohamidjojo, B. (2009). Filsafat Kebudayaan: Proses Realisasi Manusia. In *Jalasutra* (pp. 66–67). Jalasutra.
- Mahajan, R. (2023). Environment and Health Impact of Solid Waste Management in Developing Countries: A Review. *Current World Environment*, 18(1), 18–29. <https://doi.org/10.12944/cwe.18.1.3>
- Omang, D. I., John, G. E., Inah, S. A., & Bisong, J. O. (2021). Public health implication of solid waste generated by households in bekwarra local government area. *African Health Sciences*, 21(3), 1467–1473. <https://doi.org/10.4314/ahs.v21i3.58>
- Polprasert, C. (2007). *Organic waste recycling: Technology and management* (C. Polprasert (Ed.); Third Edit). IWA Publishing.
- Sarudji, D. (2006). *Wawasan Lingkungan*. Jakarta.CV.Media Ilmu.
- Sumantri, A. (2015). *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta. Kencana.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (Eds.). (2002). *Handbook Of solid waste Management* (2nd Editio). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjz80w7.13>
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2002). bab 8 Types of wastes. *United Nations ESCAP Library*, 170–194. <http://www.unescap.org/sites/default/files/CH08.PDF>.
- United Nations Environment Programme. (2015). *Global waste management outlook* (pp. 1–346). United Nations Environment Programme.
- World Health Organization. (2024). *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment; Bab 4 . Solid waste*. Jenewa:World Health Organization.



# CHAPTER 5

## PENGELOLAAN LIMBAH BERBAHAYA UNTUK MENCEGAH RESIKO KESEHATAN

Kartini, SKM., MT.

### A. Pendahuluan/Prolog

Limbah bahan berbahaya dan beracun, yang sering disingkat sebagai Limbah B3, merupakan sisa dari berbagai aktivitas atau kegiatan yang mengandung zat, energi, atau komponen tertentu. Limbah ini memiliki sifat, konsentrasi, atau jumlah yang dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan hidup. Dalam banyak kasus, limbah ini tidak hanya mencemari dan merusak lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko serius terhadap kesehatan manusia, kelangsungan hidup makhluk hidup lainnya, serta keseimbangan ekosistem secara keseluruhan (PP RI, 2014).

Limbah B3 hadir dalam berbagai bentuk yang tidak selalu terlihat mencolok seperti di area industri dengan peringatan gambar tengkorak. Limbah ini dapat muncul di sekitar kita dalam bentuk terabaikan berupa merkuri dalam monitor komputer CRT yang sudah usang, cat berbasis timbal pada bangunan tua yang dibongkar, atau vinil klorida yang merupakan residu dari proses industri. Limbah B3 dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk lokasi konstruksi, rumah sakit, pabrik, pangkalan militer, dan barang elektronik yang dibuang. Secara umum, jika suatu bahan yang telah dibuang memiliki potensi menimbulkan dampak berbahaya bagi manusia atau lingkungan, maka bahan tersebut dapat dikategorikan sebagai Limbah B3. Limbah ini berisiko mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia, sehingga memerlukan pengelolaan yang tepat. Pemahaman tentang limbah B3 dan cara pengelolaannya menjadi penting untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan kehidupan. Tanpa pengelolaan yang baik, limbah ini dapat menyebabkan pencemaran tanah, air, dan udara, yang akhirnya berdampak buruk pada kehidupan makhluk hidup dan keberlanjutan lingkungan (Rosenfeld & Feng, 2011).

Oleh karena itu, penting bagi setiap pihak yang menghasilkan limbah B3 untuk mematuhi peraturan dan standar pengelolaan yang telah ditetapkan. Upaya ini bertujuan untuk meminimalkan risiko yang ditimbulkan, melindungi kesehatan masyarakat, dan menjaga keseimbangan ekosistem untuk generasi sekarang maupun mendatang.

Bagian ini akan membahas mengenai pengelolaan limbah B3 sebagai salah satu upaya mencegah terjadinya resiko berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup terutama manusia. Bagian ini juga akan menguraikan strategi pengelolaan limbah B3 yang berkelanjutan, termasuk langkah-langkah pencegahan, pengolahan, dan pemantauan yang dapat diterapkan untuk meminimalkan dampaknya. Dengan memahami berbagai pendekatan pengelolaan yang efektif, diharapkan pembaca dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai pentingnya pengendalian limbah B3 dalam mendukung kesehatan manusia, melestarikan lingkungan hidup, dan menjaga keseimbangan ekosistem secara keseluruhan.

## B. Jenis dan Sumber Limbah Berbahaya

---

Limbah berbahaya dapat diidentifikasi berdasarkan empat karakteristik utama: mudah menyala (*ignitability*), korosif (*corrosivity*), reaktif (*reactivity*), dan beracun (*toxicity*). Karakteristik mudah menyala mengacu pada kecenderungan bahan untuk menyala secara spontan atau di bawah kondisi tertentu, seperti memiliki titik nyala kurang dari 60°C. Pengujian untuk karakteristik ini mencakup metode seperti *Pensky-Martens Closed-Cup Method* dan *Ignitability of Solids Method*, dengan contoh limbah berbahaya berupa minyak bekas dan pelarut bekas. Sementara itu, limbah dianggap korosif jika larutan berairnya memiliki pH ≤ 2 (asam kuat) atau pH ≥ 12,5 (basa kuat) yang mampu merusak logam, atau jika cairan melarutkan logam pada tingkat lebih dari 6,35 mm per tahun pada suhu 55°C. Pengujian korosivitas dilakukan menggunakan metode *Corrosivity Towards Steel*, dengan contoh limbah seperti asam sulfat dan asam klorida.

Selanjutnya, limbah yang bersifat tidak stabil, seperti menyebabkan ledakan, melepaskan gas beracun saat dipanaskan, atau bereaksi dengan air, dianggap reaktif. Contoh limbah reaktif mencakup baterai lithium sulfur, amunisi, dan aerosol, meskipun saat ini belum ada metode khusus untuk menguji sifat reaktif ini. Terakhir, limbah dikategorikan sebagai beracun jika cairan hasil rembesannya mengandung zat berbahaya, seperti arsenik, trichloroethylene, atau merkuri, melebihi batas yang diatur (Rosenfeld & Feng, 2011).

Indonesia mengklasifikasikan Limbah B3 berdasarkan kategori bahaya dan sumbernya, sebagaimana diatur dalam Lampiran Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Berdasarkan kategori bahayanya, limbah B3 terbagi menjadi dua jenis, yaitu Limbah B3 Kategori 1 dan Limbah B3 Kategori 2. Klasifikasi ini didasarkan pada tingkat risiko yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan kesehatan, di mana Limbah B3 Kategori 1 memiliki potensi bahaya yang lebih tinggi dibandingkan Kategori 2.

Sementara itu, berdasarkan sumbernya, limbah B3 dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis. Pertama, Limbah B3 dari sumber tidak spesifik, yaitu limbah yang dihasilkan dari berbagai proses industri yang tidak secara khusus disebutkan namun tetap mengandung sifat B3. Kedua, Limbah B3 dari B3 kedaluwarsa, B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, serta bekas kemasan B3, yang berasal dari produk atau bahan B3 yang tidak lagi memenuhi fungsinya atau menjadi sisa produksi. Ketiga, Limbah B3 dari sumber spesifik, yang terbagi lagi menjadi sumber spesifik umum dan sumber spesifik khusus. Limbah dari kategori ini mencakup limbah yang dihasilkan dari proses tertentu, seperti limbah dari industri petrokimia, metalurgi, atau pembangkit listrik (PP RI, 2014).

Pengelompokan ini memberikan panduan yang jelas untuk mengidentifikasi jenis limbah B3 dan menentukan metode pengelolaan yang sesuai, guna meminimalkan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Daftar limbah yang disebutkan tersebut terdapat dalam lampiran I yang merupakan bagian dari PP RI (2014). Apabila ditemukan limbah yang tidak tercantum dalam daftar Limbah B3 sebagaimana yang diatur dalam Lampiran I Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014, namun memiliki indikasi karakteristik sebagai Limbah B3, Menteri diwajibkan melakukan pengujian untuk menentukan klasifikasinya. Limbah tersebut dapat dikategorikan sebagai Limbah B3 kategori 1, kategori 2, atau limbah non-B3. Karakteristik yang digunakan untuk mengidentifikasi Limbah B3 meliputi sifat mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif, dan/atau beracun. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan pengelolaan limbah dilakukan sesuai dengan tingkat risiko dan dampak terhadap kesehatan maupun lingkungan.

Limbah yang berpotensi termasuk kategori 1, pengujian dilakukan dengan mengidentifikasi sifat mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, dan korosif berdasarkan parameter yang tercantum dalam Lampiran II PP RI (2014). Selain itu, pengujian karakteristik beracun dilakukan melalui *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP), yang bertujuan menentukan apakah konsentrasi zat pencemar dalam limbah melebihi ambang batas yang tercantum pada kolom TCLP-A dalam Lampiran III. Karakteristik beracun juga diuji menggunakan metode toksikologi LD50, di mana nilai LD50 limbah harus lebih kecil dari atau sama dengan 50 mg/kg berat badan hewan uji. Pengujian ini menunjukkan tingkat bahaya akut limbah terhadap makhluk hidup.

Sementara itu, limbah yang dikategorikan sebagai Limbah B3 kategori 2 diuji berdasarkan konsentrasi zat pencemar melalui TCLP, dengan nilai berada di antara ambang batas kolom TCLP-A dan TCLP-B sebagaimana diatur dalam Lampiran III. Uji toksikologi LD50 juga diterapkan pada kategori ini, dengan nilai LD50 lebih besar dari 50 mg/kg tetapi tidak melebihi 5000 mg/kg berat badan hewan uji. Untuk

kategori 2, uji tambahan berupa toksikologi subkronis dilakukan, sesuai dengan parameter yang tercantum dalam Lampiran II. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek toksik jangka menengah dari limbah terhadap organisme hidup PP RI (2014).

Pendekatan sistematis ini memberikan kerangka kerja yang jelas untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan limbah berdasarkan tingkat bahayanya. Dengan klasifikasi yang akurat, pengelolaan limbah dapat dilakukan secara tepat guna mencegah risiko pencemaran lingkungan serta melindungi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Limbah B3 berasal dari berbagai sumber yang dapat ditemukan hampir di setiap sektor kehidupan. Sumber utama limbah B3 mencakup sektor industri, rumah tangga, fasilitas kesehatan, kegiatan konstruksi, dan elektronik bekas atau *e-waste*. Setiap sumber memiliki karakteristik limbah yang spesifik dan memerlukan penanganan yang berbeda untuk memastikan dampaknya dapat diminimalkan. Sumber utama limbah B3 meliputi limbah industri yang dihasilkan dari berbagai proses produksi, seperti pelumas bekas dan residu dari pengolahan minyak (Saputri, 2023). Jenis industri penghasil limbah B3 pada masing-masing bidang usaha berdasarkan lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014. Paling sedikit terdapat 30 (tiga puluh) industri yang berpotensi menghasilkan limbah B3 seperti Pertambangan dan Penggalian, Industri Pengolahan, Pengadaan Gas/Uap, Air Panas, dan Udara Dingin, Pengelolaan Air, Pengelolaan Air Limbah, Pengelolaan Sampah, dan Daur Ulang, serta Kegiatan Remediasi, Konstruksi, Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor, Perusahaan Jasa, Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial, serta Jasa lainnya seperti Reparasi Komputer, Barang Pribadi, dan Barang Rumah Tangga (Widyarsana dkk., 2021).

Limbah rumah tangga juga turut menyumbang, meskipun dalam jumlah lebih kecil, seperti baterai bekas, lampu neon, dan produk elektronik (Wardianto dkk., 2023). Sebagian besar rumah tangga tidak melakukan pemilahan limbah anorganik, limbah organik dan limbah B3, dan kemudian langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Sebenarnya sebagian besar limbah rumah tangga tersebut memiliki potensi untuk didaur ulang, termasuk plastik, kertas, karton, botol plastik bening, dan kaleng minuman aluminium, yang memiliki nilai ekonomi. Namun, kebanyakan warga mencampur limbah yang dapat didaur ulang dengan jenis limbah lain, termasuk limbah organik dan limbah B3, sehingga menghambat proses pengelolaan yang optimal. Kompos yang dihasilkan dari fasilitas kompos komunal dan pusat di Jakarta juga dipertanyakan kualitasnya, karena limbah rumah tangga yang dicampur sering kali mengandung kontaminan berat seperti logam berat dari *e-waste* (Aprilia dkk., 2013).

Industri teknologi elektronik yang berkembang pesat menawarkan beragam produk elektronik dengan berbagai harga sehingga mendorong masyarakat untuk memiliki barang elektronik di rumah. Namun, perkembangan ini membuat barang elektronik lama cepat usang dan diganti dengan produk baru, meskipun masih berfungsi, sehingga menyebabkan peningkatan limbah elektronik. Meskipun limbah elektronik dikategorikan sebagai limbah berbahaya dan impor limbah elektronik telah dilarang secara resmi, kenyataannya limbah ini masih dapat masuk ke Indonesia secara ilegal. Di sisi lain, terdapat aktivitas perbaikan dan penggunaan kembali barang elektronik bekas yang cukup besar di Indonesia. Toko reparasi sering kali mencari komponen yang rusak atau tidak terpakai untuk diganti dengan komponen baru buatan lokal. Bahkan, komponen yang sudah tidak dapat digunakan kembali tetap memiliki nilai jual karena masih bisa didaur ulang (Wilyani dkk., 2018).

Selain itu, fasilitas kesehatan menghasilkan limbah medis dari aktivitas diagnosis, pengobatan, atau imunisasi pada manusia dan hewan. Limbah ini terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu limbah berbahaya (*hazardous waste*) dan limbah tidak berbahaya (*non-hazardous waste*). Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar (75-90)% limbah medis tergolong tidak berbahaya, sementara sisanya masuk dalam kategori limbah berbahaya. Limbah medis non-berbahaya atau limbah umum merupakan limbah yang tidak memiliki risiko biologis, kimia, radioaktif, atau risiko fisik tertentu. Sedangkan kategori limbah berbahaya meliputi berbagai jenis limbah dengan risiko tinggi terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, seperti daftar berikut ini.

1. Limbah Tajam : mencakup benda-benda tajam, baik yang digunakan maupun tidak, seperti jarum suntik, pisau bedah, pipet, serta kaca pecah. Limbah ini berpotensi melukai atau menyebabkan infeksi.
2. Limbah Infeksius : mengandung patogen yang berisiko menularkan penyakit. Contohnya adalah limbah yang terkontaminasi darah atau cairan tubuh, kultur laboratorium, dan material dari pasien dengan penyakit menular.
3. Limbah Patologis : mencakup jaringan tubuh manusia, organ, cairan tubuh, bagian tubuh, janin, serta produk darah yang tidak terpakai.
4. Limbah Farmasi dan Sitotoksik : meliputi obat-obatan yang kedaluwarsa atau tidak lagi diperlukan, serta limbah yang terkontaminasi zat sitotoksik.
5. Limbah Kimia : mengandung zat-zat kimia seperti reagen laboratorium, pelarut, disinfektan, logam berat (contohnya baterai), termometer pecah, dan alat pengukur tekanan darah.
6. Limbah Radioaktif : berasal dari zat radioaktif, seperti cairan dari penelitian laboratorium, kaca dan kertas yang terkontaminasi, serta ekskreta pasien yang dirawat dengan radionuklida.

Pengelolaan limbah B3 dari berbagai sumber ini membutuhkan pendekatan komprehensif dan berkelanjutan untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Khan dkk., 2019). Berbagai penelitian, nasional hingga internasional menekankan pentingnya penerapan strategi seperti pengurangan, pencegahan, daur ulang, serta penggunaan teknologi pengolahan limbah yang maju guna meminimalkan risiko yang ditimbulkan.

### C. Risiko Limbah Berbahaya Terhadap Kesehatan

---

Sejak zaman prasejarah, manusia telah menghadapi paparan zat berbahaya. Pada masa itu, mereka terpapar gas beracun dari letusan gunung berapi atau menghirup karbon monoksida akibat api di gua yang tidak memiliki ventilasi memadai. Memasuki era modern, pencemaran lingkungan akibat limbah industri menjadi isu yang semakin mendesak. Salah satu insiden terkenal adalah kasus Love Canal di New York, di mana selama 25-30 tahun lokasi ini digunakan sebagai tempat pembuangan limbah kimia. Ketika area tersebut dialihfungsikan menjadi kawasan pemukiman, banyak penduduknya menderita gangguan kesehatan parah, termasuk kelahiran anak-anak dengan cacat. Peristiwa serupa juga ditemukan di beberapa tempat lain di dunia, seperti Amerika Serikat, Eropa, Jepang, dan berbagai wilayah di Asia, mengindikasikan bahwa pengelolaan limbah yang tidak memadai dapat menimbulkan risiko besar terhadap kesehatan manusia dan kehidupan sosial.

Limbah yang tidak dikelola dengan baik memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Limbah berbahaya yang dibuang sembarangan dapat menyebabkan keracunan melalui inhalasi, paparan kulit, atau kontaminasi sumber air. Keracunan ini sering kali berdampak langsung berupa mual, muntah, atau gangguan neurologis. Pada sektor tertentu, seperti pengelolaan limbah medis, pekerja juga menghadapi risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang tinggi, sehingga memerlukan perlakuan khusus untuk mencegah kecelakaan atau paparan berbahaya (Aisyah dkk., 2021). Selain itu, limbah industri yang mengandung logam berat, seperti merkuri, dapat mencemari air, yang kemudian masuk ke dalam rantai makanan melalui ikan terkontaminasi. Konsumsi ikan yang mengandung merkuri dapat mengakibatkan keracunan dengan dampak negatif pada sistem saraf dan organ vital lainnya.

Dampak tidak langsung lainnya adalah munculnya vektor penyakit, seperti lalat dan tikus, akibat penumpukan limbah. Vektor ini dapat menyebarkan berbagai penyakit menular kepada masyarakat sekitar. Selain itu, pencemaran limbah industri yang tidak terkendali dapat merusak ekosistem, baik melalui kerusakan habitat maupun melalui akumulasi zat toksik di lingkungan yang akhirnya memengaruhi kesehatan manusia.

Faktor yang memengaruhi respons manusia terhadap bahan kimia berbahaya mencakup dosis paparan, usia (dengan anak-anak dan lansia lebih rentan), jenis kelamin, berat badan, status psikologis, faktor genetik, status imunologi, serta kondisi cuaca. Dalam dosis besar, paparan bahan kimia dapat menimbulkan efek langsung seperti keracunan akut, sedangkan paparan dosis kecil dalam waktu lama tetap berisiko menimbulkan masalah kesehatan serius. Beberapa efek kesehatan yang signifikan meliputi karsinogenesis (penyebab kanker), mutagenesis (kerusakan genetik), teratogenesis (gangguan pada janin), gangguan sistem imun, serta anomali kongenital. Paparan bahan kimia berbahaya juga dapat menurunkan kualitas hidup dan harapan hidup akibat penyakit serta kecemasan yang ditimbulkan (Misra & Pandey, 2005).

Paparan bahan kimia berbahaya tidak hanya berdampak pada individu yang terpapar secara langsung, tetapi juga melibatkan risiko yang signifikan bagi masyarakat, terutama dalam konteks pengelolaan limbah perawatan kesehatan. Limbah ini, jika tidak ditangani dengan benar, dapat menimbulkan bahaya serius bagi berbagai kelompok, termasuk tenaga medis, pasien, pekerja pendukung, hingga masyarakat umum.

Semua individu yang berada di sekitar limbah perawatan kesehatan berbahaya memiliki potensi risiko terkena dampak buruk, terutama mereka yang bekerja di fasilitas perawatan kesehatan yang menghasilkan limbah tersebut. Risiko ini juga mencakup siapa saja yang menangani limbah atau terpapar secara tidak langsung akibat tindakan ceroboh. Beberapa kelompok utama yang paling rentan terhadap bahaya ini meliputi tenaga medis seperti dokter, perawat, dan staf kesehatan tambahan, serta personel yang bekerja dalam perawatan rumah sakit. Selain itu, pasien yang menerima layanan di fasilitas kesehatan atau di rumah, pengunjung fasilitas kesehatan, dan pekerja pendukung seperti petugas kebersihan, pekerja binatu, serta mereka yang bertanggung jawab mengangkut limbah ke lokasi pengolahan atau pembuangan, juga termasuk kelompok yang berisiko.

Pekerja di fasilitas pengelolaan limbah, seperti tempat pembuangan akhir atau pabrik pengolahan, serta pendaur ulang informal atau pemulung, juga menghadapi ancaman kesehatan dari limbah perawatan kesehatan yang tidak terkelola dengan baik. Bahkan masyarakat umum berisiko jika limbah berbahaya dari perawatan kesehatan dibuang secara tidak tepat. Bahaya dari sumber limbah perawatan kesehatan yang tersebar dan kecil, seperti limbah farmasi dan infeksius yang dihasilkan oleh layanan kesehatan di rumah, tidak boleh diabaikan. Contohnya meliputi bahan sekali pakai yang terkontaminasi, seperti alat dari prosedur dialisis di rumah, jarum suntik insulin bekas, atau bahkan alat yang digunakan dalam penyalahgunaan narkoba melalui suntikan (World Health Organization, 2014). Oleh

karena itu, pengelolaan limbah berbahaya memerlukan perhatian serius untuk mencegah dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan. Penanganan limbah yang tepat dapat meminimalkan risiko ini dan memastikan keberlanjutan kesehatan manusia serta kelestarian ekosistem.

#### **D. Strategi Pengelolaan Limbah Berbahaya**

---

Pengelolaan limbah berbahaya yang tidak tepat dapat menyebabkan berbagai risiko kesehatan, seperti infeksi, cedera, dan paparan bahan kimia beracun. Selain itu, limbah yang dibakar di ruang terbuka berkontribusi terhadap pencemaran udara, sementara pembuangan limbah berbahaya secara sembarangan dapat mencemari tanah dan air, yang berdampak buruk pada ekosistem (Khan dkk., 2019). Langkah strategis dan komprehensif sangat diperlukan untuk mengatasi berbagai tantangan dalam pengelolaan limbah berbahaya, terutama limbah medis, guna meminimalkan dampak negatif tersebut.

Proses pengelolaan limbah medis mencakup tahapan yang meliputi pemisahan dan pengumpulan, penanganan dan pengangkutan, pengolahan dan pembuangan, dengan standar yang lebih ketat dibandingkan pengelolaan limbah. Hal ini karena limbah medis sering kali mengandung bahan kimia beracun, mikroorganisme patogen, serta alat tajam seperti jarum suntik dan pisau bedah, yang semuanya dapat menimbulkan risiko serius.

Proses pengelolaan limbah medis mencakup pemisahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan. Tahapan ini harus dilakukan sesuai dengan standar yang ketat mengingat limbah medis sering kali mengandung bahan kimia beracun, mikroorganisme patogen, dan alat tajam seperti jarum suntik. Namun, tantangan utama dalam pengelolaan limbah medis adalah kurangnya pemilahan yang tepat. Meskipun sekitar 75-90% limbah medis sebenarnya dapat diolah menggunakan metode pembuangan limbah kota standar atau didaur ulang, sisanya memerlukan perlakuan khusus agar tidak menimbulkan risiko signifikan bagi masyarakat.

Pada banyak fasilitas kesehatan, sering kali terjadi pencampuran antara limbah umum dan limbah berbahaya. Praktik ini tidak hanya meningkatkan biaya pembuangan tetapi juga menciptakan risiko kesehatan dan lingkungan yang tidak perlu. Data tentang komposisi limbah di berbagai negara menunjukkan bahwa limbah umum menyumbang proporsi yang lebih besar dibandingkan dengan limbah infeksius, berbahaya, dan tajam. Oleh karena itu, pemilahan dan daur ulang yang efektif menjadi kunci untuk memastikan pengelolaan limbah yang efisien dan aman (Prem Ananth dkk., 2010).

Sayangnya, di banyak negara berkembang, limbah medis sering kali diperlakukan sama dengan limbah perkotaan, sehingga risiko pencemaran lingkungan meningkat. Kondisi ini diperburuk oleh rendahnya kesadaran di kalangan tenaga kesehatan dan masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah yang benar, yang juga menjadi kendala besar. Untuk kelompok tertentu yang sering bersentuhan langsung dengan limbah medis mencakup pemulung, pendaur ulang limbah, petugas kebersihan rumah sakit, serta staf tingkat rendah di fasilitas kesehatan. Paparan limbah medis kepada kelompok tersebut bisa terjadi melalui kontak langsung selama melakukan kegiatan atau pekerjaannya. Oleh karena itu, perlindungan terhadap kelompok-kelompok ini sangat penting untuk mengurangi dampak buruk yang mungkin ditimbulkan.

Negara maju dan sebagian negara berkembang telah mengembangkan sistem yang disesuaikan dengan kapasitas finansial, regulasi, dan politik mereka. Misalnya, di Kamboja, Indonesia, dan Myanmar, kendaraan pengangkut limbah umum juga digunakan untuk memindahkan limbah medis dari sumbernya ke fasilitas pengolahan dan pembuangan. Sebaliknya, negara berkembang yang lebih makmur menggunakan kendaraan khusus untuk transportasi limbah medis berbahaya dan infeksius. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kapasitas finansial dan teknologi memainkan peran penting dalam menentukan sistem pengelolaan limbah medis yang diterapkan. Secara keseluruhan, penggunaan layanan khusus untuk pengangkutan limbah medis telah mengalami perkembangan yang signifikan.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk mengolah limbah, yang secara umum diklasifikasikan menjadi teknologi pembakaran (*burn technologies*) dan teknologi non-pembakaran (*non-burn technologies*) (World Health Organization, 2014). Pemilihan teknologi yang tepat bergantung pada jenis limbah, volume yang dihasilkan, dan ketersediaan sumber daya. Pembakaran atau *incineration* merupakan metode pengolahan limbah kesehatan yang paling umum digunakan secara global. Proses ini melibatkan pembakaran limbah dalam kondisi terkontrol untuk menghancurkan patogen dan mengurangi volume limbah. Namun, meskipun efisien dalam menetralkan limbah infeksius, *incineration* memiliki kelemahan besar dalam hal hasil menghasilkan abu beracun dan gas berbahaya, seperti dioksin dan merkuri, yang dapat mencemari udara dan meningkatkan risiko kesehatan masyarakat (Kumar dkk., 2023). Selain itu, pembakaran dianggap hanya mengubah bentuk limbah tanpa sepenuhnya menghilangkan bahayanya, sehingga menjadi perhatian serius bagi para pemerhati lingkungan. Fasilitas *incinerator* komersial sering kali tidak dilengkapi dengan perangkat pengendalian polusi yang memadai atau bahkan tidak berfungsi. Hal ini menyebabkan banyak fasilitas kesehatan membakar limbah mereka secara tidak terkontrol di tempat pembuangan

sementara. Praktik ini tidak hanya mencemari lingkungan, tetapi juga membahayakan kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar. Limbah yang dibakar tanpa pengendalian sering kali melepaskan racun berbahaya, seperti karbon monoksida dan dioksin, yang dapat memicu berbagai penyakit pernapasan dan kanker. Kekhawatiran atas dampak lingkungan dan dampak kesehatan dari metode ini telah mendorong pengembangan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Sebagai alternatif, teknologi non-pembakaran seperti autoklaf menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan karena dapat mensterilkan limbah tanpa menghasilkan polusi udara, dengan residu yang lebih aman dan mudah dikelola (Misra & Pandey, 2005).

Selain teknologi, strategi minimalisasi limbah menjadi aspek penting dalam pengelolaan limbah berbahaya. Langkah ini melibatkan pemisahan limbah di sumbernya, pelatihan tenaga kesehatan tentang pemilahan limbah, serta penerapan program daur ulang yang terorganisasi dengan baik. Strategi ini tidak hanya mengurangi limbah menular yang harus diolah, tetapi juga menciptakan peluang untuk mendapatkan manfaat ekonomi melalui pengelolaan limbah yang bernilai. Upaya pengelolaan limbah berbahaya juga harus mencakup kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat. Pemerintah perlu memperkuat regulasi dan menyediakan infrastruktur yang memadai, seperti fasilitas pengangkutan khusus dan tempat pembuangan sementara yang aman. Di sisi lain, produsen barang yang menghasilkan limbah berbahaya, seperti elektronik dan bahan kimia, harus bertanggung jawab atas pengelolaan limbah dari produk mereka, misalnya melalui program pengembalian produk bekas.

## E. Peraturan dan Kebijakan Terkait Pengelolaan Limbah Berbahaya

---

Pengelolaan limbah medis memerlukan perhatian global karena dampaknya yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Berbagai peraturan dan kebijakan internasional telah dirumuskan untuk mengatasi tantangan ini, dengan fokus pada pengelolaan limbah yang aman, pengurangan dampak lingkungan, dan pencegahan risiko kesehatan. Beberapa peraturan utama diantaranya *WHO Guidelines on Safe Management of Wastes from Health-Care Activities* (2014), Minamata Convention on Mercury (2013), dan Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001). Tabel berikut merangkum perbedaan utama antara peraturan-peraturan internasional tersebut:

**Tabel 5.1: Perbedaan antara beberapa peraturan internasional terkait pengelolaan limbah**

Aspek	WHO Guidelines	Stockholm convention	Minamata Convention
Fokus	Pengelolaan limbah medis	Bahan kimia persisten (POPs)	Pengurangan merkuri
Keterikatan hukum	Tidak mengikat ( <i>non-binding</i> )	Mengikat ( <i>legally binding</i> )	Mengikat ( <i>legally binding</i> )
Pendekatan	Panduan teknis dan praktik	Eliminasi bahan kimia tertentu	Penghapusan bertahap produk merkuri
Cakupan	Limbah medis di fasilitas kesehatan	Fokus pada polutan organik	Fokus pada bahan kimia merkuri
Implementasi teknologi	Teknologi pengelolaan limbah medis	Alternatif non-POPs	Teknologi alternatif bebas merkuri

Peraturan internasional memainkan peran penting dalam memastikan pengelolaan limbah medis yang efektif dan berkelanjutan. Konvensi Basel dan Stockholm, misalnya, menangani aspek perpindahan lintas batas limbah berbahaya dan pengelolaan bahan kimia beracun. Konvensi Basel mengatur pengendalian pergerakan limbah berbahaya antarnegara untuk mencegah dampak buruk pada negara yang mungkin kurang mampu menangani limbah tersebut, sementara Konvensi Stockholm bertujuan untuk mengeliminasi atau membatasi produksi dan penggunaan bahan kimia beracun yang persisten. Selain itu, WHO Guidelines memberikan panduan praktis yang diterapkan di seluruh dunia untuk membantu pengelolaan limbah medis secara aman dan sesuai standar. Di sisi lain, Minamata Convention secara khusus berfokus pada pengurangan dan eliminasi merkuri, yang merupakan salah satu bahan berbahaya dalam limbah medis. Kombinasi kebijakan-kebijakan ini membangun landasan global yang komprehensif untuk melindungi kesehatan masyarakat dan lingkungan dari risiko yang ditimbulkan oleh pengelolaan limbah medis yang tidak tepat.

Di tingkat nasional, Indonesia telah mengembangkan kerangka regulasi yang mencerminkan kebutuhan spesifik pengelolaan limbah medis yang lebih terperinci. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 berperan sebagai regulasi induk yang menetapkan prinsip-prinsip perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara umum. Regulasi ini diperkuat oleh Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014, yang memberikan panduan teknis terkait pengelolaan semua jenis limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), termasuk limbah medis. Namun, untuk memastikan pengelolaan limbah medis dilakukan dengan lebih spesifik dan menyeluruh, dikeluarkanlah Permen LHK No. P.56 Tahun 2015 yang secara khusus mengatur

langkah-langkah pengelolaan limbah medis, mulai dari pemilahan, pengangkutan, hingga pemusnahan. Kerangka kerja nasional ini tidak hanya mencerminkan adaptasi regulasi internasional, tetapi juga menyelaraskan langkah-langkah pengelolaan limbah medis dengan kondisi lokal di Indonesia, seperti kapasitas infrastruktur dan kemampuan finansial. Perbedaan spesifikasi dan cakupan setiap regulasi ini menciptakan sinergi untuk mendukung pengelolaan limbah medis secara efektif dan berkelanjutan.

Untuk melihat lebih jelas spesifikasi pengelolaan limbah medis berdasarkan regulasi yang berlaku, dapat dirujuk pada tabel berikut yang merangkum lingkup cakupan dan keunikan masing-masing kebijakan.

**Tabel 5.2: Perbedaan antara beberapa peraturan internasional terkait pengelolaan limbah**

Aspek	UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	PP No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun	Permen LHK No. P.56 Tahun 2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah B3 dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan
Fokus	Pengelolaan lingkungan secara umum, termasuk limbah medis sebagai bagian dari limbah B3.	Pengelolaan limbah B3 secara spesifik, termasuk klasifikasi, pengangkutan, penyimpanan, dan pengolahan.	Pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan, mulai dari sumber hingga pemusnahan.
Cakupan	Semua aspek perlindungan lingkungan, termasuk air, udara, dan tanah.	Semua jenis limbah B3 dari berbagai sektor, termasuk kesehatan, industri, dan manufaktur.	Fokus pada limbah medis yang tergolong B3 di fasilitas pelayanan kesehatan.
Pengelolaan Limbah Medis	Tidak diatur secara detail, hanya sebagai bagian dari limbah B3.	Mengatur prosedur teknis pengelolaan limbah B3, termasuk limbah medis.	Memberikan panduan rinci khusus pengelolaan limbah medis di fasilitas kesehatan.
Keterlibatan Pemerintah	Menekankan tanggung jawab pemerintah pusat dan daerah dalam perlindungan lingkungan.	Pemerintah bertanggung jawab pada pengawasan dan pemberian izin pengelolaan limbah B3.	Pemerintah mengawasi dan mengatur pengelolaan limbah medis di fasilitas kesehatan.
Sanksi	Mengatur sanksi administratif	Mengatur sanksi administratif, seperti	Tidak mengatur sanksi pidana, hanya

	pidana untuk pelanggaran terhadap perlindungan lingkungan.	pencabutan izin usaha bagi pengelola limbah B3 yang melanggar aturan.	mengatur kewajiban fasilitas kesehatan terkait pengelolaan limbah B3.
Pemisahan Limbah	Tidak diatur secara spesifik.	Mengatur klasifikasi limbah B3 berdasarkan karakteristiknya (infeksius, toksik, korosif, dll.).	Menekankan pemisahan limbah medis B3 di sumbernya untuk mempermudah pengelolaan.
Pengolahan Teknologi	Tidak spesifik, hanya mengatur prinsip teknologi ramah lingkungan.	Mengatur teknologi pengolahan limbah B3 seperti pembakaran, autoklaf, dan landfill.	Mengarahkan penggunaan teknologi non-pembakaran untuk limbah medis di fasilitas kesehatan.

Keberadaan kerangka peraturan dan kebijakan yang terintegrasi, baik di tingkat internasional maupun nasional, menjadi landasan penting dalam pengelolaan limbah medis dan limbah industri secara aman, efisien, dan berkelanjutan. Dalam konteks limbah medis, panduan global seperti Basel, Stockholm, dan Minamata Convention memberikan arahan komprehensif terkait pengelolaan bahan berbahaya, termasuk limbah yang mengandung merkuri dan zat beracun lainnya. Regulasi nasional, seperti Undang-Undang No. 32 Tahun 2009, PP No. 101 Tahun 2014, serta Permen LHK No. P.56 Tahun 2015, melengkapi kerangka tersebut dengan aturan yang lebih spesifik, mulai dari pengelolaan limbah B3 hingga pengelolaan limbah berbasis fasilitas kesehatan.

Di sisi lain, pengelolaan limbah industri memiliki fokus yang berbeda namun tetap sejalan dengan prinsip keberlanjutan. Regulasi seperti Permen LHK No. P.102 Tahun 2018 dan Permen LHK No. P.74 Tahun 2019 mendorong penerapan teknologi ramah lingkungan, instalasi pengolahan air limbah (IPAL), dan konsep *Extended Producer Responsibility* (EPR). Kebijakan ini tidak hanya bertujuan mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan, tetapi juga membuka peluang bagi industri untuk mengadopsi praktik produksi yang lebih bertanggung jawab.

Dengan memadukan panduan global dan regulasi nasional, baik dalam pengelolaan limbah medis maupun limbah industri, pengelolaan limbah dapat dilaksanakan sesuai dengan standar yang menjaga kesehatan masyarakat, melindungi lingkungan, dan mendukung keberlanjutan ekosistem. Namun, implementasi yang konsisten serta evaluasi berkala terhadap efektivitas kebijakan ini perlu terus dilakukan untuk menyesuaikan dengan tantangan dan kebutuhan

yang berkembang. Dukungan teknologi, pengawasan yang ketat, serta peningkatan kesadaran di semua lapisan masyarakat menjadi kunci untuk memastikan bahwa pengelolaan limbah tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga mampu memberikan dampak positif bagi lingkungan dan generasi mendatang.

## F. Simpulan

---

Pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3) merupakan langkah krusial dalam melindungi kesehatan manusia, keberlangsungan makhluk hidup, dan keseimbangan ekosistem. Dengan memahami jenis-jenis dan sumber limbah B3, risiko yang ditimbulkan, serta strategi pengelolaannya, kita dapat menyadari pentingnya upaya kolaboratif antara pemerintah, pelaku industri, dan masyarakat dalam mengelola limbah ini secara bertanggung jawab.

Penerapan peraturan dan kebijakan yang komprehensif, baik di tingkat internasional maupun nasional, menjadi landasan yang kokoh untuk memastikan pengelolaan limbah B3 dilakukan sesuai standar yang aman dan berkelanjutan. Selain itu, pendekatan teknologi inovatif, praktik daur ulang, dan sistem pemantauan yang ketat harus terus dikembangkan untuk mengurangi dampak buruk limbah B3 terhadap lingkungan dan kesehatan.

Melalui pengelolaan limbah B3 yang efektif dan berkesinambungan, kita tidak hanya mencegah kerusakan lingkungan, tetapi juga menciptakan peluang baru untuk mendukung keberlanjutan ekosistem. Kesadaran kolektif dan tindakan nyata adalah kunci untuk mengurangi dampak negatif limbah B3, sekaligus melindungi generasi mendatang dari ancaman kesehatan dan kerusakan lingkungan yang lebih parah.

Sebagai penutup, pengelolaan limbah B3 bukan hanya sebuah tanggung jawab hukum, tetapi juga sebuah komitmen moral untuk menjaga warisan lingkungan bagi generasi mendatang. Dengan meningkatkan kesadaran, memperkuat regulasi, dan mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan, kita dapat menciptakan sistem pengelolaan limbah yang tidak hanya melindungi kesehatan manusia tetapi juga mendukung pembangunan berkelanjutan. Setiap pihak—mulai dari individu, komunitas, hingga pelaku industri—memiliki peran penting dalam memastikan bahwa limbah B3 dikelola dengan cara yang aman dan bertanggung jawab. Hanya dengan kolaborasi yang kuat dan tindakan yang terarah, kita dapat menghadapi tantangan limbah B3 secara efektif dan menjaga keseimbangan ekosistem yang menjadi tumpuan kehidupan kita semua.

## G. Referensi

---

- Aisyah, J., Jurnal, ;, Kesehatan, I., Kesehatan, P., Tanjungkarang, K., & Trigunarso, I. (2021). Risk Management of Occupational Safety and Health (K3) Against B3 Medical Waste Management at the Regional Hospital of Kotabumi North Lampung Regency, Indonesia. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 6(4), 817–822. <https://doi.org/10.30604/jika.v6i4.797>
- Aprilia, A., Tezuka, T., & Spaargaren, G. (2013). Inorganic and Hazardous Solid Waste Management: Current Status and Challenges for Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 640–647. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.080>
- Khan, B. A., Cheng, L., Khan, A. A., & Ahmed, H. (2019). Healthcare waste management in Asian developing countries: A mini review. *Waste Management and Research*, 37(9), 863–875. [https://doi.org/10.1177/0734242X19857470/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\\_0734242X19857470-FIG1.JPG](https://doi.org/10.1177/0734242X19857470/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_0734242X19857470-FIG1.JPG)
- Kumar, A., Thakur, A. K., Gaurav, G. K., Klemeš, J. J., Sandhwar, V. K., Pant, K. K., & Kumar, R. (2023). A critical review on sustainable hazardous waste management strategies: a step towards a circular economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(48), 105030–105055. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-29511-8>
- Misra, V., & Pandey, S. D. (2005). Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. Dalam *Environment International* (Vol. 31, Nomor 3, hlm. 417–431). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.08.005>
- PP RI. (2014). PP No. 101 Tahun 2014. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/5555/pp-no-101-tahun-2014>
- Prem Ananth, A., Prashanthini, V., & Visvanathan, C. (2010). Healthcare waste management in Asia. *Waste Management*, 30(1), 154–161. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2009.07.018>
- Rosenfeld, P. E., & Feng, L. (2011). Risks of Hazardous Wastes - Paul E. Rosenfeld, Lydia Feng - Google Books. [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=eUTkicMAXuQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Hazardous+Waste+Risks+to+Health&ots=mZveYXMHuS&sig=DkQzeJxHiL8g7PNOyHq4IizCQm8&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Hazardous%20Waste%20Risks%20to%20Health&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=eUTkicMAXuQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Hazardous+Waste+Risks+to+Health&ots=mZveYXMHuS&sig=DkQzeJxHiL8g7PNOyHq4IizCQm8&redir_esc=y#v=onepage&q=Hazardous%20Waste%20Risks%20to%20Health&f=false)
- Saputri, D. D. (2023). Identifikasi Jenis, Sumber, dan Karakteristik Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Hasil Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel. *JURLIS: Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan Universitas*

- Tanjungpura, 4(1), 13–17.  
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurlis/article/view/61508>
- Wardianto, F., Wijayanti, A., & Purwaningrum, P. (2023). Kajian Pengelolaan Limbah Padat Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Rumah Tangga di Jakarta Barat. Infomatek, 25(2), 143–152. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v25i2.9767>
- Widyarsana, I. M. W., Mulyadi, A. A., & Tambunan, S. A. (2021). Identification of industrial hazardous waste and material flow analysis based on hazardous waste producing businesses in Indonesia. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-240624/V1>
- Wilyani, I. T. (I), Nugraha, J. K. (J), Aryadi, M. A. (M), & Mariam, N. (Nida). (2018). E-waste: An Underrated Hazardous Waste In Indonesia. Journal of Environmental Engineering and Waste Management, 3(2), 85–94. <https://doi.org/10.33021/JENV.V3I2.483>
- World Health Organization. (2014). Safe management of waste from healthcare activity. WHO, 1–242.

# CHAPTER 6

## PENTINGNYA AIR BERSIH UNTUK KESEHATAN MASYARAKAT

Sri Hardianti, SST., M.Si.

### A. Pendahuluan/Prolog

Penyediaan air bersih merupakan perhatian utama di banyak negara berkembang termasuk Indonesia, karena air merupakan kebutuhan dasar dan sangat penting untuk kehidupan dan kesehatan umat manusia. Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang sangat penting untuk kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Ketersediaan air bersih yang memadai berperan krusial dalam mencegah berbagai penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan penyakit infeksi lainnya. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 2,2 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyakit yang berhubungan dengan air yang tidak bersih, dan sebagian besar dari mereka adalah anak-anak di bawah usia lima tahun (WHO; 2021).

Di Indonesia, tantangan dalam penyediaan air bersih masih sangat besar. Meskipun negara ini memiliki sumber daya air yang melimpah, distribusi dan pengelolaan air bersih sering kali tidak memadai. Banyak daerah, terutama di pedesaan dan daerah kumuh perkotaan, masih mengalami kesulitan dalam mengakses air bersih. Hal ini berkontribusi pada tingginya angka penyakit yang berhubungan dengan sanitasi yang buruk dan kualitas air yang rendah.

Pentingnya air bersih tidak hanya terbatas pada kesehatan fisik, tetapi juga berdampak pada kesehatan mental dan sosial masyarakat. Akses yang baik terhadap air bersih dapat meningkatkan kualitas hidup, produktivitas, dan kesejahteraan secara keseluruhan. Selain itu, penyediaan air bersih yang berkelanjutan juga berkontribusi pada pembangunan ekonomi dan sosial, serta mendukung upaya pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs).

Buku ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pentingnya air bersih bagi kesehatan masyarakat, tantangan yang dihadapi dalam penyediannya, serta solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan akses dan kualitas air bersih di Indonesia. Dengan memahami isu ini, diharapkan pembaca dapat lebih menghargai peran air bersih dalam kehidupan sehari-hari dan berkontribusi pada upaya perlindungan sumber daya air.

## B. Pengertian Air Bersih

---

Air sebagai kebutuhan dasar rakyat telah dijamin dalam konstitusi pasal 33 ayat (3) UUD NRI 1945 bahwa air dikelola oleh Negara untuk mewujudkan kesejahteraan bagi rakyat (Sholahuddin Al-Fatih;,, 2021). Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki fungsi sangat vital bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di muka bumi (Saparina.L, T., Rahmawati, & Hadju, L, 2020). Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan, berperan penting untuk mewujudkan kesejahteraan umum, dan menjadi modal dasar serta faktor utama pembangunan (Anafiat, I. A., & Pratiwi, I. M;,, 2022). Air merupakan kebutuhan fisiologis dimana secara mendasar manusia membutuhkan air untuk mempertahankan kehidupannya, adanya Pasal 33 UUD 1945 sebagai koridor pengelolaan sumber daya air, dimana pendayagunaannya harus dilakukan secara konstitusional dan bertujuan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat (Famela, A., Adiwijaya, A. jaka S., & Surachman, A;,, 2020).

Menurut (Suripin;,, 2002), yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar. Sedangkan menurut (Kodoatie, Roestam S, 2008), mengatakan bahwa air bersih adalah air yang kita pakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak dan dapat diminum setelah dimasak. Air yang dihasilkan PDAM pun bukan merupakan air minum yang langsung dapat diminum seperti air minum dari kemasan melainkan masih pada tingkat air bersih, karena air dari PDAM dapat kita minum setelah dimasak terlebih dahulu (Triono, M, O;,, 2018).

Permenkes No. 32 (2017) menjelaskan air bersih (air higiene) merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak makanan dan sebagai air baku air minum. Menurut EG. Wagner dan J.N. Lanix dalam bukunya *Water Supply for Rural and Small Communication* menyatakan bahwa air yang sehat adalah air yang tidak merugikan bagi kesehatan pemakainya. Sedangkan menurut Fair dan Geyer air yang sehat harus bebas dari pengotoran sehingga tidak sempat menyebabkan kerugian bagi pemakainya, bebas dari bahan-bahan beracun yang tidak mengandung mineral dan bahan organik berbahaya (Salmani, 2018).

Kebutuhan air yang paling utama bagi manusia adalah air minum. Dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari-hari manusia sangat tergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, membersihkan peralatan, mandi, dan lain sebagainya. Menurut perhitungan WHO (*World Health Organization*) di Negara-negara maju setiap orang memerlukan air antara 60-120 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia setiap orang memerlukan air antara 30-60 liter per hari (Notoatmodjo;,, 2007). Manfaat lain dari air berupa pembangkit tenaga (PLTA), irigasi, alat transportasi, dan lain dari air berupa pembangkit tenaga (PLTA), irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air juga semakin meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa air bersih merupakan komponen utama dalam segala proses kehidupan yang berperan besar bagi seluruh

aspek kehidupan manusia yang harus dijaga ketersediaannya dan bijak dalam penggunaanya.

### C. Sumber Air Bersih

---

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap mahluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor : 41 6/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Dalam pemenuhan kebutuhan air bersih manusia biasanya memanfaatkan sumber-sumber air yang berada di sekitar permukiman baik itu air alam, maupun setelah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu. Menurut (Sugiharto; 1983), tempat sumber air dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Air hujan, air angkasa dan dalam wujud lainnya dapat berupa salju;
2. Air permukaan, air yang berada di permukaan bumi dapat berupa air sungai, air danau, air laut;
3. Air tanah, terbentuk dari sebagian dari air hujan yang jatuh ke permukaan dan sebagian meresap ke dalam tanah melalui pori-pori/celah-celah dan akar tanaman serta bertahan pada lapisan tanah membentuk lapisan yang mengandung air tanah (*aquifer*), air tanah yang disebut air tanah dalam atau artesis, artinya air tanah yang letaknya pada dua lapisan tanah yang kedap air, ada yang sifatnya tertekan dan yang tidak tertekan. Air tanah dangkal artinya terletak pada aquifer yang dekat dengan permukaan tanah dan fluktuasi volumennya sangat dipengaruhi oleh adannya curah hujan.

Sedangkan menurut (Theresia P, Shirley W; 2015) menyatakan bahwa terdapat beberapa sumber air minum yang dapat diperoleh dari beberapa sumber.

#### 1. Air Hujan

Air hujan memiliki sifat yang lunak karena tidak mengandung garam dan zat-zat mineral. Air hujan dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> agresif, ataupun SO<sub>2</sub>. Dari segi kuantitas, air hujan tergantung pada besar kecilnya hujan, sehingga tidak mencukupi jika digunakan untuk persediaan umum karena jumlahnya yang berfluktuasi. Air hujan juga tidak secara kontinu dapat diperoleh karena sangat tergantung pada musim. Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari individu perorangan atau berkelompok atau pemerintah, biasanya dibuat sumur dan tangki air untuk menyimpan air bersih guna memenuhi kebutuhan hidup tersebut.

## 2. Air Permukaan

Air permukaan yang biasa digunakan sebagai sumber air baku adalah air waduk, sungai, dan danau. Pada umumnya, air permukaan telah terkontaminasi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Kuantitas dan kontinuitas air permukaan sebagai sumber air baku cukup stabil.

## 3. Air Tanah

Air tanah mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah, serta bebas dari polutan. Namun tidak menutupi kemungkinan bahwa air tanah tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan, seperti Fe, Mn, kesadahan. Berdasarkan kedalamannya, air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal kualitasnya lebih rendah daripada air tanah dalam. Secara kuantitas, air tanah dapat mencukupi kebutuhan air bersih. Tetapi dari segi kontinuitas, pengambilan air tanah harus dibatasi, karena pengambilan yang terus menerus dapat menyebabkan penurunan muka air tanah dan intrusi air laut.

## 4. Air Danau

Air danau yang melalui proses treatment terlebih dahulu dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Air danau sebagai sumber dari air bersih dibendung untuk menyimpan air yang dapat digunakan pada saat musim kering. Gunanya untuk memenuhi kebutuhan irigasi di lahan pertanian

## 5. Air Sungai

Banyak sungai yang terdapat di Indonesia, tetapi hanya sedikit jumlahnya yang airnya dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Oleh karena itu sebelum dimanfaatkan air sungai perlu diproses treatment dahulu, yang disebut *river water treatment*. Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai galon isi ulang yang airnya berasal dari hasil proses *river water treatment*. Sistem pengolahan air bersih (*water treatment*) dengan sumber air bakunya berasal dari air sungai, air tanah dan air pegunungan untuk bisa dijadikan air minum, memerlukan beberapa proses. Proses yang diperlukan tergantung dari kualitas air baku, antara lain sebagai berikut.

- a. Proses penampungan air di dalam bak penampungan air yang bertujuan sebagai tolak ukur debit air bersih yang dibutuhkan.
- b. Proses oksidasi
- c. Proses pengendapan atau koagulasi.
- d. Proses filtrasi yang bertujuan untuk menghilangkan kotorankotoran air yang masih terkandung dalam air.

- e. Proses filtrasi (carbon activated), yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air supaya air yang dihasilkan tidak mengandung bakteri serta rasa dan aroma air.
  - f. Proses terakhir adalah proses pembunuhan bakteri, virus, jamur, mikroba, dan bakteri lainnya.
6. Air Pegunungan

Sumber air yang layak dan baik untuk dikonsumsi adalah sumber air yang berasal dari mata air pegunungan vulkanik karena sumber air tersebut memenuhi syarat karakteristik sumber air tanah yaitu kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Secara kualitas sumber air yang berasal dari mata air pegunungan vulkanik dapat memenuhi persyaratan fisik, kimia dan biologi kualitas air untuk dikonsumsi, karena letak sumbernya jauh di bawah permukaan tanah dan berlokasi di atas ketinggian pegunungan yang masih terjaga kelestarian dan keasliannya. Banyak masyarakat yang membuka DAMIU dengan mengambil sumber air dari pegunungan, umumnya air pegunungan memiliki kualitas yang baik, yaitu mengandung banyak mineral yang sesuai dengan kebutuhan dan kesehatan sehingga tidak mengandung unsur-unsur pencemaran yang dapat mengganggu kesehatan tubuh.

#### D. Kualitas Air Bersih

---

Kualitas air menjadi masalah penting untuk dibahas lebih lanjut. Hal ini dikarenakan menyangkut pada kesehatan masyarakat maupun lingkungan. Hal ini diperkuat dengan pendapat Saefudin & Achmad (2019) yang menyatakan bahwa sumber daya air harus dijaga supaya tidak tercemar dan menimbulkan bencana sehingga mempengaruhi kehidupan seluruh makhluk hidup. Umumnya, standar kualitas air ditetapkan berdasarkan konsentrasi berbagai unsur atau senyawa kimia yang dikandungnya. Standarisasi ini berbeda-beda dari satu negara ke negara yang lain tergantung pemanfaatannya seperti air irigasi, air minum, dan air industri. Dengan berbagai kondisi yang ada, menjaga kualitas air memerlukan sistem pengelolaan yang efisien dan efektif dan pengelolaan sanitasinya dengan melibatkan semua komponen, baik pemerintah pusat, daerah ataupun desa bahkan penduduk dapat terlibat langsung dalam penetapan model penghematan air yang sesuai dalam berbagai situasi (Saefudin, A., & Achmad, R., 2019).

Mengingat betapa pentingnya air bersih untuk kebutuhan manusia, maka kualitas air tersebut harus memenuhi persyaratan (Peraturan Menteri Kesehatan No.416/PerMenKes/IX/1990), yaitu :

1. Syarat fisik: air harus bersih dan tidak keruh, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, suhu antara 10o – 25 °C (sejuk).

2. Syarat kimiawi: tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, cukup yodium, pH air antara 6,5 – 9,2.
3. Syarat bakteriologi: tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, kolera dan bakteri patogen penyebab penyakit (Anonim; 1990).

Berdasarkan syarat tersebut dapat disimpulkan bahwa air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan kesehatan untuk kebutuhan minum, masak, mandi, dan energi sesuai dengan ketentuan standar kualitas air yang berlaku di Indonesia. Air sebagai salah satu faktor esensial bagi kehidupan sangat dibutuhkan dalam kriteria sebagai air bersih. Adanya penyebab penyakit didalam air dapat menyebabkan efek langsung dalam kesehatan. Penyakit-penyakit ini hanya dapat menyebar apabila mikro penyebabnya dapat masuk ke dalam air yang dipakai masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

## **E. Penyediaan atau Penawaran (Supply) Air Bersih**

---

Air bersih merupakan salah satu komoditi yang penawarannya diatur oleh pemerintah. Penyediaan air bersih dapat dilakukan dengan sambungan rumah tangga, pipa umum, sumur gali, dan air hujan (Howard, G. and Bartram, J.; 2003). Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 16 Tahun 2005 tentang Penyediaan Air Minum bahwa Penyediaan air bersih yang dilakukan PDAM dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Penyediaan Air Bersih dengan Perpipaan

Sistem perpipaan dimana air sampai pada tujuan dengan memakai pipa, meliputi sambungan rumah tangga atau perkantoran, hidran umum dan hidran kebakaran. Dalam buku penjelasan Program Perbaikan Lingkungan Perumahan Kota (PLPK/KIP) diterangkan bahwa standar untuk pelayanan hidran umum yaitu: Setiap kampung terdiri dari 3-10 unit hidran untuk melayani masyarakat antara 30-50 ltr/org/hr. Jarak antar kran 100 sampai dengan 150 m disesuaikan kondisi, satu kran umum/ha dapat melayani 300-400 orang.

2. Penyediaan Air Bersih Non Perpipaan

Sistem non perpipaan, dimana air didapatkan melalui sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, mobil tangki air dan bangunan perlindungan mata air. Memanfaatkan sumur air tanah dan menggunakan air sungai masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia terutama di desa dan kota-kota kecil.

## **F. Air Bersih untuk Kesehatan Masyarakat**

---

Air sangat dibutuhkan manusia untuk konsumsi, kebutuhan rumah tangga sampai kebutuhan industri berskala besar (Mulyanti, D, 2022). Air merupakan sumber daya alam yang sangat berguna dan paling potensial dalam kehidupan manusia serta mahluk hidup lainnya sehingga dapat dikatakan bahwa air merupakan sumber kehidupan di bumi (Kurniawan, R. B., Santoso, E., & Astuti, P;, 2017).

Ketersediaan air bersih sangat penting bagi kesehatan masyarakat dan merupakan dasar bagi kemajuan sosial dan ekonomi. Pada tahun 2030, permintaan air global diperkirakan akan tumbuh sebesar 50%. Diperkirakan sekitar 1,2 miliar orang tinggal di daerah kelangkaan air fisik dan 500 juta orang lainnya mendekati situasi ini. 1,6 miliar orang lainnya menghadapi "kekurangan air ekonomi" karena negara mereka tidak memiliki infrastruktur yang diperlukan untuk mendapatkan air bersih (Chakraborti, R. K., Kaur, J., & Kaur, H;, 2019)

Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat merupakan air bersih. Air bersih adalah air yang memiliki kualitas baik dan layak digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan, termasuk konsumsi, sanitasi, dan kegiatan sehari-hari. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), air bersih sangat penting untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia, serta dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar seperti air minum dan persiapan makanan.

Pada masa lalu air bersih diambil secara langsung dari alam tanpa melalui proses pengolahan baik dari air permukaan mata air sumur atau sumber lainnya. Meningkatnya populasi manusia dan tingginya aktivitas manusia serta tumbuhnya berbagai industry menyebabkan timbulnya pencemaran. Adanya pencemaran pada sumber air sehingga dibutuhkan suatu pengolahan untuk mencukupi kebutuhan air bersih. Air bersih yang ada di alam berpotensi untuk dijadikan air minum atau air konsumsi bagi manusia. Akan tetapi apabila tingkat atau kandungan bahan pencemar tinggi maka dibutuhkanlah suatu pengolahan sebelum dijadikan sebagai air bersih. Tujuan penyediaan air bersih adalah agar dapat mensuplai kebutuhan masyarakat untuk kebutuhan dasar. Selain itu ketersediaan air bersih digunakan untuk memenuhi atau sebagai bahan untuk memproduksi air minum. Berubahnya pola hidup manusia tidak hanya pada gaya hidup akan tetapi dalam pemenuhan kebutuhan dasar dan kebutuhan pendukung menyebabkan tingkat kebutuhan akan air bersih tinggi. Kebutuhan pendukung untuk pemenuhan air bersih selain untuk mandi mencuci dan kebutuhan lain tetapi untuk kebutuhan perairan transportasi, perdagangan, kolam renang, spa dan lain sebagainya. Dapat digunakan sebagai air bersih maka air mempunyai persyaratan. Air bersih apabila akan digunakan atau ditingkatkan menjadi air minum maka membutuhkan pengolahan (Fatimah, S;, 2018).

## **G. Peranan Air terhadap Kesehatan**

---

Kesehatan masyarakat dan air memiliki hubungan yang sangat erat, karena kualitas dan ketersediaan air berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat untuk mendukung kelestarian lingkungan dan Kesehatan masyarakat (Pramaningsih et al;,, 2023). Air adalah zat terbanyak di antara zat lainnya dari semua komposisi yang terkandung dalam tubuh manusia. Meskipun tidak sama antara seseorang dengan orang yang lainnya, secara umum kandungan air dalam tubuh manusia tidak jauh berbeda. Ketika masih bayi, kandungan air yang dimiliki manusia adalah sekitar 70-85%, saat dewasa berkurang menjadi 50-60%. Air berperan penting bagi kesehatan, karena umumnya 60% bagian yang ada di dalam tubuh manusia berbentuk cairan (Kemenkes RI;,, 2022).

Air mempunyai kandungan zat gizi yang bisa membantu melarutkan berbagai macam zat kimia pada tubuh, sehingga wajib bagi manusia untuk konsumsi air setiap hari sebanyak delapan gelas atau dua liter per hari. Banyak manusia sering kali melupakan peranan penting air bagi kesehatan, karena banyak orang yang sibuk melakukan aktivitas masing-masing dan tidak merasa lelah sehingga lupa untuk mengkonsumsi air secara teratur, banyak orang juga memiliki kebiasaan dalam mengkonsumsi air minum hanya ketika haus saja. Hal tersebut dapat mengakibatkan pengeluaran dan pemasukan air yang terjadi pada tubuh manusia tidak seimbang. Kejadian tersebut dapat mengakibatkan seseorang mengalami dehidrasi. Dehidrasi adalah gejala dimana seseorang mengalami kekurangan air atau cairan dalam tubuhnya yang diakibatkan dari ketidakseimbangan antara pengeluaran dan pemasukan air dalam tubuh. Tubuh mengalami kekurangan cairan disebabkan oleh kurangnya jumlah cairan yang masuk ke dalam tubuh. Tubuh mengeluarkan cairan melalui pernafasan, keringat, urine, dan tinja (Ramadhan, R. I;,, 2016).

kebutuhan air yang dianjurkan pada pedoman gizi seimbang dapat berubah setiap waktunya. Kebutuhan air tergantung pada beberapa faktor-faktor yang berperan penting seperti usia, jenis kelamin, frekuensi aktivitas fisik, serta faktor lingkungan (Briawan, et al;,, 2011). Menurut (Azlam;,, 2016), tubuh manusia yang kekurangan air akan menyebabkan berbagai macam penyakit antara lain sakit pinggang, rematik, tukak saluran pencernaan, nyeri tulang leher, tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, berat badan berlebihan, asma, kencing manis, stroke, batu ginjal dan sembelit.

## **H. Deteksi Pencemaran Air Bersih**

---

Air menjadi bagian terpenting bagi kehidupan makhluk hidup di permukaan bumi. Kebutuhan air bersih setiap tahunnya meningkat, standar ketersediaan air

bersih dinyatakan layak saat mencapai 49,5 liter/kapita/hari (Suheri et al., 2019). Konsumsi air pada orang dewasa untuk kebutuhan tubuh yang disarankan per hari sebesar 2-2,5 liter/hari atau menggunakan rumus 30 cc per Kg berat badan/hari (Suheri et al., 2019). Sementara, Hak dasar manusia terkait kebutuhan akan air bersih yang ditetapkan oleh United Nations Education, Scientific and Cultural Organization lebih besar yakni sebesar 60 liter/orang/hari (UNESCO; 2002).

Sementara Badan Standardisasi Nasional (BSNI) menyatakan kebutuhan air penduduk perkotaan yakni 43,8 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau sebesar 120 liter/hari/kapita, sementara kebutuhan air penduduk pedesaan sebesar 21,9 m<sup>3</sup>/kapita/tahun atau sebesar 60 liter/hari/kapita (BSNI, 2002). Di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/ 1990 tentang syarat dan pengawasan kualitas air dan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, persyaratan air bersih dapat ditinjau dari parameter fisika, parameter kimia, parameter mikrobiologi dan parameter radioaktivitas yang terdapat di dalam air (Permenkes RI; 2010). Sayangnya, air bersih seringkali tercemar oleh berbagai faktor baik alami maupun buatan manusia yang dapat berasal dari limbah industri, limbah pertanian, limbah domestik dan lain sebagainya. Pencemaran air akan menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kesehaan manusia dan lingkungan. Oleh sebab itu, deteksi pencemaran air sangat penting untuk dilakukan untuk menjaga kualitas air bersih dan mencegah dampak negatif dari pencemaran air terutama air bersih untuk keperluan domestik baik konsumsi, higienitas dan sanitasi kehidupan. Beberapa parameter tersebut harus terdapat dalam air bersih yaitu parameter fisik, kimia dan biologi seperti suhu, pH, kekeruhan, penetrasi cahaya, oksigen terlarut *Dissolved Oxigen* (DO), kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme *Biological Oxigen Demand* (BOD).

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam air, sehingga menyebabkan kualitas air terganggu. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, rasa, dan warna.

Ditinjau dari asal polutan dan sumber pencemarannya, pencemaran air dapat dibedakan seperti berikut:

## 1. Limbah pertanian

Limbah pertanian dapat mengandung polutan insektisida atau pupuk organik. Insektisida dapat mematikan biota sungai. Jika biota sungai tidak mati kemudian dimakan hewan atau manusia orang yang memakannya akan keracunan.

## 2. Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga yang cair merupakan sumber pencemaran air. Dari limbah rumah tangga cair dapat dijumpai berbagai bahan organik (misalnya sisa

sayur, ikan, nasi, minyak, lemak, air buangan manusia) yang terbawa air got/parit, kemudian ikut aliran sungai. Ada pula bahan-bahan anorganik seperti plastik, alumunium, dan botol yang hanyut terbawa arus air. Sampah bertimbun, menyumbat saluran air, dan mengakibatkan banjir. Bahan pencemar lain dari limbah rumah tangga adalah pencemar biologis berupa bibit penyakit, bakteri, dan jamur.

### 3. Limbah industry

Adanya sebagian industri yang membuang limbahnya ke air. Macam polutan yang dihasilkan tergantung pada jenis industri. Mungkin berupa polutan organik (berbau busuk), polutan anorganik (berbuih, berwarna), atau mungkin berupa polutan yang mengandung asam belerang (berbau busuk), atau berupa suhu (air menjadi panas).

### 4. Penangkapan ikan menggunakan racun

Sebagian penduduk dan nelayan ada yang menggunakan tuba untuk menangkap ikan tangkapan, melainkan juga semua biota air. Racun tersebut tidak hanya hewan-hewan dewasa, tetapi juga hewan-hewan yang masih kecil. Dengan demikian, racun yang disebarluaskan akan memusnahkan jenis makhluk hidup yang ada di dalamnya.

Kegiatan penangkapan ikan dengan cara tersebut mengakibatkan pencemaran di lingkungan perairan dan menurunkan sumberdaya perairan. Akibat yang dapat ditimbulkan oleh pencemaran air, yakni:

- 1) Terganggunya kehidupan organisme air karena berkurangnya kandungan O<sub>2</sub>.
- 2) Terjadinya ledakan populasi ganggang dan tumbuhan air.
- 3) Pendangkalan dasar perairan.
- 4) Punahnya biota air, misalnya ikan, yuyu, udang, dan serangga air.
- 5) Munculnya banjir akibat got tersumbat sampah.
- 6) Menjalarnya wabah muntaber (Sahabuddin, E. S.; 2015).

## I. Pengelolaan Air di Indonesia

---

Pengelolaan air di Indonesia umumnya dilakukan dengan menggunakan intalasi pengolahan air (IPA) secara fisika dan kimiawi. Proses pengelolaan air dari air baku hingga dapat didistribusikan kepada masyarakat terbagi menjadi beberapa tahapan, sebagai berikut:

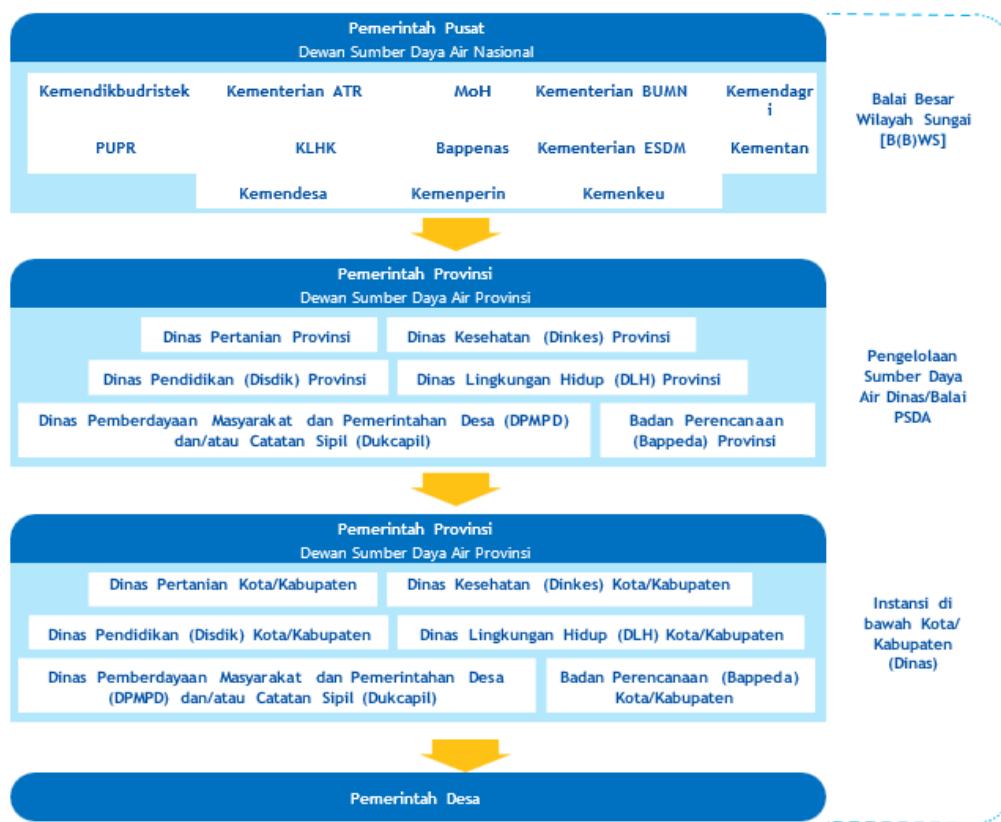
1. *Intake*: proses pengambilan air baku dari bendungan dan sumber lainnya
2. *Water Treatment Process*: proses pengolahan air baku menjadi air bersih
3. *Reserve*: penampungan air bersih di reservoir sementara sebelum didistribusikan
4. *Distribution*: Proses penyaluran air bersih kepada masyarakat.

**Gambar 6.1: Pengelolaan Air di Indonesia**



Sumber: (DRI' Pulse Check; 2023)

**Gambar 6.2: Kelembagaan Pengelolaan Air Bersih di Indonesia**



Wilayah Sungai (WS) adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau yang memiliki luas <= 2.000 km<sup>2</sup>. Terdapat beberapa jenis WS yaitu, WS Lintas Negara, WS Lintas Provinsi, WS Strategi Nasional, WS Lintas Kabupaten/Kota, dan WS dalam Satu Kabupaten/Kota.

Sumber: (DRI' Pulse Check; 2023)

## J. Peran Pemerintah dalam Penyediaan Air Bersih

Air merupakan sumber hidup yang esensial bagi kelangsungan hidup manusia dan merupakan kebutuhan dasar yang harus terpenuhi. Tanpa akses yang

memadai terhadap air bersih dan sehat, manusia tidak dapat menjalankan kegiatan sehari-harinya secara optimal dan bahkan dapat mengalami berbagai masalah kesehatan dan kualitas hidup yang buruk. Oleh karena itu, penyediaan air bersih dan sehat menjadi prioritas utama dalam pembangunan kesejahteraan masyarakat dan pembangunan berkelanjutan. Meskipun air memiliki peran yang sangat penting dalam hidup manusia, banyak masyarakat yang masih kesulitan untuk memperoleh air bersih dan sehat. Padahal, ketersediaan air bersih dan sehat merupakan hak asasi setiap individu. Oleh karena itu, pemerintah memiliki peran yang sangat penting untuk memastikan bahwa masyarakat memperoleh air bersih dan sehat dan harus memperhatikan kesetaraan akses air bersih bagi seluruh masyarakat.

Pemerintah telah menetapkan berbagai target dan strategi untuk meningkatkan ketahanan air di Indonesia di hulu maupun hilir

#### 1. Upaya Pemerintah Sektor Hulu

- a. Penetapan target RPJMN Tahun 2020- 2024 terkait peningkatan kapasitas sumber daya air nasional sekitar 2,3 miliar m<sup>3</sup>, dan pasokan air irigasi berkelanjutan dari waduk sekitar 355,8 ribu hektar.
- b. Pembentukan Dewan Sumber Daya Air Nasional.
- c. Penerbitan empat rancangan peraturan pemerintah tentang pengelolaan dan penyediaan Sumber Daya Air.
- d. Pembangunan waduk untuk peningkatan kapasitas air nasional, perlindungan banjir, pasokan air baku dan irigasi serta sumber energi hijau.

#### 2. Upaya Pemerintah Sektor Hilir

Menetapkan target pada RPJMN Tahun 2020 – 2024 antara lain:

- a. pencapaian 100% akses air minum layak.
- b. 15% akses air minum aman.
- c. 30% akses air perpipaan melalui pembangunan 10 juta Sambungan Rumah (SR) (DRI' Pulse Check; 2023).

Tujuan dari bab ini adalah untuk menjelaskan pentingnya peran pemerintah dalam menyediakan air bersih dan sehat bagi masyarakat. Dengan memahami pentingnya peran pemerintah dalam menyediakan air bersih dan sehat bagi masyarakat, kita dapat memahami bagaimana pemerintah dapat memenuhi hak asasi manusia dan memastikan kualitas hidup masyarakat yang baik. Hal ini merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa semua orang memiliki akses yang sama terhadap air bersih dan sehat dan memastikan bahwa kualitas hidup masyarakat tetap terjaga. Tanpa peran aktif dari pemerintah, akses terhadap air bersih dan sehat mungkin tidak adil dan kualitas air tidak akan memenuhi standar. Jika pemerintah tidak berperan dan tidak secara aktif dalam penyediaan air bersih dan sehat bagi masyarakat, beberapa akibat yang dapat terjadi.

## K. Simpulan

---

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat vital bagi kesehatan masyarakat air bersih bukan hanya merupakan sumber kehidupan, tetapi juga merupakan fondasi untuk kesehatan masyarakat yang baik. Oleh karena itu, investasi dalam infrastruktur dan aksesibilitas air bersih harus menjadi prioritas bagi setiap negara dan komunitas.

## L. Referensi

---

- Anafiati, I. A., & Pratiwi, I. M.; (2022). Anafiati, I. A., & Pratiwi, I. M. Kegiatan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Sumber Daya Air Di Kabupaten Bintan. Prosiding Pengabdian ReTII, 98–104.
- Anonim;. (1990). Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Azlam;. (2016). Hubungan Antara Pengetahuan Tentang Manfaat Cairan dengan Perilaku Konsumsi Air Putih. Surakarta: Profesi.
- Briawan, et al;. (2011). Kebiasaan Minum dan Asupan Cairan Remaja Di Perkotaan. Jurnal Gizi Klinik Indonesia , Vol 8(1), 36-41.
- BSNI. (2002). Standar Nasional Indonesia. Penyusunan Neraca Sumber Daya – Bagian 1 Sumber.
- Chakraborti, R. K., Kaur, J., & Kaur, H;. (2019). Water Shortage Challenges and a Way Forward in India. Journal: American Water Works Association, 111 (5).
- DRI' Pulse Check;. (2023). Pengelolaan Air Bersih Berkelanjutan. Danareksa Research Institute.
- Famela, A., Adiwijaya, A. jaka S., & Surachman, A;. (2020). Model Pengelolaan Sumber Daya Air pada Usaha Air Minum dalam Kemasan (AMDK) di Indonesia. Jurnal Ilmiah Living Law 12(2), 122.
- Fatimah, S;. (2018). pengolahan air .  
[http://file.upi.edu/DirektoriFPMIPAJUR.\\_PEND.\\_KIMIA196802161994022-.pdf](http://file.upi.edu/DirektoriFPMIPAJUR._PEND._KIMIA196802161994022-.pdf) 1-19.
- Howard, G. and Bartram, J;. (2003). Domestic Water Quantity, Service Level and Health. WHO, Geneva, 33.
- Kemenkes RI;. (2022). Kebutuhan Cairan Tubuh Kita dalam Sehari. Jakarta: Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan.
- Kodoatie, Roestam S. (2008). Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kurniawan, R. B., Santoso, E., & Astuti, P;. (2017). Analisis Konflik SDA antara Masyarakat dengan Pengusaha Air ( Studi Kasus Konflik SDA Desa Kajar Kabupaten Kudus). Journal of Politic and Government Studies, 6(4), 88–100.

- Mulyanti, D. (2022). Kearifan Lokal Masyarakat terhadap Sumber Mata Air sebagai Upaya Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan. *Bina Hukum Lingkungan*, 6(3), 410–424.
- Notoatmodjo;. (2007). Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permenkes RI;. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. In Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (p. MENKES). <http://www.ampl.or.id/digilib/read/24-peraturan-menteri-kesehatan-republik-indonesia-no-492-menkes-per-iv-2010/50471>.
- Pramaningsih et al; (2023). Indek Kualitas Air dan Dampak terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar Sungai Karang Mumus, Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* DOI : 10.14710/jkli.22.3.313-319.
- Ramadhan, R. I;. (2016). Hubungan Antara Status Hidrasi Serta Konsumsi Cairan Pada Atlet Bola Basket Putra Dan Putri Kejurda Kelompok Usia 18 Tahun Kabupaten Indramayu. Yogyakarta: Skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan UMY.
- Saefudin, A., & Achmad, R;. (2019). Policy Implementation Evaluation about Quality Management and Pollution Control of Water in Regency of Bekasi. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 314 (1). p. 012087. IOP Publishing.
- Sahabuddin, E. S;. (2015). Filosofi Cemaran Air. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Salmani. (2018). Rekayasa dan Penyediaan Air Bersih. Yogyakarta: Deepublish.
- Saparina.L, T., Rahmawati, & Hadju, L. (2020). Penerapan Teknologi Tepat Guna Bagi Masyarakat Desa Wawatu Dalam Menghadapi Permasalahan Air Sehat . *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 16–24.
- Sholahuddin Al-Fatih;. (2021). Disrupsi Keadilan Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Tanah Di Indonesia. *Dimensi Keadilan Pluralitas*.
- Sugiharto;. (1983). Penyediaan Air Bersih Bagi Masyarakat. Tanjungkarang.
- Suripin;. (2002). Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Andi.
- Theresia P, Shirley W;. (2015). Utilitas Bangunan Modul Plumbing. Jakarta : Griya.
- Triono, M, O;. (2018). Akses Air Bersih pada Masyarakat Kota Surabaya Serta Dampak Buruknya Akses Air Bersih terhadap Produktivitas Masyarakat Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*, 143-153.
- UNESCO;. (2002). United Nations, Educational, Scientific, A., & Organization., C. The UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights adopted its general comment No. 15.
- WHO; (2021). Water, Sanitation and Health. Retrieved from WHO website.

## **M. Glosarium**

---

WHO	= <i>World Health Organization</i>
SDGs	= <i>Sustainable Development Goals</i>
PDAM	= Perusahaan Daerah Air Minum
PLTA	= Pembangkit Listrik Tenaga Air
BSNI	= Badan Standardisasi Nasional
IPA	= Intalasi Pengolahan Air
BOD	= <i>Biological Oxigen Demand</i>
DO	= <i>Dissolved Oxigen</i>



## PROFIL PENULIS



**Elma Elmika, S.K.M., M.K.M** Lahir di Ngapa, 11 Novemver 1996. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu S1-Kesehatan Masyarakat, Universitas Muslim Indonesia tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan S2-Kesehatan Masyarakat Program Magister Epidemiologi pada Universitas Diponegoro dan lulus tahun pada tahun 2021. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2021 sebagai Dosen Swasta hingga saat ini. Saat ini penulis bekerja di Institut Kesehatan dan Teknologi Bisnis Menara Bunda Kolaka mengampu mata kuliah Epidemiologi Penyakit Menular dan Tidak Menular, pada program studi S1-Administrasi Kesehatan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : [elmaelmika11@gmail.com](mailto:elmaelmika11@gmail.com)



**Dr. Dessyka Febria, S.K.M., M.Si.** Lahir di Pujud, 24 Februari 1985. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu D3 Kebidanan Dharma Husada Pekanbaru tahun 2006, kemudian melanjutkan Program Studi S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat dengan Peminatan Kesehatan Lingkungan di STIKes Hang Tuah Pekanbaru tahun 2009. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 Ilmu Lingkungan dengan Peminatan Kesehatan Lingkungan di Universitas Riau tahun 2015. Kemudian pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan S3 Program Studi Ilmu Lingkungan (Kesehatan Lingkungan) di Program Pascasarjana Universitas Riau Pekanbaru. Dalam berkarir, penulis mengawalinya menjadi fasilitator masyarakat di bidang Kesehatan Masyarakat di Program PAMSIMAS Provinsi Riau mulai dari tahun 2010 di Desa Koto Baru Kabupaten Kuantan Singgingi, 2011 Desa Pulau Sarak, Desa Penyasawan, Desa Ranah Singkuang Kabupaten Kampar dan tahun 2012 di Kabupaten Rokan Hulu dengan 13 Desa dampingan. Penulis menjadi Dosen Tetap di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai Kampar Riau pada Program Studi Kesehatan Masyarakat dari tahun 2015 hingga sekarang. Penulis pengampu mata kuliah Dasar Kesehatan Lingkungan dan Analisis Kualitas Lingkungan, Penulis juga menjadi Fasilitator Desa Peduli Gambut Kemitraan/Pathnership di Program Badan Restorasi Gambut dari tahun 2018 sampai tahun 2020. Penulis telah menghasilkan banyak Karya Ilmiah bereputasi level nasional maupun internasional sebagai produktivitas tenaga pengajar di Perguruan Tinggi. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [dessyka@universitaspahlawan.ac.id](mailto:dessyka@universitaspahlawan.ac.id).

Motto: "face with a smile"

## PROFIL PENULIS

**Cut Juliana** dilahirkan Nagan Raya, pada 8 Mei 1991. Pendidikannya dibidang kesehatan masyarakat diselesaikan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Teuku Umar Meulaboh (2014) dan kemudian melanjutkan pendidikannya dibidang kesehatan lingkungan pada program studi Magister Kesehatan Lingkungan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang (2017). Saat ini bekerja sebagai Dosen pada Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Serambi Mekkah. Pengalamannya dibidang pengembangan tridharma pendidikan tinggi adalah memperoleh Hibah Penelitian Dosen Pemula dari Kemenristekdikti pada tahun 2023 dan publikasi berbagai karya penelitian dan pengabdian mandiri diberbagai penerbitan sebagai wujud pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dibidang kesehatan lingkungan (industri). Ia dapat dihubungi melalui E-mail : [pocut.zulyana@gmail.com](mailto:pocut.zulyana@gmail.com)



**Kartini, SKM., MT.** Penulis lahir di Teurebe, Kecamatan Mutiara, 28 April 1969. Saat ini penulis berdomisili di Desa Lambeu, Kecamatan Darul Imarah, Kabupaten Aceh Besar. Penulis telah menamatkan pendidikan S-1 Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Banda Aceh tahun 2004 dan melanjutkan pendidikan S-2 Management Teknologi Lingkungan di Universitas Syiah Kuala tahun 2012. Penulis bekerja sebagai dosen tetap jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Aceh. Penulis berpesan semangat dalam bekerja dan untuk mencapai kesuksesan harus banyak membaca dan mendekatkan diri kepada Tuhan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [kartini.darwis@gmail.com](mailto:kartini.darwis@gmail.com).



## PROFIL PENULIS



**Sri Hardianti, SST., M.Si** Lahir di Sanggaran Agung Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi pada tanggal 11 November 1990, merupakan anak ke 5 dari lima bersaudara. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh yaitu jenjang DIII Kebidanan di Akademi Kebidanan Dharma Husada Pekanbaru lulus tahun 2011. Kemudian melanjutkan DIV Bidan Pendidik di STIKes Tuanku Tambusai Riau lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Universitas Riau program studi ilmu lingkungan konsentrasi kesehatan lingkungan dan lulus pada tahun 2019. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2011 sampai 2014 bekerja di Akademi Kebidanan Dharma Husada Pekanbaru sebagai staff dosen. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen program studi kesehatan masyarakat di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai mengampu mata kuliah pengelolaan sumber daya air, ekologi industri, dan manajemen audit lingkungan. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku salah satunya buku dengan judul kesehatan lingkungan suatu pengantar, publikasi ilmiah berupa jurnal Nasional, sebagai narasumber pada seminar. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [ncusri@gmail.com](mailto:ncusri@gmail.com)

Motto: "Bersyukur adalah kunci kebahagiaan"

## **Sinopsis**

Buku Bunga Rampai ***Kesehatan Lingkungan*** mengupas berbagai aspek penting terkait hubungan antara lingkungan yang sehat dan kesehatan masyarakat. Dimulai dengan pembahasan tentang pencegahan penyakit lingkungan melalui sanitasi dan kebersihan, buku ini mengajak pembaca untuk memahami betapa vitalnya sanitasi yang baik dalam mencegah berbagai penyakit berbasis lingkungan. Penyakit seperti diare, infeksi saluran pernapasan, dan malaria sering kali disebabkan oleh sanitasi yang buruk, sehingga pengelolaan lingkungan yang lebih baik sangat diperlukan.

Melalui Bab-Bab selanjutnya, buku ini juga mengeksplorasi masalah polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, serta pengelolaan sampah yang efektif. Bab-Bab tersebut memberikan wawasan mendalam mengenai bagaimana polusi dan limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan risiko penyakit, serta bagaimana teknologi dan kebijakan dapat membantu mengurangi dampak negatif tersebut terhadap kesehatan masyarakat.

Sebagai penutup, buku ini menyajikan berbagai solusi untuk mengatasi tantangan kesehatan lingkungan, mulai dari pengelolaan air bersih hingga pengelolaan limbah berbahaya. Pembaca diajak untuk lebih memahami pentingnya kesadaran kolektif dalam menjaga kebersihan dan kualitas lingkungan, guna menciptakan dunia yang lebih sehat dan berkelanjutan. Buku ini memberikan panduan bagi pembaca untuk memahami dan mengimplementasikan langkah-langkah konkret dalam menjaga kesehatan lingkungan di sekitar kita.

Buku Bunga Rampai Kesehatan Lingkungan mengupas berbagai aspek penting terkait hubungan antara lingkungan yang sehat dan kesehatan masyarakat. Dimulai dengan pembahasan tentang pencegahan penyakit lingkungan melalui sanitasi dan kebersihan, buku ini mengajak pembaca untuk memahami betapa vitalnya sanitasi yang baik dalam mencegah berbagai penyakit berbasis lingkungan. Penyakit seperti diare, infeksi saluran pernapasan, dan malaria sering kali disebabkan oleh sanitasi yang buruk, sehingga pengelolaan lingkungan yang lebih baik sangat diperlukan.



Melalui Bab-Bab selanjutnya, buku ini juga mengeksplorasi masalah polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, serta pengelolaan sampah yang efektif. Bab-Bab tersebut memberikan wawasan mendalam mengenai bagaimana polusi dan limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan risiko penyakit, serta bagaimana teknologi dan kebijakan dapat membantu mengurangi dampak negatif tersebut terhadap kesehatan masyarakat.

Sebagai penutup, buku ini menyajikan berbagai solusi untuk mengatasi tantangan kesehatan lingkungan, mulai dari pengelolaan air bersih hingga pengelolaan limbah berbahaya. Pembaca diajak untuk lebih memahami pentingnya kesadaran kolektif dalam menjaga kebersihan dan kualitas lingkungan, guna menciptakan dunia yang lebih sehat dan berkelanjutan. Buku ini memberikan panduan bagi pembaca untuk memahami dan mengimplementasikan langkah-langkah konkret dalam menjaga kesehatan lingkungan di sekitar kita.

ISBN 978-634-7139-77-1



9

786347

139771

Penerbit:

**PT Nuansa Fajar Cemerlang**

Grand Slipi Tower Lt. 5 Unit F

Jalan S. Parman Kav. 22-24

Kel. Palmerah, Kec. Palmerah

Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia, 11480

Telp: (021) 29866919