

KESEHATAN LINGKUNGAN

Penulis :

**Dimas Ario Sumilih, Dimas Akmarul Putera, Musfira,
Dodi Satriawan, Patrich Phill Edrich Papilaya**



KESEHATAN LINGKUNGAN

**Dimas Ario Sumilih
Dimas Akmarul Putera
Musfira
Dodi Satriawan
Patrich Phill Edrich Papilaya**



GET PRESS INDONESIA

KESEHATAN LINGKUNGAN

Penulis :

Dimas Ario Sumilih
Dimas Akmarul Putera
Musfira
Dodi Satriawan
Patrich Phill Edrich Papilaya

ISBN : 978-623-125-469-6

Editor : Mila Sari, S.ST, M.Si

Penyunting : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, November 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Kesehatan Lingkungan ini.

Buku ini membahas Pengantar Kesehatan Lingkungan, Pencemaran Lingkungan Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, Kesehatan Lingkungan Dan Permukiman, Kesehatan Lingkungan Kerja, Isu-isu Kontemporer Dalam Kesehatan Lingkungan.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENGANTAR KESEHATAN LINGKUNGAN	1
1.1 Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan	1
1.1.1 Pemahaman Kesehatan Lingkungan	1
1.1.2 Hubungan Kesehatan Lingkungan dengan Kesehatan Individu dan Masyarakat	3
1.1.3 Peran Kesehatan Lingkungan dalam Mencegah Penyakit	4
1.2 Identifikasi Faktor Penentu Kesehatan Lingkungan	5
1.2.1 Faktor Fisik	6
1.2.2 Faktor Biologi	6
1.2.3 Faktor Sosial	7
1.2.4 Faktor Ekonomi	7
1.3 Masalah Kesehatan yang Terkait dengan Lingkungan	8
1.3.1 Penyakit yang Disebabkan oleh Air Tercemar	8
1.3.2 Penyakit Akibat Polusi Udara	9
1.3.3 Penyakit Terkait Sanitasi dan Kebersihan	9
1.4 Aksi Nyata Pengelolaan Kesehatan Lingkungan	10
1.4.1 Pengelolaan Sampah dan Limbah	11
1.4.2 Pengolahan Air Bersih	11
1.4.3 Kebijakan Pengurangan Emisi	12
1.4.4 Pendidikan Kesehatan Lingkungan	13
1.4.5 Pembudayaan Hidup Sehat Melalui Potensi Kearifan Lokal	13
1.5 Solusi Tantangan Kesehatan Lingkungan	15
1.5.1 Peran Teknologi dan Inovasi dalam Mitigasi Dampak Lingkungan	15
1.5.2 Kebijakan dan Pendidikan Kesehatan Lingkungan di Era Globalisasi	16
1.5.3 Potensi Kearifan Lokal dalam Meningkatkan Kualitas Kesehatan Lingkungan	17

DAFTAR PUSTAKA.....	19
BAB 2 PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN	25
2.1 Pendahuluan	25
2.2 Solid Waste.....	26
2.2.1 <i>Solid Waste Management System</i>	27
2.3 Pencemaran Terhadap Kesehatan	30
2.3.1 Dampak Pencemaran Terhadap Kesehatan Manusia.....	32
2.4 Strategi Penanggulangan	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35
BAB 3 KESEHATAN LINGKUNGAN DAN PERMUKIMAN.....	39
3.1 Pendahuluan	39
3.1.1 Kesehatan Lingkungan dan Permukiman.....	41
3.1.2 Pentingnya Kesehatan Lingkungan dalam Konteks Permukiman	44
3.1.3 Hubungan Antara Kesehatan Lingkungan dan Permukiman	45
3.2 Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan.....	47
3.2.1 Komponen-komponen Lingkungan Hidup	47
3.2.2 Ekosistem dan Keseimbangan Alam.....	50
3.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesehatan Lingkungan	53
3.3 Permukiman dan Dampaknya terhadap Lingkungan.	56
3.4 Masalah Kesehatan Lingkungan di Permukiman	59
3.5 Faktor Risiko Kesehatan di Permukiman Perkotaan dan Pedesaan.....	61
3.5.1 Risiko Kesehatan di Permukiman Padat Penduduk.....	61
3.5.2 Tantangan Kesehatan Lingkungan di Wilayah Pedesaan.....	62
3.6 Perbandingan Kesehatan Lingkungan Permukiman Berdasarkan Skala Kota.....	64
3.7 Studi Kasus.....	67

3.7.1 Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat.....	67
3.7.2 Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Kota Jayapura, Papua.....	69
3.7.3 Perbandingan Implementasi Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Wilayah Pedesaan dan Perkotaan: Studi Kasus Lombok Timur dan Kota Jayapura	71
DAFTAR PUSTAKA	74
BAB 4 KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA	79
4.1 Pendahuluan.....	79
4.2 Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja	80
4.2.1 Nilai Batas Ambang pada Iklim Lingkungan Kerja	82
4.2.2 Nilai Ambang Batas pada Kebisingan Lingkungan Kerja.....	83
4.2.3 Nilai Ambang Batas pada Getaran di Lingkungan Kerja	84
4.2.4 Nilai Ambang Batas pada Radiasi Non-Pengion	85
4.2.5 Nilai Ambang Batas pada Radiasi Non-Pengion	86
4.3 Pengukuran serta Pengendalian Kesehatan Lingkungan Kerja.....	88
4.4 Higiene dan Sanitasi Ditempat Kerja.....	90
DAFTAR PUSTAKA	92
BAB 5 ISU-ISU KONTEMPORER DALAM KESEHATAN LINGKUNGAN	95
5.1 Perubahan Iklim	95
5.2 Polusi.....	97
5.2.1 Polusi Udara.....	97
5.2.2 Polusi Air.....	99
5.3 Pengelolaan Limbah.....	101
5.3.1 Limbah Plastik.....	101
5.3.2 Limbah medis	102
5.3.3 Kebijakan dan Regulasi	104

5.3.4 Daur Ulang dan Ekonomi Sirkular: Konsep untuk Keberlanjutan Global	106
5.4 Ketahanan Pangan.....	109
5.4.1 Ketahanan Pangan: Tantangan dan Solusi untuk Masa Depan	109
DAFTAR PUSTAKA.....	118
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perbandingan Kesehatan Lingkungan Permukiman Berdasarkan Skala Kota dan Jumlah Penduduk.....	64
Tabel 4.1. Nilai Batas Ambang pada Iklim Lingkungan Kerja	83
Tabel 4.2. Nilai Ambang Batas pada Kebisingan Lingkungan Kerja	84
Tabel 4.3. Nilai Ambang Batas Getaran pada Lengan dan Tangan.....	85
Tabel 4.4. Nilai Ambang Batas pada Radiasi Ultraviolet (200 – 400 nm) di Tempat Lingkungan Kerja. ...	86
Tabel 4.5. Nilai Ambang Batas Pada Bahan Kimia Di Tempat Lingkungan Kerja.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perbandingan Tingkat Produksi Limbah Dan PDB Dari 40 Negara Maju dan Berkembang.....	29
Gambar 3.1. Praktik Membuang Sampah Sembarangan	63
Gambar 4.1. Parameter Penilaian Kualitas Lingkungan.....	79
Gambar 4.2. Standar Kesehatan Lingkungan Kerja.....	81
Gambar 4.3. Nilai Batas Ambang Pada Faktor Fisika	82
Gambar 4.4. Jenis Nilai Ambang Batas Getaran Pada Lingkungan Kerja	85
Gambar 4.5. Jenis NAB Radiasi Non-Pengion Pada Lingkungan Kerja	85
Gambar 4.6. Jenis NAB Faktor Kimia pada Lingkungan Kerja	87
Gambar 4.7. Faktor yang mempengaruhi Kesehatan Lingkungan Kerja.	89
Gambar 4.8. Cara didalam pengendalian Faktor Penurunan Kesehatan Lingkungan Kerja.....	90

BAB 1

PENGANTAR KESEHATAN LINGKUNGAN

Oleh Dimas Ario Sumilih

1.1 Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan

Tahukah Anda bahwa menurut data WHO, sekitar 24% dari seluruh kematian di dunia disebabkan oleh faktor lingkungan yang tidak sehat, seperti polusi udara, air tercemar, dan sanitasi yang buruk? Mungkin Anda pernah mendengar atau bahkan mengalami sendiri dampak lingkungan yang tidak terkelola dengan baik, seperti banjir karena drainase yang tersumbat sampah atau polusi udara yang menyebabkan meningkatnya kasus penyakit pernapasan. Pertanyaan penting yang muncul adalah: seberapa besar sebenarnya pengaruh lingkungan terhadap kesehatan kita sehari-hari? Bagaimana kondisi air yang kita minum, udara yang kita hirup, dan tempat tinggal kita dapat memengaruhi kualitas hidup? Apakah Anda pernah berpikir bahwa kebiasaan dan perilaku sehari-hari yang terlihat sederhana, seperti membuang sampah sembarangan, dapat berdampak besar pada kesehatan masyarakat luas? Melalui materi ini, kita akan mengeksplorasi berbagai aspek yang menjadikan kesehatan lingkungan sebagai kunci penting dalam menjaga kesejahteraan manusia.

1.1.1 Pemahaman Kesehatan Lingkungan

Kesehatan lingkungan secara etimologis berasal dari kata "kesehatan," yang berarti kondisi tubuh dan pikiran yang baik, serta "lingkungan," yang merujuk pada segala sesuatu yang ada di sekitar kita, baik fisik maupun sosial. Secara terminologis, kesehatan lingkungan merujuk pada ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dan lingkungannya, serta bagaimana faktor lingkungan memengaruhi kesehatan manusia. Menurut definisi WHO (*World Health Organization*), kesehatan lingkungan mencakup semua

faktor fisik, kimia, dan biologis eksternal yang berdampak pada manusia, serta perilaku yang terkait dengan faktor-faktor tersebut (WHO, 2020). Konsep ini menekankan pentingnya menjaga kualitas lingkungan yang sehat untuk mencegah timbulnya penyakit yang dapat memengaruhi kesejahteraan manusia secara keseluruhan.

Dalam kerangka ilmu pengetahuan, kesehatan lingkungan menjadi bidang multidisiplin yang memadukan berbagai aspek dari ilmu kesehatan, ilmu alam, dan teknologi. Kesehatan lingkungan tidak hanya berfokus pada aspek kesehatan masyarakat, tetapi juga mencakup ekologi, biologi, kimia, hingga ilmu atmosfer untuk memahami dan mengatasi risiko kesehatan yang muncul akibat perubahan lingkungan. Pendekatan preventif menjadi salah satu kunci dalam bidang ini, dengan tujuan utama mencegah penyakit melalui pengelolaan lingkungan yang baik.

Seiring perkembangan zaman, kesehatan lingkungan semakin relevan dengan isu-isu kontemporer seperti perubahan iklim, polusi industri, dan pengelolaan limbah. Oleh karena itu, peran kesehatan lingkungan sangat penting dalam pengambilan kebijakan publik terkait pembangunan berkelanjutan (Schwabe, 2017). Selanjutnya, kesehatan lingkungan tidak dapat dipahami secara menyeluruh tanpa adanya sinergi dengan ilmu-ilmu sosial dan humaniora.

Manusia sebagai makhluk sosial terikat oleh norma-norma budaya, ekonomi, dan politik yang memengaruhi cara mereka berinteraksi dengan lingkungan. Sebagai contoh, perilaku membuang sampah sembarangan tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan seseorang, tetapi juga oleh norma sosial yang berlaku di masyarakat. Penelitian dari Evans (2021) menegaskan bahwa pemahaman komprehensif tentang perilaku manusia dan interaksi sosial sangat diperlukan dalam penerapan strategi kesehatan lingkungan yang efektif. Oleh karena itu, integrasi antara kesehatan lingkungan dan ilmu sosial seperti sosiologi, antropologi, dan psikologi diperlukan untuk memahami dinamika sosial yang berkontribusi pada keberhasilan atau kegagalan kebijakan kesehatan lingkungan.

Kolaborasi ini menjadi penting dalam penerapan kebijakan internasional terkait kesehatan lingkungan. Pendekatan teknis

sering kali perlu didampingi oleh pendekatan humanis. Misalnya, keberhasilan implementasi kebijakan pengelolaan sampah di beberapa negara berkembang diperoleh setelah memperhatikan aspek sosial budaya setempat, termasuk melibatkan pemuka adat dan tokoh masyarakat dalam sosialisasi kebijakan (Schlosberg & Carruthers, 2019). Dengan demikian, pemahaman yang holistik antara ilmu kesehatan, ilmu alam, dan ilmu sosial memberikan landasan yang kuat dalam menjaga keseimbangan antara manusia dan lingkungannya, serta mendukung terciptanya masyarakat yang sehat dan berkelanjutan.

1.1.2 Hubungan Kesehatan Lingkungan dengan Kesehatan Individu dan Masyarakat

Kesehatan lingkungan memiliki dampak langsung terhadap kesehatan individu dan masyarakat secara keseluruhan. Lingkungan yang tidak sehat, seperti air yang tercemar atau udara yang dipenuhi polutan, dapat memicu berbagai penyakit pada individu, termasuk infeksi saluran pernapasan, penyakit kulit, dan penyakit bawaan air seperti diare. Menurut laporan WHO (2020), sekitar 1,7 juta kematian anak-anak di seluruh dunia disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan yang dapat dicegah, seperti polusi udara dan sanitasi yang buruk. Ini menunjukkan bahwa kualitas lingkungan yang buruk akan meningkatkan risiko kesehatan individu, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan orang tua. Dengan demikian, menjaga lingkungan yang sehat menjadi esensial dalam melindungi kesehatan individu.

Kesehatan lingkungan juga sangat memengaruhi kesehatan masyarakat secara lebih luas. Penyakit yang muncul akibat masalah lingkungan seringkali memiliki efek domino, satu individu yang terkena penyakit dapat menyebarkan infeksi ke orang lain, terutama dalam komunitas dengan fasilitas sanitasi yang buruk. Misalnya, penyakit seperti kolera dan tifus dapat menyebar dengan cepat di daerah yang memiliki akses terbatas terhadap air bersih dan sanitasi yang memadai. Schwabe (2017) menyatakan bahwa kesehatan masyarakat sangat bergantung pada kondisi lingkungan komunitas tersebut tinggal, bekerja, dan menjalani kehidupannya sehari-hari. Oleh karena itu, upaya pencegahan penyakit menular

sering kali harus dimulai dari peningkatan kualitas lingkungan hidup di komunitas tersebut.

Hubungan yang erat antara kesehatan lingkungan dengan kesehatan individu dan masyarakat juga dapat dilihat dari dampak psikologis dan sosial. Polusi suara dan pencemaran lingkungan dapat menyebabkan stres, gangguan tidur, dan penurunan kualitas hidup, yang pada akhirnya memengaruhi kesehatan mental. Di sisi lain, lingkungan yang bersih dan sehat berkontribusi pada terciptanya komunitas yang harmonis dan produktif. Sebagai contoh, Evans (2021) menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di lingkungan yang asri dan bersih memiliki tingkat stres yang lebih rendah dan kesehatan mental yang lebih baik. Dengan demikian, kesehatan lingkungan tidak hanya berhubungan dengan aspek fisik kesehatan individu dan masyarakat, tetapi juga memiliki implikasi terhadap kesehatan mental dan kesejahteraan sosial secara menyeluruh.

1.1.3 Peran Kesehatan Lingkungan dalam Mencegah Penyakit

Kesehatan lingkungan memainkan peran penting dalam upaya pencegahan penyakit dengan mengidentifikasi dan mengendalikan faktor-faktor lingkungan yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan. Kondisi lingkungan yang tidak sehat, seperti polusi udara, air tercemar, dan sanitasi yang buruk, dapat menjadi medium penyebaran berbagai penyakit menular dan tidak menular. Menurut Mackenzie et al. (2014), perbaikan lingkungan melalui penyediaan air bersih dan pengelolaan limbah yang efektif telah terbukti menurunkan insiden penyakit seperti diare dan kolera. Intervensi semacam ini fokus pada eliminasi atau mitigasi paparan terhadap agen penyebab penyakit sebelum memengaruhi populasi, sehingga mencegah terjadinya wabah.

Kesehatan lingkungan berperan dalam meningkatkan kesadaran dan edukasi masyarakat mengenai praktik hidup sehat yang berkaitan dengan lingkungan. Edukasi tentang pentingnya kebersihan pribadi dan lingkungan, seperti mencuci tangan dengan sabun dan pengelolaan sampah rumah tangga, dapat mencegah penularan penyakit infeksi. WHO (2018) menekankan bahwa program pendidikan kesehatan lingkungan yang efektif dapat

meningkatkan perilaku preventif masyarakat dan mengurangi beban penyakit yang ditularkan melalui lingkungan. Pendekatan ini sangat penting terutama di daerah dengan sumber daya terbatas, pencegahan lebih efisien dan ekonomis dibandingkan pengobatan.

Selain penyakit menular, kesehatan lingkungan juga berkontribusi dalam pencegahan penyakit tidak menular yang berkaitan dengan faktor lingkungan, seperti penyakit pernapasan akibat polusi udara dan gangguan neurologis akibat paparan bahan kimia berbahaya. Cohen et al. (2017) menunjukkan bahwa pengurangan emisi polutan udara dapat menurunkan prevalensi penyakit kardiovaskular dan pernapasan. Upaya regulasi dan kebijakan yang membatasi pencemaran lingkungan menjadi bagian integral dari kesehatan lingkungan dalam mencegah penyakit kronis. Dengan demikian, kesehatan lingkungan tidak hanya berperan pada tingkat individu tetapi juga pada skala populasi melalui implementasi kebijakan dan regulasi yang melindungi kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

1.2 Identifikasi Faktor Penentu Kesehatan Lingkungan

Ketika membahas kesehatan lingkungan, pernahkah Anda berpikir tentang faktor-faktor apa saja yang menentukan kualitas lingkungan yang sehat? Di Indonesia, polusi udara di kota-kota besar telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan, dengan laporan Greenpeace (2022) menunjukkan bahwa Jakarta termasuk salah satu kota dengan kualitas udara terburuk di dunia. Bagaimana polusi udara memengaruhi kesehatan Anda sehari-hari? Apakah Anda menyadari bahwa kondisi fisik lingkungan seperti kualitas air yang Anda minum, udara yang Anda hirup, serta sanitasi tempat tinggal memiliki dampak besar terhadap kesehatan? Selain faktor fisik, kondisi biologis seperti kehadiran patogen, serta faktor sosial dan ekonomi, seperti urbanisasi dan kemiskinan, juga turut memengaruhi kesehatan lingkungan. Jadi, seberapa besar dampak yang Anda rasakan dari lingkungan sekitar terhadap kesehatan Anda? Berikut kita akan identifikasi berbagai faktor penentu kesehatan lingkungan dan dampaknya.

1.2.1 Faktor Fisik

Faktor fisik memiliki pengaruh besar terhadap kesehatan lingkungan, terutama air, udara, tanah, dan iklim. Air yang tercemar dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare, kolera, dan hepatitis, terutama di negara-negara berkembang yang akses terhadap air bersih masih menjadi tantangan (WHO, 2020). Polusi udara juga merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia, dengan polutan seperti PM2.5 dan ozon yang dapat memicu gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular (Brauer et al., 2016). Selain itu, kualitas tanah yang buruk akibat kontaminasi bahan kimia berbahaya dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang, terutama melalui paparan bahan-bahan toksik seperti pestisida dan logam berat (Smith et al., 2012). Iklim juga memainkan peran penting, dengan perubahan iklim yang meningkatkan risiko penyakit seperti malaria dan dengue akibat penyebaran vektor penyakit di daerah yang lebih luas (Patz et al., 2005). Dampak kombinasi dari faktor-faktor ini menunjukkan betapa pentingnya menjaga kesehatan lingkungan untuk melindungi kesehatan manusia secara keseluruhan.

1.2.2 Faktor Biologi

Faktor biologis seperti patogen, hewan, dan tanaman memiliki peran signifikan dalam memengaruhi kesehatan lingkungan. Patogen seperti bakteri, virus, dan parasit dapat mencemari air, makanan, dan udara, sehingga menyebabkan berbagai penyakit infeksi seperti kolera, malaria, dan COVID-19 (WHO, 2020). Hewan juga berperan penting, baik sebagai vektor penyakit maupun sebagai faktor dalam ekosistem yang dapat memengaruhi kesehatan manusia. Misalnya, nyamuk yang membawa virus dengue atau malaria sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat di wilayah tropis (Githeko et al., 2000). Tanaman, di sisi lain, dapat berperan sebagai faktor positif maupun negatif. Beberapa jenis tanaman dapat menyaring polutan udara, sementara tanaman beracun atau invasif bisa mengganggu keseimbangan ekosistem dan memicu masalah kesehatan (Ziska et al., 2019). Selain itu, perubahan dalam pola tanam akibat perubahan iklim juga dapat memengaruhi penyebaran penyakit terkait tanaman, yang pada akhirnya

memengaruhi keamanan pangan dan kesehatan masyarakat (Patz et al., 2005). Faktor-faktor biologis ini menunjukkan betapa kompleksnya interaksi antara lingkungan dan kesehatan manusia, pengelolaan yang baik terhadap ekosistem dapat berkontribusi pada pencegahan penyakit.

1.2.3 Faktor Sosial

Faktor sosial seperti urbanisasi, kepadatan penduduk, dan perilaku manusia sangat memengaruhi kesehatan lingkungan. Urbanisasi yang cepat sering kali diikuti oleh permasalahan seperti kemacetan, polusi udara, sanitasi yang buruk, dan kekurangan fasilitas air bersih, yang semuanya berkontribusi terhadap penurunan kualitas kesehatan masyarakat (Cohen, 2006). Kepadatan penduduk di area urban memperburuk situasi dengan meningkatkan risiko penyebaran penyakit menular akibat buruknya sanitasi dan infrastruktur yang tidak memadai (Alirol et al., 2011). Selain itu, perilaku manusia seperti praktik pembuangan sampah sembarangan dan penggunaan energi yang tidak efisien memperparah kondisi lingkungan (Evans, 2021). Hal ini diperburuk oleh kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan, yang dapat mempercepat degradasi lingkungan dan memicu munculnya penyakit terkait lingkungan (Schlosberg & Carruthers, 2019). Oleh karena itu, faktor sosial berperan signifikan dalam menciptakan lingkungan yang sehat atau sebaliknya, menjadi penyebab timbulnya masalah kesehatan akibat kondisi lingkungan yang memburuk.

1.2.4 Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi seperti pembangunan, industrialisasi, dan kemiskinan memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan lingkungan. Pembangunan yang tidak berkelanjutan sering kali mengorbankan kualitas lingkungan, dengan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan dan minimnya regulasi terhadap polusi (Dasgupta et al., 2002). Industrialisasi, meskipun mendorong pertumbuhan ekonomi, juga menghasilkan polusi udara, air, dan tanah yang memperburuk kondisi kesehatan masyarakat, terutama di negara-negara berkembang di mana pengawasan terhadap

limbah industri masih lemah (Jha, 2018). Sementara itu, kemiskinan memperparah kondisi ini karena masyarakat miskin cenderung tinggal di area dengan lingkungan yang tidak sehat, seperti daerah kumuh yang tidak memiliki akses ke air bersih dan sanitasi yang memadai. Hal ini meningkatkan risiko penyakit terkait lingkungan, seperti infeksi saluran pernapasan dan diare (World Bank, 2020). Lebih jauh, kemiskinan juga menghambat upaya mitigasi dampak lingkungan karena terbatasnya sumber daya untuk membangun infrastruktur yang ramah lingkungan (McMichael, 2008). Oleh karena itu, peran ekonomi sangat penting dalam menentukan kualitas kesehatan lingkungan, baik melalui kebijakan pembangunan yang berkelanjutan maupun melalui pengentasan kemiskinan yang dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap lingkungan yang sehat.

1.3 Masalah Kesehatan yang Terkait dengan Lingkungan

Apakah Anda tahu bahwa menurut data WHO, lebih dari 3 juta kematian pertahun di seluruh dunia disebabkan oleh polusi udara, sementara di Indonesia, sekitar 70% penyakit diare yang terjadi pada anak-anak disebabkan oleh air yang tercemar? Bagaimana kondisi air yang Anda gunakan sehari-hari, apakah sudah aman untuk diminum? Tidak hanya itu, buruknya sanitasi dan perilaku tidak menjaga kebersihan juga menjadi penyebab utama berbagai penyakit seperti tifus dan disentri, yang masih banyak ditemui di Indonesia. Bagaimana jika kita melihat lebih dekat, apakah Anda pernah berpikir bahwa lingkungan sekitar Anda bisa menjadi sumber penyakit jika tidak dikelola dengan baik? Berikut kita akan membahas masalah-masalah kesehatan yang berhubungan langsung dengan kondisi lingkungan, termasuk dampak air tercemar, polusi udara, serta sanitasi dan perilaku hidup yang tidak sehat.

1.3.1 Penyakit yang Disebabkan oleh Air Tercemar

Penyakit yang disebabkan oleh air tercemar, seperti kolera dan diare, merupakan masalah kesehatan serius yang masih sering terjadi di berbagai negara, termasuk Indonesia. Kolera, yang

disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholerae*, menyebar melalui air yang terkontaminasi dan dapat menyebabkan diare parah yang berujung pada dehidrasi, bahkan kematian jika tidak segera ditangani (WHO, 2020). Diare, yang sering kali diakibatkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi bakteri, virus, atau parasit, merupakan salah satu penyebab utama kematian pada anak-anak di bawah usia lima tahun di negara berkembang (UNICEF, 2019). Di Indonesia, diare tetap menjadi masalah kesehatan yang signifikan, terutama di daerah dengan akses terbatas terhadap air bersih dan sanitasi yang memadai. Menurut data Kementerian Kesehatan Indonesia (2020), insiden diare meningkat selama musim hujan ketika terjadi kontaminasi air. Oleh karena itu, akses terhadap air bersih dan perbaikan sanitasi sangat penting dalam upaya pencegahan penyakit yang terkait dengan air tercemar.

1.3.2 Penyakit Akibat Polusi Udara

Polusi udara menjadi salah satu penyebab utama penyakit pernapasan seperti asma dan infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Asma, yang ditandai dengan peradangan saluran udara, seringkali diperburuk oleh paparan polutan udara seperti partikel PM_{2.5} dan ozon. Penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di daerah dengan polusi udara tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami gejala asma yang parah (Brauer et al., 2016). ISPA sangat terkait dengan kualitas udara yang buruk. WHO (2020) melaporkan bahwa sekitar 4,2 juta kematian pertahun disebabkan oleh paparan polusi udara luar ruang, ISPA menjadi salah satu penyebab kematian utama pada anak-anak di bawah usia lima tahun, terutama di negara-negara berkembang. Kasus ISPA di Indonesia meningkat di kota-kota besar seperti Jakarta, dengan polusi udara yang melebihi ambang batas aman (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2019). Dengan demikian, polusi udara tidak hanya berdampak pada kesehatan individu, tetapi juga menimbulkan beban kesehatan masyarakat yang serius.

1.3.3 Penyakit Terkait Sanitasi dan Kebersihan

Penyakit yang terkait dengan sanitasi dan kebersihan, seperti demam tifoid dan disentri, masih menjadi masalah kesehatan utama

di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Demam tifoid disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi* yang biasanya menyebar melalui makanan atau air yang terkontaminasi oleh tinja dari orang yang terinfeksi. Penyakit ini dapat menyebabkan demam tinggi, diare, dan komplikasi serius seperti perforasi usus jika tidak ditangani (WHO, 2019). Disentri, yang disebabkan oleh bakteri *Shigella* atau amoeba *Entamoeba histolytica*, juga terkait dengan sanitasi yang buruk, terutama di daerah yang kekurangan akses terhadap air bersih dan fasilitas sanitasi yang memadai. Disentri ditandai dengan diare berdarah, kram perut, dan dehidrasi, yang dapat berakibat fatal jika tidak segera diobati (Gomes et al., 2016). Di Indonesia, kedua penyakit ini sering terjadi terutama pada populasi yang tinggal di daerah dengan sanitasi dan kebersihan yang buruk, risiko penyebaran melalui air dan makanan tercemar (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2020). Oleh karena itu, peningkatan akses sanitasi yang aman dan edukasi tentang kebersihan menjadi langkah penting untuk mencegah penyebaran penyakit ini.

1.4 Aksi Nyata Pengelolaan Kesehatan Lingkungan

Apakah Anda tahu bahwa setiap hari, dunia menghasilkan sekitar 2 miliar ton sampah, dan sebagian besar dari sampah ini tidak dikelola dengan baik, menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius? Di Indonesia, data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) menunjukkan bahwa sekitar 67 juta ton sampah dihasilkan setiap tahun, dengan hanya 60% yang dikelola dengan benar. Bagaimana sampah ini memengaruhi kualitas hidup Anda? Selain itu, akses terhadap air bersih juga masih menjadi tantangan, di mana lebih dari 80 juta penduduk Indonesia belum memiliki akses air bersih yang layak. Bagaimana upaya pengelolaan sampah, pengolahan air bersih, dan kebijakan pengurangan emisi dapat memberikan dampak besar terhadap kesehatan lingkungan Anda? Tidak hanya itu, peran pendidikan kesehatan lingkungan dan pembudayaan hidup sehat melalui potensi kearifan lokal juga menjadi penting. Misalnya, bagaimana budaya gotong royong dan tradisi menjaga kebersihan lingkungan dalam masyarakat lokal dapat diterapkan dalam solusi modern untuk menjaga kesehatan

lingkungan? Mari kita eksplorasi lanjut tentang aksi dan upaya nyata yang dapat kita lakukan untuk menjaga kesehatan lingkungan ini.

1.4.1 Pengelolaan Sampah dan Limbah

Pengelolaan sampah dan limbah yang efisien dan efektif sangat penting dalam menjaga kesehatan lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. Salah satu pendekatan yang efektif adalah dengan menerapkan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) yang mendorong pengurangan jumlah sampah yang dihasilkan, pemanfaatan ulang bahan, serta daur ulang sampah menjadi produk baru. Pengelolaan sampah yang baik melibatkan segregasi sampah dari sumbernya, pemilahan sampah organik dan anorganik, serta pengolahan limbah yang sesuai untuk mencegah pencemaran tanah dan air (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

Teknologi pengolahan sampah seperti insinerasi untuk limbah berbahaya dan komposting untuk sampah organik telah terbukti efektif dalam mengurangi volume sampah yang harus ditimbun (Giacomini & Malerba, 2019). Di Indonesia, program bank sampah telah menjadi salah satu inisiatif sukses yang tidak hanya mengurangi sampah tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya daur ulang dan pengelolaan sampah yang bertanggung jawab (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Dengan langkah-langkah pengelolaan yang tepat, masalah sampah dan limbah dapat diminimalkan, sehingga lingkungan tetap sehat dan lestari.

1.4.2 Pengolahan Air Bersih

Pengolahan air bersih yang optimal sangat penting untuk memastikan akses masyarakat terhadap air yang aman dan sehat, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Proses pengolahan air bersih dimulai dengan penyaringan fisik untuk menghilangkan partikel-partikel besar, diikuti oleh proses kimia seperti koagulasi dan flokulasi untuk mengikat partikel halus sehingga dapat disaring lebih lanjut (WHO, 2017). Selanjutnya, desinfeksi dengan menggunakan klorin atau teknologi UV dilakukan untuk membunuh mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus,

dan parasit yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare dan kolera (UNICEF, 2019).

Dalam konteks Indonesia, pengelolaan air bersih masih menghadapi tantangan besar, terutama di daerah pedesaan, banyak sumber air yang tercemar limbah dan kurangnya infrastruktur untuk pengolahan air yang memadai (Kementerian PUPR, 2020). Oleh karena itu, implementasi teknologi yang sederhana namun efektif seperti filter air berbasis membran atau biofilter dapat menjadi solusi untuk daerah-daerah dengan akses terbatas. Pengolahan air yang optimal tidak hanya memastikan pasokan air bersih yang berkelanjutan tetapi juga berkontribusi besar dalam meningkatkan kesehatan masyarakat.

1.4.3 Kebijakan Pengurangan Emisi

Kebijakan pengurangan emisi menjadi langkah penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan perbaikan kualitas udara. Salah satu kebijakan global yang signifikan adalah Perjanjian Paris, negara-negara berkomitmen untuk membatasi kenaikan suhu global hingga di bawah 2°C dengan mengurangi emisi gas rumah kaca (UNFCCC, 2015). Kebijakan pengurangan emisi biasanya melibatkan pengembangan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan air untuk menggantikan bahan bakar fosil yang menjadi sumber utama emisi karbon. Selain itu, penerapan standar emisi yang ketat untuk kendaraan bermotor dan industri juga menjadi bagian dari strategi pengurangan emisi di banyak negara (International Energy Agency, 2020).

Di Indonesia, kebijakan pengurangan emisi diatur dalam *Nationally Determined Contributions* (NDC), yang menargetkan pengurangan emisi sebesar 29% dengan usaha sendiri atau 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Kebijakan ini diharapkan dapat menurunkan dampak buruk emisi terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan, serta mendukung tercapainya pembangunan yang berkelanjutan.

1.4.4 Pendidikan Kesehatan Lingkungan

Pendidikan kesehatan lingkungan dapat disampaikan melalui tiga jalur utama: formal, nonformal, dan informal. Pendidikan formal mencakup pembelajaran yang terstruktur di sekolah atau institusi pendidikan, melalui kurikulum lingkungan hidup yang diajarkan secara langsung, misalnya, melalui mata pelajaran IPA atau geografi yang mencakup topik-topik seperti ekosistem, pencemaran, dan pengelolaan sumber daya alam (Tilbury & Wortman, 2004). Sementara itu, pendidikan nonformal mencakup kegiatan di luar institusi formal, seperti program pelatihan, seminar, atau lokakarya yang diadakan oleh pemerintah atau LSM untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan (Sterling, 2010). Pendidikan informal, yang biasanya terjadi melalui interaksi sosial dan media, sangat berperan dalam membentuk sikap dan perilaku sehari-hari terkait kesehatan lingkungan. Misalnya, kampanye media massa tentang daur ulang atau praktik hidup bersih dan sehat dapat mempengaruhi kesadaran masyarakat secara luas (UNESCO, 2017).

Di Indonesia, pendidikan lingkungan juga mulai diintegrasikan melalui program Adiwiyata, yang mendorong sekolah-sekolah untuk menerapkan prinsip-prinsip ramah lingkungan dalam kegiatan belajar dan kehidupan sehari-hari (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Dengan kombinasi ketiga jalur pendidikan ini, masyarakat dapat memperoleh pemahaman menyeluruh tentang pentingnya kesehatan lingkungan dalam berbagai konteks kehidupan.

1.4.5 Pembudayaan Hidup Sehat Melalui Potensi Kearifan Lokal

Pembudayaan hidup sehat melalui potensi kearifan lokal di Indonesia merupakan langkah penting dalam menjaga kesehatan lingkungan yang berkelanjutan. Setiap daerah di Indonesia memiliki tradisi yang mengandung nilai-nilai hidup sehat, kepedulian terhadap ekosistem, dan pelestarian lingkungan. Di Sumatra, tradisi *lubuk larangan* mengatur masyarakat agar tidak memancing ikan di sungai pada waktu-waktu tertentu demi menjaga kelestarian ekosistem air (Effendi, 2018). Di Jawa, tradisi *gotong royong*

berperan dalam menjaga kebersihan lingkungan secara bersama-sama melalui kegiatan kerja bakti membersihkan desa (Koentjaraningrat, 2009). Di Kalimantan, suku Dayak memiliki tradisi hutan adat yang melarang perusakan hutan untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan kesehatan masyarakat (Peluso & Vandergeest, 2020). Di Bali, konsep *Tri Hita Karana* mendorong hubungan harmonis antara manusia, alam, dan Tuhan, termasuk dalam menjaga kebersihan lingkungan (Pitana, 2010). Di Sulawesi, masyarakat Toraja melestarikan lingkungan melalui upacara pemakaman yang tidak merusak alam sekitar (Waterson, 2009), sementara di Papua, tradisi *sasi* melarang pengambilan sumber daya alam di waktu-waktu tertentu untuk menjaga keseimbangan lingkungan (McLeod et al., 2019). Potensi kearifan lokal ini menunjukkan bagaimana nilai-nilai tradisional dapat mendukung pembudayaan hidup sehat dan pengelolaan lingkungan yang bijak.

Aksi nyata strategi pembudayaan hidup sehat melalui kearifan lokal dapat dilakukan dengan mengintegrasikan nilai-nilai tradisi ke dalam program-program kesehatan dan lingkungan. Pertama, pemerintah dan masyarakat dapat bekerjasama untuk mengadakan pendidikan lingkungan berbasis kearifan lokal di sekolah-sekolah, seperti mengajarkan anak-anak tentang lubuk larangan atau sasi sebagai model pelestarian ekosistem air dan hutan. Kedua, pelibatan tokoh adat dan agama dalam kampanye kesehatan lingkungan dapat meningkatkan kepatuhan masyarakat terhadap prinsip hidup sehat yang diwariskan secara turun-temurun, seperti gotong royong dalam menjaga kebersihan desa. Ketiga, pengembangan pariwisata berbasis budaya, seperti *Tri Hita Karana* di Bali, dapat dipromosikan untuk mendorong praktik hidup sehat yang harmonis dengan alam. Keempat, tradisi lokal dapat diresmikan melalui kebijakan perlindungan lingkungan berbasis kearifan lokal yang disertai insentif bagi komunitas yang mempraktikkan pengelolaan sumber daya alam secara bijak. Langkah-langkah aksi ini membantu melestarikan tradisi sekaligus memperkuat budaya hidup sehat yang berkontribusi bagi kesehatan lingkungan.

1.5 Solusi Tantangan Kesehatan Lingkungan

Apakah Anda pernah berpikir bagaimana tantangan kesehatan lingkungan yang semakin kompleks saat ini dapat diatasi? Data dari WHO menunjukkan bahwa sekitar 12,6 juta kematian di seluruh dunia setiap tahun disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak sehat, seperti polusi udara, air tercemar, dan sanitasi yang buruk. Di Indonesia, tantangan ini juga tidak kalah serius, dengan laporan Kementerian Kesehatan (2020) menyebutkan bahwa 31,4% penduduk masih belum memiliki akses ke sanitasi layak. Bagaimana Anda melihat solusi yang bisa diterapkan untuk mengatasi masalah ini? Apakah kebijakan pengurangan emisi sudah cukup efektif? Bagaimana peran masyarakat dalam mengelola limbah rumah tangga dan menjaga kebersihan lingkungan? Tantangan kesehatan lingkungan memerlukan solusi yang komprehensif, dari kebijakan pemerintah hingga perubahan perilaku individu. Mari kita telaah berbagai solusi yang bisa diimplementasikan untuk menghadapi tantangan ini dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat bagi semua.

1.5.1 Peran Teknologi dan Inovasi dalam Mitigasi Dampak Lingkungan

Teknologi dan inovasi memainkan peran penting dalam mitigasi dampak lingkungan dengan menyediakan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk mengatasi masalah lingkungan. Salah satu inovasi yang sudah banyak diterapkan adalah teknologi energi terbarukan, seperti panel surya dan turbin angin, yang telah berhasil mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas rumah kaca (REN21, 2020). Di Indonesia, penerapan energi surya di kawasan terpencil telah memberikan dampak positif dengan mengurangi penggunaan generator berbahan bakar diesel yang mencemari udara (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020). Inovasi dalam teknologi daur ulang pun telah mampu membuat pengelolaan sampah menjadi lebih efisien. Teknologi daur ulang plastik, misalnya, memungkinkan limbah plastik diolah kembali menjadi bahan baku yang dapat digunakan untuk produksi baru,

mengurangi sampah plastik yang berakhir di tempat pembuangan akhir (Hopewell, Dvorak, & Kosior, 2009).

Selain energi dan daur ulang, teknologi digital juga berperan besar dalam mitigasi dampak lingkungan. Sistem penginderaan jauh dan pemantauan berbasis satelit kini digunakan untuk mengidentifikasi deforestasi, mengontrol kebakaran hutan, dan memantau kualitas udara secara *real-time* (Gutman & Justice, 2013). Di sektor perkotaan, konsep *smart city* semakin banyak diimplementasikan, di mana sensor dan data besar digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi, air, dan transportasi sehingga kota menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan (Batty et al., 2012). Di Jakarta, sistem pengelolaan lalu lintas berbasis teknologi telah membantu mengurangi kemacetan dan menekan emisi kendaraan bermotor (Sari & Munandar, 2019). Inovasi semacam ini tidak hanya membantu dalam mitigasi dampak lingkungan tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi kesehatan dan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan.

1.5.2 Kebijakan dan Pendidikan Kesehatan Lingkungan di Era Globalisasi

Kebijakan dan pendidikan kesehatan lingkungan menjadi semakin penting di era globalisasi, dampak perubahan lingkungan melampaui batas-batas negara. Kebijakan kesehatan lingkungan kini harus bersifat lintas negara dan melibatkan kerjasama internasional. Contohnya, Perjanjian Paris yang mengikat lebih dari 190 negara untuk mengurangi emisi gas rumah kaca merupakan kebijakan global yang dirancang untuk menanggulangi perubahan iklim dan dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan (UNFCCC, 2015). Di tingkat nasional, Indonesia telah menerapkan kebijakan lingkungan melalui Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang menekankan pentingnya pelestarian lingkungan sebagai bagian dari upaya menjaga kesehatan masyarakat (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Kebijakan ini juga mendorong integrasi teknologi ramah lingkungan dalam berbagai sektor, seperti energi terbarukan dan pengelolaan limbah. Melalui kebijakan ini,

pemerintah berharap dapat mengurangi dampak negatif pembangunan dan industrialisasi terhadap kesehatan lingkungan.

Pendidikan kesehatan lingkungan juga semakin berkembang di era globalisasi melalui jalur formal dan informal. Di jalur formal, kurikulum pendidikan di berbagai negara kini mengintegrasikan pendidikan lingkungan untuk menciptakan generasi yang lebih sadar terhadap isu-isu lingkungan global. Sebagai contoh, di Indonesia, program Adiwiyata mengajarkan siswa tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan di sekolah (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Di jalur informal, kampanye kesehatan lingkungan melalui media sosial dan platform digital telah berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat secara luas tentang pentingnya menjaga lingkungan. Sebagai contoh, kampanye global "*World Cleanup Day*" mengajak masyarakat dari berbagai negara, termasuk Indonesia, untuk membersihkan sampah di lingkungannya (World Cleanup Day, 2021). Melalui pendidikan ini, masyarakat tidak hanya dibekali dengan pengetahuan tentang kesehatan lingkungan, tetapi juga didorong untuk mengambil tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

1.5.3 Potensi Kearifan Lokal dalam Meningkatkan Kualitas Kesehatan Lingkungan

Potensi kearifan lokal dalam meningkatkan kualitas kesehatan lingkungan sangatlah besar, terutama karena nilai-nilai tradisional tersebut sering kali sudah terintegrasi dengan praktik-praktik pelestarian lingkungan. Di berbagai daerah di Indonesia, masyarakat telah lama mempraktikkan kearifan lokal yang berhubungan dengan kelestarian lingkungan, seperti sistem sasi di Papua dan Maluku. *Sasi* adalah tradisi yang melarang pemanfaatan sumber daya alam pada waktu tertentu, dengan tujuan memberi waktu bagi alam untuk memulihkan diri. Tradisi ini berperan penting dalam menjaga ekosistem laut dan hutan serta mencegah eksploitasi berlebihan yang bisa merusak kesehatan lingkungan (McLeod et al., 2019). Selain itu, di Sumatra, tradisi *lubuk larangan* juga memiliki prinsip serupa, di mana masyarakat setempat melarang

penangkapan ikan di wilayah tertentu untuk menjaga populasi ikan dan menjaga kualitas air di daerah tersebut (Effendi, 2018).

Kearifan lokal juga sering mencerminkan pola hidup sehat dan bersih yang berdampak langsung pada kesehatan lingkungan dan masyarakat. Di Jawa, tradisi *gotong royong* dalam membersihkan desa masih terus dipraktikkan di banyak daerah. *Gotong royong* tidak hanya mempererat hubungan sosial, tetapi juga menjaga kebersihan lingkungan dari sampah dan limbah yang berpotensi menjadi sumber penyakit (Koentjaraningrat, 2009). Di Bali, filosofi *Tri Hita Karana*, menekankan hubungan harmonis antara manusia, alam, dan Tuhan, diterapkan dalam menjaga kebersihan dan keberlanjutan lingkungan. Hal ini terlihat dari upaya masyarakat Bali dalam menjaga kebersihan sungai dan lingkungan sekitar Pura yang tidak hanya memiliki nilai spiritual tetapi juga kesehatan (Pitana, 2010).

Kearifan lokal juga dapat diintegrasikan ke dalam program pemerintah untuk memperkuat kebijakan lingkungan. Sebagai contoh, pemerintah Indonesia telah mulai mengadopsi beberapa praktik kearifan lokal ke dalam kebijakan pengelolaan lingkungan. Program-program seperti Adiwiyata, yang mendorong penerapan prinsip-prinsip lingkungan di sekolah, mengandung elemen kearifan lokal yang menekankan pentingnya *gotong royong* dan kelestarian alam (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Di Kalimantan, masyarakat suku Dayak telah lama mempraktikkan sistem hutan adat yang membatasi pemanfaatan hutan untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Tradisi ini didukung oleh kebijakan perlindungan hutan yang bertujuan menjaga kesehatan lingkungan dan mencegah bencana alam seperti banjir dan tanah longsor (Peluso & Vandergeest, 2020). Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dalam kebijakan lingkungan, Indonesia dapat meningkatkan kualitas kesehatan lingkungan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alirol, E., Getaz, L., Stoll, B., Chappuis, F., & Loutan, L. (2011). Urbanisation and infectious diseases in a globalised world. *The Lancet Infectious Diseases*, 11(2), 131-141.
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518.
- Brauer, M., Freedman, G., Frostad, J., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Dentener, F., ... & Forouzanfar, M. H. (2016). Ambient air pollution exposure estimation for the global burden of disease 2013. *Environmental Science & Technology*, 50(1), 79-88.
- Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., ... & Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907-1918.
- Cohen, B. (2006). Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*, 28(1-2), 63-80.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147-168.
- Effendi, H. (2018). Kearifan lokal dalam pengelolaan lingkungan: Studi kasus Lubuk Larangan di Sumatra. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 26(1), 15-28.
- Evans, J. (2021). Human behavior and environmental health: A sociological approach. *Journal of Environmental Studies*, 15(2), 85-102.
- Giacomini, T., & Malerba, G. (2019). Waste management in urban environments: Innovative solutions for a sustainable future. *Journal of Environmental Management*, 234, 78-85.
- Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., & Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: A regional

- analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1136-1147.
- Gomes, C., Martinez-Puchol, S., Palma, N., Horna, G., Ruiz, J., & Ochoa, T. J. (2016). *Shigella* in developing countries: Genetic determinants, antibiotic resistance and infection control. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 6, 61.
- Gutman, G., & Justice, C. O. (2013). *Land change science: Observing, monitoring and understanding trajectories of change on the Earth's surface*. Springer Science & Business Media.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. Washington, DC: World Bank.
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). *Plastics recycling: challenges and opportunities*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115-2126.
- International Energy Agency. (2020). *Global energy review 2020: The impacts of the COVID-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions*. Paris: IEA.
- Jha, R. (2018). *Economic globalization, industrialization and environmental sustainability in India*. *Economic and Political Weekly*, 53(34), 65-73.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Laporan energi terbarukan di Indonesia*. Jakarta: KESDM.
- Kementerian Kesehatan Indonesia. (2019). *Laporan tahunan: Kualitas udara dan dampaknya terhadap kesehatan di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Kementerian Kesehatan Indonesia. (2020). *Laporan tahunan kesehatan lingkungan dan sanitasi di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). *Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian LHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Laporan tahunan pengelolaan sampah di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). *Program*

- Adiwiyata: Mewujudkan sekolah peduli dan berbudaya lingkungan. Jakarta: Kemdikbud.
- Kementerian PUPR. (2020). Laporan tahunan akses air bersih di Indonesia. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Koentjaraningrat. (2009). Kebudayaan Jawa. Jakarta: Balai Pustaka.
- Mackenzie, J. S., Jeggo, M., Daszak, P., & Richt, J. A. (2014). One Health: The human-animal-environment interfaces in emerging infectious diseases. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 365, 1-14.
- McLeod, J., Morrison, J., & Ironside, J. (2019). Sasi and marine conservation in Papua: A traditional approach to sustainable resource management. *Environmental Management*, 53(2), 412-425.
- McMichael, A. J. (2008). Poverty, climate change, and human health. *International Journal of Public Health*, 53(3), 111-113.
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310-317.
- Peluso, N. L., & Vandergeest, P. (2020). Political ecologies of forest management in Southeast Asia. Routledge.
- Pitana, I. (2010). Tri Hita Karana: The philosophical foundation of Balinese sustainable development. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 14(3), 305-314.
- REN21. (2020). Renewables 2020 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat.
- Sari, A., & Munandar, A. (2019). Implementasi smart city dalam pengelolaan lalu lintas di Jakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 6(3), 45-58.
- Schlosberg, D., & Carruthers, D. (2019). Environmental justice and social movements in the global south. Cambridge University Press.
- Schwabe, C. (2017). Environmental health: Understanding the global issues. Routledge.
- Smith, K. R., Corvalán, C. F., & Kjellström, T. (2012). How much global ill health is attributable to environmental factors? *Epidemiology*, 17(2), 165-178.

- Sterling, S. (2010). Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. *Environmental Education Research*, 16(5-6), 511-528.
- Tilbury, D., & Wortman, D. (2004). Engaging people in sustainability. IUCN Commission on Education and Communication. Gland, Switzerland: IUCN.
- UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. Paris: UNESCO.
- UNFCCC. (2015). The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNFCCC. (2015). The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNICEF. (2019). Water, sanitation and hygiene (WASH) in health care facilities: Global baseline report 2019. New York: UNICEF.
- UNICEF. (2019). Water, sanitation and hygiene: The foundations of public health. New York: UNICEF.
- Waterson, R. (2009). Paths and rivers: Sa'dan Toraja society in transformation. Tuttle Publishing.
- WHO. (2018). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2020). Environmental health: Fact sheet. Retrieved from https://www.who.int/environmental_health
- WHO. (2020). Water, sanitation and hygiene: An introduction. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health
- World Bank. (2020). Poverty and shared prosperity 2020: Reversals of fortune. Washington, DC: World Bank.
- World Cleanup Day. (2021). World Cleanup Day 2021 – A massive global social action. Retrieved from <https://www.worldcleanupday.org>
- World Health Organization. (2016). Ambient air pollution: A global

- assessment of exposure and burden of disease. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2018). Health and environment linkage initiative. Retrieved from <https://www.who.int/heli>
- World Health Organization. (2018). Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2019). Typhoid fact sheet. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/typhoid>
- World Health Organization. (2020). Air pollution fact sheet. Retrieved from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- World Health Organization. (2020). Cholera fact sheet. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera>
- World Health Organization. (2020). Environment and health. Retrieved from <https://www.who.int/environment>
- World Health Organization. (2020). Sanitation and health. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- World Health Organization. (2020). Vector-borne diseases. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- World Health Organization. (2020). *Water, sanitation and hygiene: An introduction*. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health
- Ziska, L. H., Epstein, P. R., & Schlesinger, W. H. (2019). Rising CO₂, climate change, and public health: Exploring the links to plant biology. *Environmental Health Perspectives*, 117(2), 155-158.

BAB 2

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN

Oleh Dimas Akmarul Putera

2.1 Pendahuluan

Dalam zaman modern ini, perkembangan dalam industri manufaktur dan sektor jasa telah mengalami kemajuan yang sangat berarti. Keadaan persaingan yang intens dan harapan tinggi dari pelanggan mendorong perusahaan-perusahaan untuk menjalankan berbagai upaya perbaikan (Putera, 2021).

Perusahaan-perusahaan yang ingin mencapai keunggulan kompetitif harus mulai mempertimbangkan dampak lingkungan dari aktivitas mereka. Inovasi dalam praktik ramah lingkungan seperti pengurangan emisi karbon, efisiensi energi, penggunaan bahan baku yang dapat diperbarui, serta pengelolaan limbah yang lebih baik menjadi kunci penting. Dengan mengadopsi strategi berkelanjutan, perusahaan tidak hanya meningkatkan reputasi mereka di mata konsumen yang semakin peduli terhadap lingkungan, tetapi juga dapat mematuhi peraturan pemerintah yang semakin ketat terkait masalah lingkungan. (Putera *et al.*, 2022)(Putera, Matondang and Sembiring, 2023)

Perubahan iklim adalah ancaman terbesar bagi kesehatan manusia. Suhu yang meningkat memicu lebih seringnya cuaca ekstrem, mengubah wilayah persebaran penyakit yang sensitif terhadap iklim, memengaruhi keamanan pangan dan air, memperburuk kualitas udara, serta mengganggu sistem sosial yang mendukung kesehatan (Organization, 2023). Untuk membatasi peningkatan suhu, diperlukan pengurangan emisi karbon dioksida (CO₂) dengan cepat di semua sektor, termasuk sektor kesehatan yang tidak terkecuali dalam hal ini.

2.2 Solid Waste

Sampah padat atau *solid waste*, yang juga dikenal sebagai sampah rumah tangga, limbah, atau buangan, adalah limbah yang dihasilkan dari berbagai sumber, seperti kawasan perumahan (rumah tunggal dan rumah keluarga besar), komersial (bar, hotel, restoran), institusi (kantor, sekolah, penjara, rumah sakit, bandara), serta industri (pusat manufaktur dan fabrikasi). Layanan kota seperti pemeliharaan lanskap, penyapuan jalan, material bangunan yang tidak didaur ulang, dan limbah dari pembongkaran bangunan juga termasuk dalam kategori ini (Eshete, Haddis and Mengistie, 2024).

Pertumbuhan urbanisasi dan perkembangan ekonomi telah menyebabkan peningkatan jumlah limbah padat perkotaan. Pada tahun 2050, produksi limbah padat global diperkirakan mencapai sekitar 3,4 miliar metrik ton per tahun. Peningkatan produksi limbah ini sebagian besar disebabkan oleh pertumbuhan populasi, yang menimbulkan kekhawatiran besar terhadap keberlanjutan ekologi. Asia menghasilkan sepertiga dari total limbah global (Kaza *et al.*, 2018).

Negara berpenghasilan tinggi (HIC) mampu mendaur ulang 51% dari limbah mereka, sementara negara berpenghasilan rendah (LIC) hanya mendaur ulang 16% dari limbahnya. LIC membuang 93% dari limbah mereka di tempat pembuangan terbuka, sedangkan HIC hanya membuang 2% di tempat pembuangan terbuka, yang menunjukkan kurangnya praktik pengelolaan limbah padat (SWM) yang memadai di LIC (Khan *et al.*, 2022). Hal ini tidak hanya membahayakan kesehatan manusia, tetapi juga lingkungan dan mata pencaharian. Praktik SWM yang buruk dalam beberapa dekade terakhir telah menyebabkan krisis kesehatan besar selama pandemi, badai, gempa bumi, dan banjir. Peningkatan jumlah limbah dan kesulitan dalam mengelolanya menjadi perhatian besar bagi masyarakat dan memiliki banyak dampak negatif terhadap lingkungan serta sosial. Penimbunan limbah dan pembuangan limbah yang tidak memadai juga telah menyebabkan kekhawatiran ekonomi, kesejahteraan, dan keamanan.

Produksi limbah padat telah meningkat pesat akibat pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan industrialisasi secara global.

Pengelolaan limbah padat (SWM) menjadi tantangan besar bagi masyarakat karena menyebabkan masalah lokal dengan dampak global. Oleh karena itu, strategi pengelolaan limbah padat yang berfokus pada daur ulang limbah merupakan praktik yang menjanjikan untuk mendukung tujuan keberlanjutan. Beberapa negara maju memiliki strategi pengelolaan limbah yang sangat baik dalam mendaur ulang produk limbah. Di sisi lain, negara berkembang menghadapi banyak tantangan, seperti pemilahan dan penanganan limbah padat kota (MSW), akibat tingginya kepadatan penduduk dan ketidakstabilan ekonomi. Ketidakmampuan dalam mengelola limbah ini dapat mempercepat munculnya masalah lingkungan dan sosial-ekonomi yang berbahaya.

Peningkatan jumlah dan kompleksitas limbah perkotaan serta industri yang terus berlanjut telah diakui sebagai salah satu masalah utama di masa kini dan mendatang. Pengelolaan limbah yang buruk menghadirkan ancaman terhadap kesejahteraan masyarakat dan menghasilkan berbagai masalah sosial dan ekonomi, serta dampak lingkungan yang signifikan. Ketergantungan pada tempat pembuangan dan pembuangan limbah yang tidak memadai terus memengaruhi individu dengan masalah keuangan, kesehatan, dan keamanan. Di sisi lain, pengolahan limbah padat kota (MSW) yang ramah lingkungan diakui sebagai langkah penting untuk mengurangi dampak sosial-ekonomi dan lingkungan, serta menstabilkan tiga aspek keberlanjutan (yaitu, kelayakan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesetaraan sosial). Solusi untuk masalah ini meliputi pengurangan limbah, daur ulang, penutupan tempat pembuangan terbuka yang tidak higienis, peningkatan pemulihan gas limbah, pengomposan, dan pemulihan energi. Di antara semua pendekatan ini, pengolahan limbah menjadi energi (*waste-to-energy/WTE*) adalah pendekatan berkelanjutan yang dapat membatasi emisi dan penggunaan lahan; WTE dianggap sebagai strategi paling menjanjikan dalam menangani produksi limbah (Mpfu, Oyekola and Welz, 2021).

2.2.1 Solid Waste Management System

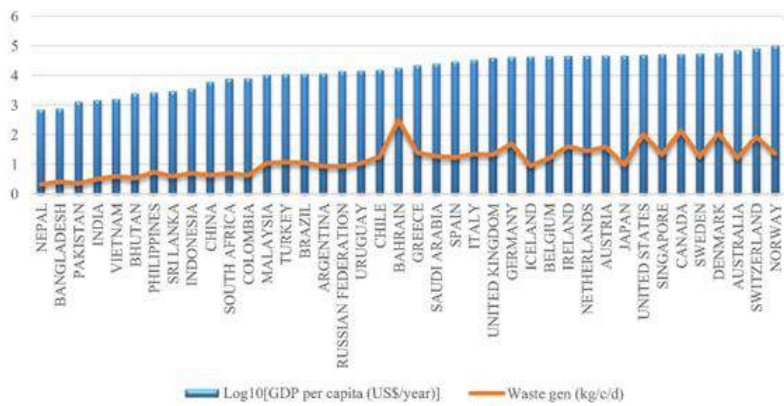
Pengelolaan limbah padat (SWM) merupakan masalah penting bagi masyarakat dan pemerintah, terutama di lingkungan

perkotaan yang menghadapi pertumbuhan populasi yang cepat dan volume limbah padat yang terus meningkat. Kegiatan pengelolaan limbah padat secara khusus meliputi tahapan seperti penghasilannya, penyimpanan, pengumpulan, transportasi, pengolahan, hingga pembuangan akhir. Masalah keuangan dalam menerapkan sistem pengelolaan limbah padat yang efektif dan efisien menjadi tantangan utama bagi banyak negara berkembang (Kanhai *et al.*, 2021).

Fasilitas pembuangan limbah padat utama yang digunakan, terutama di negara-negara berkembang berpenghasilan rendah dan menengah di Amerika Latin, Afrika, dan Asia, adalah pembuangan di lapangan terbuka, yang kemudian diikuti dengan pembuangan ke sungai atau aliran air, bahkan di saluran tepi jalan yang dialihkan untuk mengalirkan air hujan (Peura, Voutilainen and Kantola, 2022). Praktik pembuangan limbah padat di lapangan terbuka ini mencapai 50%-80% di kota-kota negara berkembang. Sistem pembuangan di lapangan terbuka yang tidak ilmiah ini menyebabkan berbagai polusi lingkungan dan berdampak pada kesehatan penduduk yang tinggal di sekitar tempat pembuangan sampah. Dengan demikian, polusi air, tanah, dan udara secara langsung memengaruhi kesehatan manusia dengan menyebarkan berbagai penyakit menular.

Populasi global saat ini tumbuh sekitar 1,05% per tahun dan diperkirakan akan melebihi 10 miliar pada tahun 2057. Peningkatan populasi ini memainkan peran penting dalam menghasilkan jumlah limbah padat perkotaan (MSW) yang signifikan, yang menjadi tantangan besar bagi keberlanjutan lingkungan. Di sisi lain, dunia menghasilkan sekitar 2,01 miliar ton MSW setiap tahun, di mana 33% dari limbah tersebut tidak ditangani dengan baik. Temuan ini menunjukkan bahwa metode untuk menangani laju pertumbuhan produksi MSW secara global sangat dibutuhkan. Menurut Dana Moneter Internasional (IMF), negara maju dan berkembang dikategorikan berdasarkan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita. Terdapat hubungan langsung antara PDB dan tingkat produksi limbah padat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Biasanya, tingkat produksi limbah di negara maju berkisar antara 1,00 hingga 2,50 kg per kapita per hari (kg/c/d), sementara di

negara berkembang berkisar antara 0,50 hingga 1,00 kg/c/d. (Holizuka and Shibata, 2021).



Gambar 2.1. Perbandingan Tingkat Produksi Limbah Dan PDB Dari 40 Negara Maju dan Berkembang (Sumber: (Kumar *et al.*, 2018))

Peningkatan jumlah dan kompleksitas limbah perkotaan serta industri yang terus berlanjut telah diakui sebagai salah satu masalah utama di masa kini dan mendatang dalam masyarakat. Pengelolaan yang buruk juga menghadirkan ancaman terhadap kesejahteraan komunitas serta menimbulkan berbagai masalah sosial dan ekonomi, selain dampak lingkungan yang signifikan. Ketergantungan pada tempat pembuangan dan pembuangan limbah yang tidak memadai terus memengaruhi individu dengan masalah keuangan, kesehatan, dan keamanan. Di sisi lain, pengolahan limbah padat perkotaan (MSW) yang ramah lingkungan diakui sebagai hal yang penting untuk mengurangi dampak sosial-ekonomi dan lingkungan, serta untuk menstabilkan tiga aspek keberlanjutan (yaitu, kelayakan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesetaraan sosial). Solusi untuk masalah ini adalah dengan meminimalkan limbah, mendaur ulang, menutup tempat pembuangan terbuka yang tidak higienis, meningkatkan pemulihan gas limbah, pengomposan, dan pemulihan energi.

2.3 Pencemaran Terhadap Kesehatan

Studi tentang kaitan antara pengelolaan limbah yang baik dan kesehatan telah mengidentifikasi berbagai risiko potensial yang terkait dengan aktivitas pengelolaan limbah. Pengelolaan limbah yang tidak tepat dapat menyebabkan kontaminasi tanah dan air, sehingga menyebarkan agen mikroba, kolera, malaria, dan penyakit lain yang ditularkan melalui serangga pembawa. Pembuangan limbah sembarangan dan pembakaran limbah yang tidak terkendali telah dikaitkan dengan bahaya kesehatan yang serius (Raghav, Kumar and others, 2020). Limbah yang tidak diolah dengan baik terkait dengan kelainan bawaan, berat badan lahir rendah, penyakit pernapasan, dan peningkatan risiko kanker. Pengolahan limbah yang tidak terkendali, seperti pembakarannya, berhubungan dengan polusi udara, termasuk polutan kritis seperti partikel halus, serta produksi logam berat dan senyawa organik yang mudah menguap, yang semuanya berkontribusi pada dampak kesehatan negatif, baik dari segi kematian maupun kesakitan (Anand *et al.*, 2021).

Di era globalisasi dan perkembangan industri yang pesat, dampak dari pencemaran lingkungan menjadi salah satu isu yang paling mendesak dan relevan dalam diskusi mengenai kesehatan manusia. Pencemaran udara, air, dan tanah telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan, tidak hanya mengancam keseimbangan ekosistem, tetapi juga membawa dampak signifikan terhadap kesejahteraan dan kualitas hidup manusia. Dalam konteks ini, hubungan antara polusi dan kesehatan masyarakat menjadi semakin kompleks dan penting untuk dipahami secara mendalam (Siddique and Kiani, 2020).

Polusi udara, misalnya, telah lama dikenal sebagai salah satu ancaman utama bagi kesehatan masyarakat. Partikel halus seperti PM_{2.5} dan PM₁₀, serta gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂), yang dihasilkan dari aktivitas industri, transportasi, dan pembakaran bahan bakar fosil, merupakan polutan yang paling umum dan berbahaya (Fiordelisi *et al.*, 2017). Polutan-polutan ini mampu menembus sistem pernapasan manusia, menyebabkan berbagai penyakit pernapasan, seperti asma, bronkitis kronis, dan penyakit

paru obstruktif kronis (PPOK). Lebih dari itu, paparan jangka panjang terhadap udara yang tercemar juga berpotensi meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan kanker paru-paru (Manisolidis *et al.*, 2020).

Sementara itu, pencemaran air, yang seringkali diakibatkan oleh pembuangan limbah industri, pertanian, dan rumah tangga, juga memiliki dampak yang merusak. Air yang terkontaminasi oleh bakteri patogen, virus, dan bahan kimia berbahaya seperti logam berat dan pestisida, dapat menyebabkan penyakit serius apabila dikonsumsi atau digunakan dalam aktivitas sehari-hari (Dong, Zhang and Quan, 2020). Di banyak wilayah, terutama di negara berkembang, masalah ini diperburuk oleh kurangnya akses terhadap air bersih dan sistem sanitasi yang memadai, yang pada gilirannya meningkatkan prevalensi penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan infeksi parasite (Loyola *et al.*, 2020).

Tanah yang tercemar oleh zat kimia berbahaya, seperti pestisida dan limbah industri, juga tidak kalah mengancam. Pencemaran tanah ini berpotensi mempengaruhi kualitas pangan, karena tanaman yang tumbuh di atas tanah yang tercemar dapat menyerap bahan kimia beracun, yang kemudian masuk ke rantai makanan (Bhandari *et al.*, 2020). Konsumsi pangan yang terkontaminasi dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, mulai dari keracunan akut hingga gangguan kesehatan jangka panjang, termasuk gangguan perkembangan pada anak-anak dan peningkatan risiko kanker (Wang *et al.*, 2021).

Dalam menghadapi tantangan ini, diperlukan strategi yang komprehensif dan terpadu, yang melibatkan kerjasama antara pemerintah, industri, dan masyarakat. Pengelolaan limbah yang efektif, pengurangan emisi polutan, serta peningkatan kesadaran publik tentang pentingnya menjaga lingkungan, merupakan langkah-langkah penting yang harus diambil. Upaya ini tidak hanya akan membantu mengurangi dampak negatif pencemaran terhadap kesehatan manusia, tetapi juga akan mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat untuk generasi mendatang.

2.3.1 Dampak Pencemaran Terhadap Kesehatan Manusia

Pencemaran lingkungan memiliki dampak yang luas terhadap kesehatan manusia, dan efek ini dapat bervariasi tergantung pada jenis polutan, tingkat paparan, serta kerentanan individu. Polusi udara, yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan bermotor, pembangkit listrik, serta aktivitas industri, telah terbukti berkontribusi terhadap berbagai masalah kesehatan, terutama di daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi.

Salah satu penyakit yang paling sering dikaitkan dengan polusi udara adalah penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). PPOK merupakan kondisi progresif yang menyebabkan penyempitan saluran napas, sehingga menghambat aliran udara dan menyebabkan kesulitan bernapas. Penyakit ini sering kali diperburuk oleh paparan jangka panjang terhadap polutan udara seperti PM_{2.5}, yang mampu menembus jauh ke dalam paru-paru dan menyebabkan peradangan (Park *et al.*, 2021). Selain PPOK, paparan polusi udara juga telah dikaitkan dengan peningkatan risiko serangan jantung dan stroke, terutama pada individu yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskular (An *et al.*, 2018).

Penyakit lain yang juga menjadi perhatian serius adalah asma, kondisi kronis yang menyebabkan penyempitan dan peradangan saluran napas. Paparan terhadap polutan udara seperti ozon dan nitrogen dioksida (NO₂) dapat memicu serangan asma, terutama pada anak-anak dan lansia. Asma tidak hanya mengurangi kualitas hidup penderitanya, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan angka rawat inap dan kematian terkait asma.

Selain itu, pencemaran air juga membawa dampak yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat. Penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan disentri, seringkali disebabkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi oleh patogen. Diare, misalnya, merupakan salah satu penyebab utama kematian anak di bawah lima tahun di negara-negara berkembang, dan masalah ini seringkali diperburuk oleh buruknya infrastruktur sanitasi dan keterbatasan akses terhadap air bersih. Kontaminasi air oleh logam berat seperti timbal dan merkuri juga merupakan ancaman serius, karena dapat menyebabkan keracunan dan berbagai gangguan

neurologis, terutama pada anak-anak yang sedang dalam masa perkembangan.

Pencemaran tanah juga tidak dapat diabaikan, terutama dalam konteks produksi pangan. Tanah yang tercemar oleh pestisida, herbisida, atau limbah industri dapat mempengaruhi kualitas tanaman pangan yang ditanam di atasnya. Konsumsi makanan yang terkontaminasi oleh bahan kimia berbahaya ini dapat menyebabkan keracunan akut, yang ditandai dengan gejala seperti mual, muntah, dan kerusakan organ. Dalam jangka panjang, paparan bahan kimia seperti pestisida dapat meningkatkan risiko kanker, gangguan endokrin, dan masalah reproduksi.

Contoh lain dari dampak pencemaran lingkungan terhadap kesehatan adalah kasus "penyakit Minamata" di Jepang, yang disebabkan oleh konsumsi ikan dan kerang yang terkontaminasi oleh merkuri dari limbah industri. Penyakit ini menyebabkan kerusakan saraf yang parah, termasuk gangguan penglihatan, pendengaran, dan koordinasi motorik, serta telah menimbulkan dampak yang sangat merugikan bagi komunitas yang terdampak (James *et al.*, 2020).

2.4 Strategi Penanggulangan

Untuk menghadapi tantangan yang ditimbulkan oleh pencemaran lingkungan, diperlukan pendekatan yang holistik dan terkoordinasi. Beberapa strategi yang dapat diimplementasikan meliputi:

1. **Pengurangan Sumber Polusi:** Mengurangi emisi dari sumber-sumber utama polusi, seperti pembangkit listrik berbahan bakar fosil, kendaraan bermotor, dan pabrik industri. Penggunaan teknologi bersih, seperti kendaraan listrik dan energi terbarukan, dapat membantu mengurangi emisi polutan.
2. **Pengelolaan Limbah yang Efektif:** Meningkatkan sistem pengelolaan limbah, termasuk daur ulang, pengomposan, dan pemulihan energi dari limbah. Penutupan tempat pembuangan terbuka dan peningkatan fasilitas pengolahan limbah juga penting untuk mencegah kontaminasi lingkungan.
3. **Peningkatan Infrastruktur Sanitasi:** Memperluas akses terhadap air bersih dan fasilitas sanitasi yang memadai,

terutama di daerah pedesaan dan negara berkembang. Ini termasuk pembangunan sistem pengolahan air limbah yang efektif untuk mencegah pencemaran sumber air.

4. **Edukasi dan Kesadaran Masyarakat:** Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang dampak pencemaran lingkungan terhadap kesehatan dan pentingnya menjaga lingkungan. Edukasi ini dapat dilakukan melalui kampanye publik, pendidikan lingkungan di sekolah, dan pelatihan komunitas.
5. **Kebijakan dan Regulasi yang Ketat:** Pemerintah perlu mengimplementasikan regulasi yang lebih ketat terkait emisi polutan, pengelolaan limbah, dan penggunaan bahan kimia berbahaya. Penegakan hukum yang tegas juga diperlukan untuk memastikan kepatuhan industri terhadap standar lingkungan.

Dengan mengadopsi pendekatan ini, diharapkan dapat tercapai lingkungan yang lebih bersih dan sehat, serta peningkatan kualitas hidup bagi seluruh lapisan masyarakat. Selain itu, upaya ini juga mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam hal kesehatan, kesejahteraan, dan perlindungan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- An, Z. *et al.* (2018) 'Impact of Particulate Air Pollution on Cardiovascular Health', *Current Allergy and Asthma Reports*, 18(3), p. 15. doi: 10.1007/s11882-018-0768-8.
- Anand, U. *et al.* (2021) 'Potential Environmental and Human Health Risks Caused by Antibiotic-Resistant Bacteria (ARB), Antibiotic Resistance Genes (ARGs) and Emerging Contaminants (ECs) from Municipal Solid Waste (MSW) Landfill', *Antibiotics*. doi: 10.3390/antibiotics10040374.
- Bhandari, G. *et al.* (2020) 'Concentration and distribution of pesticide residues in soil: Non-dietary human health risk assessment', *Chemosphere*, 253, p. 126594. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126594>.
- Dong, W., Zhang, Y. and Quan, X. (2020) 'Health risk assessment of heavy metals and pesticides: A case study in the main drinking water source in Dalian, China', *Chemosphere*, 242, p. 125113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125113>.
- Eshete, A., Haddis, A. and Mengistie, E. (2024) 'Investigation of environmental and health impacts solid waste management problems and associated factors in Asella town, Ethiopia', *Heliyon*, 10(6), p. e28203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28203>.
- Fiordelisi, A. *et al.* (2017) 'The mechanisms of air pollution and particulate matter in cardiovascular diseases', *Heart Failure Reviews*, 22(3), pp. 337–347. doi: 10.1007/s10741-017-9606-7.
- Ho, H.-J., Iizuka, A. and Shibata, E. (2021) 'Chemical recycling and use of various types of concrete waste: A review', *Journal of Cleaner Production*, 284, p. 124785. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124785>.
- James, A. K. *et al.* (2020) 'Rethinking the Minamata Tragedy: What Mercury Species Was Really Responsible?', *Environmental Science & Technology*, 54(5), pp. 2726–2733. doi: 10.1021/acs.est.9b06253.

- Kanhai, G. *et al.* (2021) 'Urban Municipal Solid Waste management: Modeling air pollution scenarios and health impacts in the case of Accra, Ghana', *Waste Management*, 123, pp. 15–22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.005>.
- Kaza, S. *et al.* (2018) *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Reprint. World Bank Publications.
- Khan, A. H. *et al.* (2022) 'Current solid waste management strategies and energy recovery in developing countries - State of art review', *Chemosphere*, 291, p. 133088. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133088>.
- Kumar, S. *et al.* (2018) 'Rapid composting techniques in Indian context and utilization of black soldier fly for enhanced decomposition of biodegradable wastes - A comprehensive review', *Journal of Environmental Management*, 227, pp. 189–199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.096>.
- Loyola, S. *et al.* (2020) 'Fecal Contamination of Drinking Water Was Associated with Diarrheal Pathogen Carriage among Children Younger than 5 Years in Three Peruvian Rural Communities', *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(6), pp. 1279–1285. doi: 10.4269/ajtmh.19-0337.
- Manisalidis, I. *et al.* (2020) 'Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review', *Frontiers in Public Health*, 8(February), pp. 1–13. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014.
- Mpofu, A. B., Oyekola, O. O. and Welz, P. J. (2021) 'Anaerobic treatment of tannery wastewater in the context of a circular bioeconomy for developing countries', *Journal of Cleaner Production*, 296, p. 126490. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126490>.
- Organization, W. H. (2023) *Climate Change and Health*, World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health#:~:text=Research shows that 3.6 billion,diarrhoea and heat stress alone.>
- Park, J. *et al.* (2021) 'Impact of long-term exposure to ambient air pollution on the incidence of chronic obstructive pulmonary

- disease: A systematic review and meta-analysis', *Environmental Research*, 194, p. 110703. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110703>.
- Peura, P., Voutilainen, O. and Kantola, J. (2022) 'From garbage to product and service systems: A longitudinal Finnish case study of waste management evolution', *Waste Management*, 140, pp. 143–153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.025>.
- Putera, D. A. (2021) *Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Perum Bulog Divre Sumut*, *Post Graduate Tesis*. Universitas Sumatera Utara. Available at: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47744>.
- Putera, D. A. *et al.* (2022) 'PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA PT.XYZ', *Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis*, 1(1), pp. 21–33.
- Putera, D. A., Matondang, A. R. and Sembiring, M. T. (2023) 'Rice distribution planning using distribution resources planning (DRP) method', *AIP Conference Proceedings*, 2471(1), pp. 060002-1-060002–6. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0129254>.
- Raghav, S., Kumar, D. and others (2020) 'Review environmental implications of incineration of municipal solid waste and ash disposal', *Handbook of Research on Environmental and Human Health Impacts of Plastic Pollution*, pp. 59–79.
- Siddique, H. M. A. and Kiani, A. K. (2020) 'Industrial pollution and human health: evidence from middle-income countries', *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), pp. 12439–12448. doi: 10.1007/s11356-020-07657-z.
- Wang, R. *et al.* (2021) 'Health risks of exposure to soil-borne dichlorodiphenyltrichloroethanes (DDTs): A preliminary probabilistic assessment and spatial visualization', *Science of The Total Environment*, 772, p. 144949. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.144949>.

BAB 3

KESEHATAN LINGKUNGAN DAN PERMUKIMAN

Oleh Musfira

3.1 Pendahuluan

Era pertumbuhan populasi yang pesat dan urbanisasi yang tak terbendung menjadikan kesehatan lingkungan dan kualitas permukiman sebagai isu yang semakin krusial (UN-Habitat, 2017). Jutaan manusia setiap hari berinteraksi dengan lingkungan mereka, baik di rumah, tempat kerja, maupun ruang publik. Interaksi ini mempengaruhi kesejahteraan individu dan sekaligus membentuk fondasi bagi kesehatan masyarakat secara keseluruhan (WHO, 2018)

Kesehatan lingkungan dan permukiman merupakan aspek penting dalam meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat (Briggs, 2003). Permukiman yang sehat tidak hanya berfungsi sebagai tempat tinggal, tetapi juga sebagai lingkungan yang mendukung kesehatan fisik, mental, dan sosial penghuninya (Barton & Grant, 2006). Dalam konteks ini, hubungan antara kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat menjadi semakin relevan, terutama dengan meningkatnya urbanisasi dan perkembangan teknologi yang pesat (United Nations, 2019).

Permukiman yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi sumber berbagai masalah kesehatan, seperti kualitas air dan sanitasi yang buruk, pencemaran udara, pengelolaan sampah yang tidak efektif, serta kebisingan yang berlebihan (World Health Organization, 2018). Kondisi ini dapat menyebabkan berbagai penyakit menular maupun tidak menular yang secara langsung berdampak pada kesehatan masyarakat (Prüss-Üstün et al., 2016). Selain itu, perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan permukiman semakin memperparah risiko kesehatan yang

dihadapi oleh masyarakat, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan (IPCC, 2021).

Perencanaan dan pengelolaan permukiman yang sehat menjadi kunci dalam mengatasi berbagai tantangan kesehatan lingkungan ini (Duhl & Sanchez, 1999). Penerapan prinsip-prinsip perencanaan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, seperti desain perkotaan yang inklusif dan penanganan risiko bencana, merupakan langkah penting untuk menciptakan permukiman yang lebih sehat dan layak huni (Giles-Corti et al., 2016). Dalam konteks ini, penyakit-penyakit terkait lingkungan seperti malaria, DBD, asma, dan penyakit jantung menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas upaya pengelolaan lingkungan permukiman (WHO, 2020).

Pembangunan berkelanjutan menjadi kerangka kerja utama dalam memastikan terciptanya kesehatan lingkungan dan permukiman yang optimal (Sachs, 2015). Kerangka ini selaras dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), yang menekankan pentingnya penyediaan air bersih, sanitasi, serta pengembangan permukiman yang layak dan ramah lingkungan (United Nations, 2015). Selain itu, inovasi teknologi, seperti penerapan konsep "Smart City," telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengelolaan kesehatan lingkungan di berbagai kota di dunia, memungkinkan pemantauan kualitas udara, pengelolaan sampah yang efisien, dan pengembangan infrastruktur hijau yang mendukung keberlanjutan permukiman (Caragliu et al., 2011).

Konsep "Smart City" dalam konteks ini mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan efisiensi layanan kota, kualitas hidup warganya, serta mendukung keberlanjutan lingkungan (Caragliu et al., 2011). Melalui sensor kualitas udara yang dipasang di berbagai titik kota, pemerintah dapat memantau tingkat polusi secara real-time dan mengambil tindakan cepat untuk mengurangi emisi, seperti yang dilakukan di Kota London (World Bank, 2020). Di Indonesia, Jakarta telah mulai menerapkan teknologi pemantauan kualitas udara secara real-time melalui aplikasi "Jakarta Smart City" untuk memberikan informasi kualitas udara kepada warga, sehingga

mereka dapat mengambil tindakan pencegahan ketika kualitas udara memburuk.

Selain itu, teknologi cerdas juga diterapkan dalam pengelolaan sampah, di mana sensor pada tempat sampah membantu otoritas kota mengoptimalkan pengangkutan sampah dan mencegah penumpukan yang dapat mencemari lingkungan, seperti yang diterapkan di Seoul, Korea Selatan. Contohnya di Indonesia, Kota Surabaya telah mengadopsi sistem pengelolaan sampah berbasis teknologi dengan mesin penukar sampah plastik menjadi tiket bus, yang membantu mengurangi sampah plastik dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya daur ulang (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2020).

Infrastruktur hijau, seperti sistem penerangan bertenaga surya dan irigasi cerdas untuk taman kota, juga merupakan bagian dari konsep Smart City yang berkontribusi pada pengurangan emisi dan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien. Kota Bandung, misalnya, telah memasang lampu jalan berbasis energi surya sebagai bagian dari program Smart City untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon. Dengan demikian, konsep Smart City mendukung pembangunan berkelanjutan melalui pendekatan yang adaptif dan responsif terhadap tantangan kesehatan lingkungan, sekaligus membantu mencapai tujuan keberlanjutan di permukiman perkotaan.

Meski demikian, upaya untuk menciptakan permukiman yang sehat tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah, tetapi juga memerlukan peran aktif masyarakat (Chapin & Kaiser, 1979). Partisipasi masyarakat, edukasi, dan kesadaran akan pentingnya menjaga kesehatan lingkungan menjadi faktor kunci dalam menciptakan lingkungan permukiman yang sehat dan berkelanjutan (Pretty, 2003). Pengalaman dari berbagai daerah dan negara menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam menciptakan lingkungan yang sehat mampu memberikan hasil yang signifikan dan berkelanjutan (Ostrom, 1990).

3.1.1 Kesehatan Lingkungan dan Permukiman

Kesehatan lingkungan, menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), didefinisikan sebagai aspek-aspek kesehatan manusia dan

penyakit yang dipengaruhi oleh faktor-faktor dalam lingkungan. Definisi ini mencakup tidak hanya efek langsung dari bahan kimia, radiasi, dan agen biologis seperti virus, bakteri, dan parasit, tetapi juga efek yang seringkali tidak langsung dari berbagai elemen lingkungan fisik, psikologis, sosial, dan estetika yang lebih luas. Faktor-faktor ini meliputi kondisi perumahan, pembangunan perkotaan, penggunaan lahan, transportasi, serta kualitas udara, air, dan tanah di sekitar permukiman (WHO, 2018). Misalnya, kualitas udara yang buruk akibat polusi kendaraan bermotor atau emisi industri dapat menyebabkan gangguan pernapasan, seperti asma dan bronkitis. Paparan radiasi dari perangkat elektronik atau pencemaran bahan kimia dari limbah industri juga dapat meningkatkan risiko penyakit kronis, seperti kanker (WHO, 2018). Selain itu, lingkungan fisik seperti kebisingan lalu lintas dan kurangnya ruang terbuka hijau dapat mempengaruhi kesehatan mental, meningkatkan risiko stres, gangguan tidur, dan depresi (Thompson et al., 2019).

Aspek sosial dan psikologis dari kesehatan lingkungan juga sangat penting. Lingkungan yang kurang mendukung secara sosial, seperti daerah perkotaan yang padat dan minim fasilitas umum, dapat mengakibatkan isolasi sosial dan stres. Akses terhadap fasilitas kesehatan, sanitasi yang layak, dan ketersediaan air bersih sangat mempengaruhi kualitas hidup dan kesehatan masyarakat, terutama di wilayah permukiman padat penduduk. Faktor estetika seperti kebersihan lingkungan, ruang hijau, dan tata ruang kota yang baik juga berperan dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan mendukung kesejahteraan fisik serta mental penghuninya. Oleh karena itu, kesehatan lingkungan mencakup berbagai aspek yang saling berhubungan dan memengaruhi kondisi kesehatan individu dan masyarakat.

Konteks ini memandang permukiman bukan hanya sebagai tempat tinggal fisik, tetapi juga sebagai ekosistem mikro yang mencakup infrastruktur, layanan, dan dinamika sosial yang mempengaruhi kehidupan sehari-hari penghuninya. Permukiman yang sehat seharusnya mampu menyediakan perlindungan dari elemen alam sekaligus mendukung kesejahteraan fisik, mental,

dan sosial para penghuninya (WHO, 2018). Selain itu, permukiman yang ideal juga harus memberikan akses terhadap air bersih, sanitasi yang layak, ruang terbuka hijau, dan fasilitas kesehatan yang memadai, serta memastikan keamanan dan kenyamanan lingkungan (UN-Habitat, 2017). Faktor-faktor seperti kepadatan penduduk, kualitas udara, dan ketersediaan transportasi publik turut mempengaruhi kesehatan dan kualitas hidup di dalam permukiman (Cunningham & Cunningham, 2018). Oleh karena itu, menciptakan permukiman yang sehat membutuhkan pendekatan holistik yang melibatkan perencanaan lingkungan, partisipasi masyarakat, serta kebijakan pemerintah yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Integrasi antara kesehatan lingkungan dan permukiman menciptakan suatu paradigma holistik yang menyadari bahwa kualitas hidup manusia tidak dapat dipisahkan dari kualitas lingkungan tempat mereka tinggal. Desain dan pengelolaan permukiman yang mempertimbangkan kesehatan lingkungan dapat membantu mengurangi paparan terhadap polutan, mengendalikan tingkat kebisingan, dan memastikan bahwa infrastruktur dan fasilitas umum mendukung gaya hidup sehat. Misalnya, desain permukiman yang memperhatikan ventilasi dan pencahayaan alami dapat mengurangi risiko gangguan pernapasan dan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan (ASHRAE, 2019). Ruang terbuka hijau yang memadai dapat menurunkan risiko penyakit kardiovaskular dan mendukung kesehatan mental, sementara lingkungan yang bersih dan aman mendorong interaksi sosial dan membangun rasa keterikatan komunitas (UN-Habitat, 2017).

Selain aspek fisik dan struktural, faktor budaya dan perilaku masyarakat juga sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan dan permukiman. Kebiasaan hidup bersih, seperti pengelolaan sampah yang baik dan menjaga kebersihan tempat tinggal, dapat mengurangi risiko penyakit dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga lingkungan permukiman, seperti gotong-royong dalam membersihkan lingkungan atau menanam

pohon, dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya kesehatan lingkungan dan berkontribusi pada kesejahteraan komunitas secara keseluruhan (Pretty, 2003).

Oleh karena itu, integrasi antara kesehatan lingkungan dan perencanaan permukiman menjadi kunci dalam menciptakan masyarakat yang sehat dan berkelanjutan. Pendekatan holistik yang melibatkan berbagai aspek—mulai dari perencanaan tata ruang, partisipasi masyarakat, hingga kebijakan pemerintah—diperlukan untuk memastikan bahwa permukiman tidak hanya menjadi tempat tinggal, tetapi juga ekosistem yang mendukung kesehatan fisik, mental, dan sosial penghuninya. Penerapan konsep permukiman berkelanjutan yang memperhatikan keseimbangan antara aspek ekologis, sosial, dan ekonomi akan menjadi langkah penting dalam menciptakan permukiman yang ramah lingkungan dan layak huni bagi generasi saat ini dan mendatang.

3.1.2 Pentingnya Kesehatan Lingkungan dalam Konteks Permukiman

Signifikansi kesehatan lingkungan dalam konteks permukiman tidak bisa dilebih-lebihkan. Pertama, mayoritas waktu manusia dihabiskan di dalam dan sekitar tempat tinggal mereka. Kualitas udara dalam ruangan, ketersediaan air bersih, sistem sanitasi yang memadai, dan pengelolaan limbah yang efektif semuanya memiliki dampak langsung pada kesehatan fisik penghuni. Misalnya, paparan terhadap polutan dalam ruangan seperti asap rokok, bahan kimia pembersih, atau jamur dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan mulai dari iritasi mata hingga penyakit pernapasan kronis.

Kedua, lingkungan permukiman juga mempengaruhi kesehatan mental dan kesejahteraan sosial. Desain permukiman yang mempertimbangkan kebutuhan akan ruang hijau, area rekreasi, dan interaksi sosial dapat mendorong gaya hidup aktif, mengurangi stres, dan meningkatkan kohesi sosial. Sebaliknya, permukiman yang padat, kurang akses ke alam, atau minim fasilitas publik dapat berkontribusi pada isolasi sosial, depresi, dan peningkatan tingkat kriminalitas.

Ketiga, dalam skala yang lebih luas, kesehatan lingkungan permukiman memiliki implikasi signifikan terhadap kesehatan publik dan ketahanan masyarakat. Permukiman yang direncanakan dengan baik dapat memitigasi risiko bencana alam, mengurangi penyebaran penyakit menular, dan meningkatkan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim. Misalnya, sistem drainase yang efektif dapat mencegah genangan air yang menjadi tempat berkembang biak nyamuk pembawa penyakit, sementara bangunan yang dirancang dengan mempertimbangkan ventilasi alami dapat mengurangi ketergantungan pada pendingin udara, sehingga menurunkan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca.

Lebih jauh lagi, kesehatan lingkungan dalam permukiman memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Lingkungan yang sehat mendukung produktivitas, mengurangi beban biaya kesehatan, dan meningkatkan nilai properti. Investasi dalam infrastruktur hijau dan teknologi ramah lingkungan tidak hanya menguntungkan dari segi kesehatan tetapi juga dapat menjadi katalis untuk pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

3.1.3 Hubungan Antara Kesehatan Lingkungan dan Permukiman

Kesehatan lingkungan dan permukiman memiliki hubungan yang sangat erat dan saling mempengaruhi. Kondisi lingkungan permukiman yang sehat berperan penting dalam menciptakan kualitas hidup yang baik bagi penghuninya. Sebaliknya, lingkungan permukiman yang tidak sehat dapat menjadi sumber berbagai masalah kesehatan, baik fisik maupun mental. Oleh karena itu, memahami hubungan antara kesehatan lingkungan dan permukiman menjadi aspek krusial dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan permukiman.

Kondisi lingkungan permukiman memiliki peran yang sangat signifikan dalam mempengaruhi kesehatan masyarakat yang tinggal di dalamnya. Beberapa faktor utama yang menjadi indikator penting dalam menggambarkan hubungan antara kesehatan lingkungan dan permukiman meliputi:

1. Ketersediaan air bersih sangat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat di lingkungan permukiman. Permukiman yang memiliki akses terbatas terhadap air bersih sering mengalami peningkatan kasus penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan infeksi kulit (WHO, 2020). Selain itu, keterbatasan akses air bersih juga berdampak pada tingkat kebersihan rumah tangga, yang pada akhirnya dapat memengaruhi kesehatan secara keseluruhan.
2. Sistem pembuangan limbah dan sanitasi juga memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan lingkungan permukiman. Lingkungan permukiman dengan sistem sanitasi yang buruk atau tidak memadai berpotensi menjadi tempat berkembang biaknya patogen penyebab penyakit, seperti penyakit gastrointestinal dan infeksi kulit. Menurut penelitian oleh Cairncross & Feachem (2018) dalam buku *Environmental Health Engineering in the Tropics*, sistem pembuangan limbah yang baik dapat secara signifikan menurunkan risiko penyebaran penyakit menular.
3. Kepadatan hunian juga memiliki dampak terhadap risiko kesehatan. Permukiman yang padat penduduknya cenderung memiliki risiko penularan penyakit yang lebih tinggi, terutama penyakit yang menyebar melalui kontak langsung, udara, atau serangga vektor (UN-Habitat, 2021). Studi dari *Journal of Urban Health* menunjukkan bahwa permukiman dengan kepadatan tinggi memiliki kasus infeksi saluran pernapasan yang lebih banyak dibandingkan dengan permukiman yang kurang padat (Johnson, 2020).
4. Pengelolaan sampah yang tidak memadai di lingkungan permukiman dapat menyebabkan pencemaran air, tanah, dan udara. Sampah yang menumpuk menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti nyamuk, tikus, dan lalat, sehingga meningkatkan risiko penyakit seperti demam berdarah, malaria, dan leptospirosis (Smith & Brown, 2019).

Selain berdampak pada kesehatan fisik, kualitas lingkungan permukiman juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesehatan mental penghuninya. Keberadaan ruang terbuka hijau

(RTH) memiliki efek positif terhadap kesehatan mental, seperti mengurangi tingkat stres, kecemasan, dan depresi (Ulrich, 1984). Penelitian yang dipublikasikan dalam *International Journal of Environmental Research and Public Health* menyatakan bahwa penghuni permukiman yang memiliki akses terhadap RTH cenderung mengalami gejala stres yang lebih rendah dan memiliki kualitas hidup yang lebih baik (Thompson et al., 2019). Sebaliknya, permukiman yang terpapar tingkat kebisingan tinggi dan polusi udara lebih rentan mengalami gangguan kesehatan mental, seperti peningkatan stres, gangguan tidur, dan penurunan konsentrasi. Studi yang dilakukan oleh World Health Organization (WHO, 2018) menunjukkan bahwa paparan kebisingan yang berkepanjangan dapat meningkatkan risiko hipertensi dan gangguan tidur, yang pada akhirnya berdampak negatif pada kesehatan mental.

3.2 Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan

Kesehatan lingkungan merupakan fondasi penting dalam memahami hubungan antara manusia dan lingkungan sekitarnya. Ini mencakup bagaimana faktor-faktor lingkungan berinteraksi dan mempengaruhi kesehatan serta kesejahteraan manusia. Lingkungan yang sehat berkontribusi pada kualitas hidup yang baik dan mencegah berbagai penyakit, sementara lingkungan yang tercemar atau tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, seperti penyakit pernapasan, penyakit menular, dan gangguan mental (WHO, 2018). Untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif, kita perlu mengeksplorasi tiga aspek utama dalam kesehatan lingkungan, yaitu komponen-komponen lingkungan hidup, ekosistem dan keseimbangan alam, serta faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan lingkungan.

3.2.1 Komponen-komponen Lingkungan Hidup

Lingkungan hidup terdiri dari tiga komponen utama yang saling berinteraksi dan memengaruhi keseimbangan ekosistem, yaitu komponen abiotik, biotik, dan budaya (culture). Ketiga komponen ini memiliki peran penting dalam menentukan kualitas kesehatan lingkungan, terutama di kawasan permukiman.

1. Komponen Abiotik

Komponen abiotik adalah elemen lingkungan hidup yang tidak bernyawa tetapi sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup. Komponen ini mencakup faktor-faktor fisik dan kimia seperti air, udara, tanah, cahaya matahari, suhu, kelembaban, mineral, dan topografi. Kualitas air dan udara yang terjaga, misalnya, sangat penting bagi kesehatan masyarakat di permukiman. Air yang terkontaminasi oleh limbah rumah tangga atau industri dapat menyebabkan penyakit menular seperti diare, kolera, dan infeksi kulit (WHO, 2018). Udara yang tercemar polutan dari kendaraan bermotor dan industri dapat menyebabkan gangguan pernapasan, seperti asma dan bronkitis, terutama bagi anak-anak dan lansia (Smith & Smith, 2012). Oleh karena itu, menjaga kualitas komponen abiotik sangat penting untuk menciptakan lingkungan permukiman yang sehat.

2. Komponen Biotik

Komponen biotik mencakup semua makhluk hidup yang ada dalam suatu ekosistem, termasuk flora, fauna, mikroorganisme, dan manusia. Dalam konteks permukiman, komponen biotik berperan dalam menjaga kualitas lingkungan melalui fungsi-fungsi tertentu. Misalnya, tumbuhan hijau di sekitar permukiman berfungsi sebagai penyaring polutan udara dan penghasil oksigen, yang berkontribusi pada peningkatan kualitas udara. Hewan peliharaan dan serangga juga merupakan bagian dari komponen biotik. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, mereka bisa menjadi sumber penularan penyakit zoonosis atau vektor penyakit, seperti demam berdarah yang ditularkan oleh nyamuk (Odum, 1971). Dekomposer seperti bakteri dan jamur membantu menguraikan sampah organik, tetapi jika pengelolaan sampah tidak dilakukan dengan baik, mikroorganisme ini bisa menjadi sumber penyakit dan mencemari lingkungan permukiman (Campbell & Reece, 2005).

3. Komponen Budaya (*Culture*)

Komponen budaya mencakup aspek sosial, ekonomi, dan perilaku manusia yang mempengaruhi cara masyarakat berinteraksi dengan lingkungan mereka. Ini termasuk kebiasaan, norma, nilai, praktik, teknologi, dan sistem pengelolaan sumber daya alam yang berkembang dalam masyarakat. Di lingkungan permukiman, komponen budaya sangat menentukan bagaimana masyarakat mengelola air, sampah, dan sumber daya lainnya. Misalnya, kebiasaan membuang sampah sembarangan atau kurangnya kesadaran tentang pentingnya mencuci tangan dapat memengaruhi tingkat kesehatan masyarakat di suatu permukiman (Molles, 2016). Sebaliknya, budaya gotong-royong dalam membangun fasilitas sanitasi bersama dapat meningkatkan kesehatan lingkungan dan mencegah penyebaran penyakit menular. Aspek budaya ini juga mencakup kebijakan dan peraturan pemerintah dalam mendukung upaya menjaga kesehatan lingkungan permukiman.

Keterkaitan antara komponen abiotik, biotik, dan budaya (ABC) sangat menentukan kualitas kesehatan lingkungan permukiman (Odum, 1971; Smith & Smith, 2012). Sebagai contoh, ketika kualitas air (komponen abiotik) terjaga dengan baik berkat kesadaran dan kebiasaan masyarakat (komponen budaya) untuk tidak mencemari sungai, kesehatan organisme hidup (komponen biotik) seperti tumbuhan dan hewan yang bergantung pada air tersebut juga akan tetap terpelihara. Hal ini akan menciptakan lingkungan permukiman yang bersih, sehat, dan nyaman bagi semua makhluk hidup (Molles, 2016).

Keterkaitan antara komponen abiotik dan budaya, serta komponen biotik dan budaya, menunjukkan bahwa perilaku, kebiasaan, dan nilai-nilai masyarakat memainkan peran penting dalam menjaga kualitas dan kesehatan lingkungan permukiman (Ricklefs, 1990; Campbell & Reece, 2005). Budaya yang mendukung kelestarian dan pengelolaan lingkungan secara bertanggung jawab akan menciptakan lingkungan permukiman yang bersih, sehat, dan berkelanjutan. Sebaliknya, budaya yang

tidak peduli terhadap lingkungan dapat menyebabkan kerusakan komponen abiotik dan biotik, yang pada akhirnya berdampak negatif pada kesehatan dan kualitas hidup masyarakat (WHO, 2018). Oleh karena itu, upaya edukasi dan perubahan budaya masyarakat menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan permukiman yang sehat dan berkelanjutan.

Sebaliknya, jika salah satu komponen terganggu, misalnya akibat budaya membuang sampah sembarangan (komponen budaya) yang menyebabkan pencemaran air dan tanah (komponen abiotik), maka makhluk hidup (komponen biotik) di lingkungan permukiman akan terdampak. Dampak ini dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit dan menurunkan kualitas hidup masyarakat di permukiman tersebut (UN-Habitat, 2017).

Oleh karena itu, pemahaman dan kesadaran mengenai keterkaitan antara komponen ABC sangat penting dalam menciptakan lingkungan permukiman yang sehat, bersih, dan berkelanjutan. Upaya kolaboratif dari masyarakat, pemerintah, dan pihak terkait sangat diperlukan untuk menjaga keseimbangan ketiga komponen ini, sehingga tercipta lingkungan yang mendukung kesehatan dan kesejahteraan bagi semua pihak yang tinggal di dalamnya (Cunningham & Cunningham, 2018).

3.2.2 Ekosistem dan Keseimbangan Alam

Ekosistem merupakan sistem interaksi antara makhluk hidup (komponen biotik) dengan lingkungan fisiknya (komponen abiotik) dalam suatu kawasan tertentu (Odum, 1971). Dalam konteks permukiman, interaksi antara berbagai komponen ekosistem ini sangat berperan dalam menentukan kualitas kesehatan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat yang tinggal di dalamnya. Komponen biotik meliputi organisme seperti tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan manusia, sedangkan komponen abiotik mencakup elemen-elemen seperti air, udara, tanah, cahaya matahari, dan suhu (Smith & Smith, 2012). Semua komponen ini membentuk jaringan kehidupan

yang kompleks, dengan setiap elemen memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan dan kelangsungan hidup ekosistem permukiman.

Keseimbangan ekosistem sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan permukiman. Ketika ekosistem berada dalam keadaan seimbang, air bersih tersedia dalam jumlah yang cukup, kualitas udara tetap terjaga, dan tanah subur dapat mendukung pertumbuhan tumbuhan di sekitar permukiman (Cunningham & Cunningham, 2018). Sebagai contoh, tumbuhan hijau di sekitar permukiman tidak hanya menyediakan oksigen yang diperlukan manusia untuk bernapas, tetapi juga berperan sebagai penyaring polutan udara dan pengatur suhu lingkungan. Tanah yang subur dan bebas dari kontaminan memungkinkan masyarakat menanam tanaman pangan atau hias, yang turut berkontribusi pada kesehatan fisik dan mental (Molles, 2016).

Ketidakeimbangan ekosistem berdampak negatif pada kesehatan lingkungan dan permukiman. Pencemaran air akibat pembuangan limbah rumah tangga atau industri dapat merusak ekosistem perairan, menurunkan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, dan mandi. Hal ini meningkatkan risiko penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, kolera, dan infeksi kulit (WHO, 2018). Selain itu, ketidakeimbangan ekosistem yang disebabkan oleh kurangnya vegetasi atau ruang terbuka hijau di permukiman dapat meningkatkan suhu lingkungan (efek Urban Heat Island) dan menurunkan kualitas udara, sehingga berdampak pada kesehatan pernapasan dan kualitas hidup masyarakat (UN-Habitat, 2017).

Aktivitas manusia, seperti deforestasi, pembangunan infrastruktur, dan penggunaan pestisida berlebihan di wilayah permukiman, turut mengganggu keseimbangan ekosistem dan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan hidup (Ricklefs, 1990). Hilangnya habitat alami di sekitar permukiman berakibat pada penurunan populasi spesies tertentu, termasuk predator alami yang membantu mengendalikan populasi hama atau vektor penyakit. Kondisi ini menjadikan lingkungan permukiman lebih rentan terhadap penyebaran penyakit yang

dibawa oleh serangga seperti nyamuk dan tikus, yang dapat menyebabkan penyakit seperti demam berdarah dan leptospirosis (Campbell & Reece, 2005).

Berbagai upaya diperlukan untuk menjaga dan memulihkan keseimbangan ekosistem di lingkungan permukiman. Penanaman pohon dan tanaman hijau di sekitar permukiman berfungsi menyaring polutan udara dan meningkatkan kualitas oksigen, sehingga mendukung kesehatan pernapasan masyarakat (Cunningham & Cunningham, 2018). Pengelolaan sampah yang baik melalui pemilahan dan daur ulang limbah mencegah pencemaran tanah dan air, sehingga menjaga kualitas ekosistem abiotik. Pembangunan sistem drainase yang efektif dapat menghindari genangan air yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk (UN-Habitat, 2017).

Peningkatan pendidikan dan kesadaran lingkungan bagi masyarakat menjadi kunci dalam memastikan keterlibatan aktif dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Molles, 2016). Pemahaman yang baik tentang keterkaitan antara ekosistem dan kesehatan lingkungan memungkinkan masyarakat lebih bertanggung jawab dalam menjaga kelestarian lingkungan permukiman mereka. Ketika masyarakat memiliki pengetahuan yang memadai tentang dampak aktivitas sehari-hari terhadap lingkungan, mereka cenderung mengadopsi praktik-praktik yang lebih ramah lingkungan, seperti pengelolaan sampah yang baik, penghematan air, dan penggunaan energi yang efisien (Pretty, 2003). Selain itu, pendidikan lingkungan dapat mendorong masyarakat untuk terlibat dalam kegiatan gotong-royong dan inisiatif lokal dalam menjaga kebersihan lingkungan, seperti penghijauan dan pembersihan sungai, yang secara langsung berkontribusi pada keseimbangan ekosistem. Di sisi lain, kebijakan dan peraturan yang mendukung pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan harus ditegakkan oleh pemerintah dan pihak terkait, seperti penerapan sanksi terhadap pelanggaran lingkungan dan insentif untuk praktik berkelanjutan (Cunningham & Cunningham, 2018). Kombinasi antara kesadaran masyarakat yang tinggi dan kebijakan yang

tegas akan memastikan bahwa keseimbangan ekosistem tetap terjaga dan dapat mendukung kesehatan dan kualitas hidup masyarakat di lingkungan permukiman.

Keseimbangan ekosistem memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan permukiman yang sehat, bersih, dan nyaman bagi manusia. Menjaga keseimbangan antara komponen abiotik, biotik, dan budaya dalam ekosistem memastikan bahwa permukiman tetap menjadi tempat yang aman dan layak huni, yang mendukung kesehatan dan kualitas hidup generasi saat ini dan yang akan datang (Odum, 1971). Komponen abiotik, seperti air, tanah, dan udara, harus tetap bersih dan bebas dari kontaminasi untuk memastikan bahwa sumber daya alam yang diperlukan untuk kehidupan sehari-hari tersedia dalam kualitas yang baik (Smith & Smith, 2012). Komponen biotik, termasuk tanaman, hewan, dan mikroorganisme, berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui proses seperti penyerbukan, penguraian, dan penyaringan polutan alami. Budaya dan perilaku manusia juga berkontribusi dalam menjaga atau mengganggu keseimbangan ini. Misalnya, praktik-praktik tradisional yang berkelanjutan, seperti gotong-royong dalam menjaga kebersihan lingkungan, dapat membantu menjaga keseimbangan ekosistem permukiman (Pretty, 2003). Sebaliknya, perilaku tidak ramah lingkungan, seperti membuang sampah sembarangan atau penggunaan pestisida berlebihan, dapat merusak keseimbangan ekosistem dan berdampak negatif pada kesehatan lingkungan permukiman. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang melibatkan semua komponen ekosistem diperlukan untuk menciptakan lingkungan permukiman yang sehat dan berkelanjutan.

3.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesehatan Lingkungan

Kesehatan lingkungan dan permukiman sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat menentukan kualitas hidup masyarakat yang tinggal di dalamnya. Faktor-faktor ini dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama, yaitu faktor fisik, biologis, sosial, ekonomi, dan budaya. Pemahaman

terhadap faktor-faktor ini penting untuk memastikan bahwa lingkungan permukiman tetap sehat, bersih, dan layak huni bagi semua penduduk.

1. Faktor Fisik

Faktor fisik merupakan salah satu aspek penting yang memengaruhi kesehatan lingkungan permukiman. Kondisi fisik seperti kualitas udara, air, tanah, dan infrastruktur sangat menentukan kualitas lingkungan. Misalnya, polusi udara dari kendaraan bermotor dan industri dapat menyebabkan gangguan pernapasan, seperti asma dan bronkitis, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk (WHO, 2018).

Contoh kasus di Jakarta, di mana kualitas udara seringkali berada dalam kondisi tidak sehat akibat polusi kendaraan dan industri, menunjukkan bahwa polusi udara dapat meningkatkan angka kejadian penyakit pernapasan di kalangan anak-anak dan orang dewasa. Selain itu, kualitas air yang buruk akibat kontaminasi limbah rumah tangga dan industri dapat menyebabkan penyakit seperti diare dan kolera. Hal ini terlihat pada kasus pencemaran sungai Citarum di Jawa Barat, di mana tingginya limbah industri menyebabkan masalah kesehatan serius bagi penduduk yang mengandalkan sungai sebagai sumber air sehari-hari (UN-Habitat, 2017). Kondisi fisik lainnya, seperti infrastruktur sanitasi yang tidak memadai, sistem drainase yang buruk, serta permukiman padat tanpa ventilasi yang cukup, dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit menular dan berdampak negatif pada kesehatan masyarakat.

2. Faktor Biologis

Faktor biologis juga memainkan peran penting dalam mempengaruhi kesehatan lingkungan permukiman. Kehadiran vektor penyakit seperti nyamuk dan lalat dapat menyebarkan penyakit berbahaya, seperti demam berdarah, malaria, dan diare (Smith & Smith, 2012).

Sebagai contoh, wabah demam berdarah sering terjadi di permukiman padat penduduk di Indonesia, terutama selama musim hujan ketika banyak genangan air yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk *Aedes aegypti*. Selain itu, hewan peliharaan yang tidak dikelola dengan baik atau hewan liar di sekitar permukiman dapat menjadi sumber penularan penyakit zoonosis seperti leptospirosis dan rabies. Tumbuhan hijau di lingkungan permukiman, di sisi lain, dapat berperan positif dengan menyaring polutan udara dan menghasilkan oksigen yang bermanfaat bagi kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, keberadaan taman atau ruang terbuka hijau di sekitar permukiman sangat penting dalam menjaga kesehatan dan keseimbangan ekosistem permukiman.

3. Faktor Sosial

Faktor sosial juga memengaruhi kesehatan lingkungan dan permukiman. Kepadatan penduduk yang tinggi cenderung meningkatkan risiko penyebaran penyakit menular, terutama penyakit yang ditularkan melalui udara atau kontak langsung (Ricklefs, 1990). Misalnya, selama pandemi COVID-19, kawasan permukiman yang padat seperti di daerah kumuh perkotaan mengalami peningkatan risiko penularan karena kurangnya ruang dan sulitnya menjaga jarak fisik. Selain itu, tingkat pendidikan masyarakat mempengaruhi pemahaman dan kesadaran mereka akan pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan. Masyarakat dengan pemahaman yang lebih baik tentang sanitasi dan perilaku hidup bersih cenderung lebih mampu menjaga lingkungan permukiman mereka tetap sehat dan bersih.

4. Faktor Ekonomi

Faktor ekonomi juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan lingkungan permukiman. Tingkat pendapatan masyarakat berperan dalam menentukan akses mereka terhadap fasilitas sanitasi, air bersih, dan perumahan yang layak (Cunningham & Cunningham, 2018). Masyarakat

dengan pendapatan rendah sering kali tinggal di permukiman yang padat dan tidak memiliki akses terhadap fasilitas sanitasi yang memadai, seperti toilet dan tempat pembuangan sampah yang aman. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan risiko penyakit akibat lingkungan yang tidak sehat.

Contoh kasus dapat dilihat di banyak daerah perkotaan di Indonesia, di mana kawasan kumuh dengan infrastruktur yang minim menjadi tempat berkembang biaknya penyakit seperti diare dan infeksi saluran pernapasan. Selain itu, akses terhadap layanan kesehatan yang terbatas juga membuat masyarakat berpenghasilan rendah lebih rentan terhadap penyakit yang berkaitan dengan kondisi lingkungan.

5. Faktor Budaya

Faktor budaya mencakup kebiasaan, nilai, dan praktik yang berkembang dalam masyarakat, yang sangat memengaruhi cara mereka berinteraksi dengan lingkungan permukiman. Kebiasaan membuang sampah sembarangan, kurangnya kesadaran akan pentingnya mencuci tangan, atau penggunaan pestisida berlebihan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan berdampak negatif pada kesehatan masyarakat (Molles, 2016). Misalnya, di beberapa daerah, kebiasaan membuang sampah ke sungai atau saluran air menyebabkan pencemaran air dan meningkatkan risiko penyakit menular. Sebaliknya, praktik budaya yang positif, seperti gotong royong dalam menjaga kebersihan lingkungan, dapat membantu menciptakan permukiman yang lebih sehat dan nyaman.

3.3 Permukiman dan Dampaknya terhadap Lingkungan

Permukiman merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan manusia, namun perkembangan permukiman yang tidak terencana dan tidak terkontrol dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Menurut Turner dan Robson (2017),

pertumbuhan permukiman yang cepat sering kali menyebabkan konversi lahan yang signifikan, terutama di daerah perkotaan, sehingga mengakibatkan hilangnya lahan hijau dan habitat alami. Proses urbanisasi dan peningkatan populasi di daerah perkotaan sering kali mengakibatkan peningkatan pencemaran udara, air, dan tanah, karena aktivitas manusia yang intensif dan penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan (Gonzalez, 2018).

Selain itu, permukiman yang padat dan kurangnya infrastruktur sanitasi yang memadai dapat menyebabkan masalah kesehatan dan kualitas hidup bagi penduduk setempat. Misalnya, permukiman tanpa sistem pengelolaan air limbah yang baik dapat mencemari sumber air lokal dan berdampak negatif pada kesehatan masyarakat (*World Health Organization*, 2015). Permukiman yang tidak dirancang dengan mempertimbangkan dampak lingkungan juga cenderung berkontribusi pada masalah perubahan iklim melalui peningkatan emisi gas rumah kaca dan konsumsi energi yang tinggi (Smith & Zeder, 2020).

Fenomena ini semakin terlihat terutama di daerah perkotaan besar seperti Jakarta, di mana perkembangan permukiman informal di daerah rawan banjir memperparah dampak lingkungan, seperti banjir dan pencemaran air (Firman, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perencanaan permukiman yang lebih berkelanjutan dan berwawasan lingkungan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Seto et al. (2017) dalam penelitiannya terkait dampak permukiman terhadap lingkungan di kawasan perkotaan Jakarta menunjukkan bagaimana pertumbuhan permukiman informal yang pesat di daerah bantaran sungai Ciliwung menyebabkan peningkatan risiko banjir dan kerusakan lingkungan. Hasil penelitian tersebut mengungkapkan bahwa lebih dari 60% wilayah bantaran sungai yang sebelumnya berfungsi sebagai daerah resapan air telah dikonversi menjadi permukiman ilegal, sehingga mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan dan meningkatkan aliran permukaan (*runoff*) yang berkontribusi pada banjir yang sering terjadi di Jakarta. Selain dampak banjir, penelitian ini juga menemukan bahwa kualitas air sungai Ciliwung mengalami

penurunan akibat limbah domestik yang dibuang langsung oleh penduduk permukiman informal ke dalam sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Tingginya tingkat pencemaran air ini berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar sungai, terutama dalam hal penyebaran penyakit berbasis air, seperti diare dan infeksi kulit. Studi ini menegaskan pentingnya perencanaan permukiman yang lebih terstruktur dan pengelolaan limbah yang memadai untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Salah satu studi kasus yang menarik terkait dampak permukiman terhadap lingkungan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Numbay dan Susilo (2020) di daerah pesisir Kota Jayapura. Penelitian ini menyoroti bagaimana perkembangan permukiman di kawasan pesisir, khususnya di Kelurahan Hamadi, telah menyebabkan degradasi lingkungan yang signifikan. Pertumbuhan permukiman yang pesat, terutama permukiman informal, telah mengakibatkan kerusakan ekosistem mangrove yang sebelumnya berfungsi sebagai penahan abrasi dan habitat bagi berbagai spesies laut. Dalam studi tersebut, ditemukan bahwa sekitar 30% dari area mangrove di kawasan Hamadi telah hilang akibat konversi lahan menjadi permukiman dan fasilitas umum. Hal ini tidak hanya mengganggu fungsi ekologis mangrove sebagai penahan gelombang dan penyerap polutan, tetapi juga mengakibatkan erosi pantai yang lebih parah serta penurunan populasi ikan dan biota laut lainnya. Selain itu, permukiman yang tidak memiliki sistem sanitasi yang memadai menyebabkan limbah domestik mengalir langsung ke laut, mencemari perairan dan mengancam kehidupan masyarakat pesisir yang bergantung pada laut sebagai sumber mata pencaharian. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan permukiman tanpa perencanaan yang tepat dapat berdampak buruk terhadap lingkungan, khususnya ekosistem pesisir yang sangat rentan. Oleh karena itu, perlunya intervensi pemerintah dan partisipasi masyarakat dalam perencanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan untuk memastikan pembangunan permukiman yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Selain dampak negatif, permukiman juga memiliki potensi untuk memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan jika

dikelola secara berkelanjutan (Choguill, 2008). Penerapan konsep permukiman hijau, seperti penggunaan sistem drainase ramah lingkungan, pemakaian bahan bangunan berkelanjutan, serta pengelolaan limbah yang efisien, dapat secara signifikan mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Lehmann, 2010). Pendekatan perencanaan yang tepat, didukung oleh partisipasi aktif masyarakat, memungkinkan permukiman menjadi bagian dari solusi dalam mengatasi tantangan lingkungan, seperti penurunan emisi, peningkatan ruang hijau, dan pengelolaan sumber daya alam secara lebih bijaksana (Beatley, 2000).

3.4 Masalah Kesehatan Lingkungan di Permukiman

Permukiman yang tidak memenuhi standar kesehatan lingkungan dapat menjadi penyebab utama berbagai masalah kesehatan masyarakat. Permasalahan ini meliputi buruknya kualitas air, sanitasi yang tidak memadai, pencemaran udara dalam ruangan, serta limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik. Kualitas air yang buruk di permukiman dapat menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, dan penyakit kulit akibat kontaminasi oleh bakteri dan virus (WHO, 2018). Masalah sanitasi, terutama terkait dengan akses ke fasilitas sanitasi yang aman, juga berkontribusi pada tingginya angka infeksi seperti diare dan infeksi cacing (UNICEF, 2020).

Pencemaran udara dalam ruangan juga menjadi masalah serius, terutama di permukiman dengan ventilasi yang buruk dan penggunaan bahan bakar padat untuk memasak. Polutan udara dalam ruangan dapat menyebabkan penyakit pernapasan seperti asma, bronkitis, dan penyakit paru obstruktif kronis (EPA, 2021). Selain itu, limbah domestik yang tidak dikelola dengan benar dapat menjadi sarang bagi vektor penyakit seperti lalat dan tikus, yang dapat menyebarkan penyakit seperti leptospirosis dan demam berdarah (Ministry of Health Indonesia, 2019).

Standar ventilasi udara yang baik sangat penting untuk memastikan kualitas udara dalam ruangan tetap sehat dan bebas dari polutan. Ventilasi yang memadai membantu menghilangkan polutan udara dalam ruangan, seperti karbon dioksida (CO₂), senyawa organik volatil (VOC), debu, dan mikroorganisme

berbahaya, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti gangguan pernapasan, alergi, dan sakit kepala (EPA, 2020). Beberapa standar internasional mengatur jumlah udara segar yang harus dialirkan ke dalam suatu ruangan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan. Menurut American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), standar ventilasi yang disarankan adalah sekitar 20 kaki kubik per menit (CFM) per orang atau sekitar 0,35 kali pergantian udara per jam untuk hunian perumahan (ASHRAE Standard 62.1-2019). Standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa udara dalam ruangan terus diperbarui dan polutan tidak terakumulasi hingga tingkat yang berbahaya..

Di Indonesia, standar ventilasi yang diatur oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001 menetapkan bahwa ruangan harus memiliki minimal 10% dari luas lantai sebagai area ventilasi. Standar ini bertujuan untuk mencegah akumulasi polutan dalam ruangan dan memastikan sirkulasi udara yang cukup bagi penghuninya (Kementerian Pekerjaan Umum, 2001). Penerapan standar ventilasi yang tepat tidak hanya berfungsi untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan tetapi juga dapat mengurangi risiko penyakit menular, terutama dalam kondisi permukiman padat penduduk. Dengan demikian, memahami dan menerapkan standar ventilasi udara yang baik sangat penting dalam menciptakan lingkungan permukiman yang sehat dan layak huni.

Sirkulasi udara yang baik dapat dilakukan dengan memastikan adanya jendela yang terbuka secara teratur, penggunaan kipas angin atau exhaust fan, serta penggunaan sistem ventilasi mekanis. Penggunaan ventilasi alami dan mekanis secara bersamaan terbukti efektif dalam mengurangi konsentrasi polutan udara dalam ruangan (WHO, 2010). Ventilasi yang memadai juga dapat membantu mengurangi risiko penularan penyakit menular yang dapat menyebar melalui udara, seperti COVID-19 dan tuberkulosis (CDC, 2021).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pendekatan holistik yang mencakup peningkatan akses terhadap air bersih, sanitasi yang memadai, pengelolaan limbah yang baik, serta edukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan.

Pendekatan ini didukung oleh Sustainable Development Goals (SDGs) terutama pada tujuan nomor 6 tentang air bersih dan sanitasi serta tujuan nomor 11 tentang kota dan permukiman yang berkelanjutan (UN, 2015).

3.5 Faktor Risiko Kesehatan di Permukiman Perkotaan dan Pedesaan

Permukiman, baik di perkotaan maupun pedesaan, menghadapi berbagai faktor risiko yang dapat mempengaruhi kesehatan penghuninya. Meskipun karakteristik dan tantangan di kedua jenis permukiman ini berbeda, keduanya memiliki risiko kesehatan yang perlu dikelola dengan baik (UN-Habitat, 2017). Di wilayah perkotaan, masalah seperti polusi udara, kebisingan, kepadatan penduduk, dan kurangnya ruang terbuka hijau sering menjadi faktor risiko utama yang berdampak pada kesehatan fisik dan mental masyarakat (WHO, 2018). Sementara itu, permukiman pedesaan cenderung menghadapi tantangan yang berbeda, seperti akses yang terbatas terhadap fasilitas sanitasi, kualitas air yang tidak memadai, dan paparan terhadap vektor penyakit (Cairncross & Valdmanis, 2006). Pemahaman mengenai faktor-faktor risiko ini sangat penting untuk merumuskan strategi dan intervensi yang efektif dalam meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup di berbagai jenis permukiman. Pada sub-bab ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai faktor risiko kesehatan yang ada di permukiman perkotaan dan pedesaan, serta implikasinya terhadap kesejahteraan masyarakat.

3.5.1 Risiko Kesehatan di Permukiman Padat Penduduk

Permukiman padat penduduk di wilayah perkotaan, seperti Jayapura, menghadapi berbagai masalah kesehatan lingkungan, salah satunya adalah kualitas udara yang buruk akibat polusi dari kendaraan bermotor, aktivitas rumah tangga, dan pembakaran sampah. Menurut penelitian lokal di Jayapura, tingkat polutan udara seperti PM_{2.5} dan NO₂ meningkat secara signifikan selama jam sibuk. Peningkatan kadar polutan ini berkontribusi terhadap peningkatan kasus penyakit pernapasan, terutama pada anak-anak yang lebih rentan terhadap dampak polusi udara (Dinas Kesehatan Papua, 2020). Kondisi ini menggambarkan tantangan besar yang

dihadapi oleh Jayapura dalam menjaga kualitas udara di wilayah yang padat penduduk.

Selain masalah kualitas udara, Jayapura juga menghadapi risiko tinggi penyebaran penyakit menular, seperti TBC dan diare. Studi yang dilakukan oleh Lembaga Kesehatan Papua menemukan bahwa keterbatasan fasilitas sanitasi dan kebiasaan hidup yang kurang higienis di permukiman padat berperan besar dalam mempercepat penyebaran penyakit. Pada tahun 2019, Kelurahan Hamadi mengalami wabah diare yang mempengaruhi lebih dari 200 orang dalam kurun waktu satu bulan. Penyebab utama wabah tersebut adalah kontaminasi sumber air bersih, di mana banyak penduduk masih menggunakan air dari sungai tanpa pengolahan yang memadai (Kementerian Kesehatan, 2019). Kasus ini menunjukkan betapa pentingnya akses terhadap air bersih dan sanitasi yang baik di permukiman padat penduduk.

Selain itu, Jayapura juga mengalami masalah keterbatasan akses ke fasilitas kesehatan di beberapa wilayah padat penduduk. Rumah sakit dan puskesmas sering kali kewalahan dalam menangani jumlah pasien yang terlalu banyak. Akibatnya, banyak penduduk tidak mendapatkan perawatan kesehatan dengan cepat dan tepat, terutama di daerah-daerah yang lebih padat dan terpencil. Keterbatasan ini memperburuk situasi kesehatan masyarakat dan menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk meningkatkan infrastruktur layanan kesehatan di Jayapura (Dinas Kesehatan Papua, 2020).

3.5.2 Tantangan Kesehatan Lingkungan di Wilayah Pedesaan

Tantangan kesehatan lingkungan di wilayah pedesaan Indonesia sangat kompleks dan mencakup berbagai aspek, mulai dari keterbatasan infrastruktur kesehatan hingga pengelolaan sampah yang tidak memadai. Keterbatasan infrastruktur kesehatan menjadi salah satu masalah utama, di mana banyak desa tidak memiliki fasilitas kesehatan yang memadai. Akibatnya, masyarakat sering kali harus menempuh perjalanan jauh untuk mendapatkan layanan medis, yang menyebabkan keterlambatan dalam penanganan penyakit dan berdampak pada meningkatnya angka

morbiditas dan mortalitas (Kementerian Kesehatan, 2019). Kondisi ini semakin memperburuk kesehatan masyarakat, terutama dalam kasus-kasus darurat yang memerlukan penanganan cepat.

Selain itu, kualitas air minum yang buruk juga menjadi tantangan signifikan di wilayah pedesaan. Banyak penduduk di berbagai daerah pedesaan Indonesia masih mengandalkan sumber air dari sungai, sumur dangkal, atau mata air tanpa pengolahan. Akibatnya, risiko penyakit yang ditularkan melalui air seperti diare, kolera, dan tifus menjadi tinggi (WHO, 2017). Kurangnya fasilitas pengolahan air bersih dan kesadaran tentang pentingnya menjaga kualitas air minum membuat masalah ini semakin kompleks dan berkontribusi terhadap tingginya angka penyakit yang seharusnya dapat dicegah.

Pengelolaan sampah yang tidak memadai juga menjadi masalah serius di banyak wilayah pedesaan. Praktik membuang sampah sembarangan atau membakar sampah secara terbuka masih menjadi kebiasaan umum karena belum adanya sistem pengelolaan sampah yang terorganisir. Hal ini menyebabkan pencemaran lingkungan dan menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat, tikus, dan nyamuk, yang dapat menularkan berbagai penyakit kepada penduduk (Smith & Brown, 2019). Selain itu, kurangnya pemahaman tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik memperparah situasi ini, sehingga meningkatkan risiko gangguan kesehatan di masyarakat pedesaan.



Gambar 3.1. Praktik Membuang Sampah Sembarangan

Sumber: <https://jogya.com/satpol-pp-yogyakarta-tangkap-dan-denda-2-warga-yang-kepergok-buang-sampah-sembarangan/>

Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah ketergantungan masyarakat pedesaan pada sumber pangan lokal yang rentan terhadap perubahan cuaca, serangan hama, dan gagal panen. Kondisi ini sering mengakibatkan malnutrisi, terutama di kalangan anak-anak dan lansia, karena ketidakstabilan ketersediaan pangan (FAO, 2018). Faktor ini semakin diperburuk oleh rendahnya tingkat pendidikan dan kesadaran masyarakat mengenai praktik hidup sehat dan kebersihan, yang menyebabkan perilaku kurang higienis dan meningkatkan risiko penyakit (UNICEF, 2017). Oleh karena itu, intervensi yang komprehensif dari pemerintah, lembaga kesehatan, dan komunitas setempat sangat diperlukan untuk mengatasi berbagai tantangan ini, menciptakan lingkungan yang lebih sehat, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat pedesaan di seluruh Indonesia.

3.6 Perbandingan Kesehatan Lingkungan Permukiman Berdasarkan Skala Kota

Kesehatan lingkungan permukiman sangat dipengaruhi oleh skala kota dan jumlah penduduk yang tinggal di dalamnya. Kota dengan skala berbeda menunjukkan karakteristik kesehatan lingkungan yang beragam, yang kemudian mempengaruhi kualitas hidup penduduk. Dalam sub-bab ini, disajikan perbandingan kesehatan lingkungan permukiman berdasarkan skala kota, jumlah penduduk, dan standar yang berlaku.

Tabel 3.1. Perbandingan Kesehatan Lingkungan Permukiman
Berdasarkan Skala Kota dan Jumlah Penduduk

No.	Aspek Kesehatan Lingkungan	Kota Skala Besar (Metropolitan) >1 juta jiwa	Kota Skala Sedang 100 ribu - 1 juta jiwa	Kota Skala Kecil (Perdesaan) <100 ribu jiwa
1	Ketersediaan Air Bersih	Tersedia, namun akses tidak merata	Akses lebih merata dibandingkan kota besar	Air bersih mudah diakses dan umumnya lebih baik
2	Sistem Sanitasi dan Pembuangan Limbah	Menggunakan sistem pembuangan limbah terpusat, namun beberapa wilayah masih menggunakan sistem individu	Menggunakan kombinasi sistem terpusat dan individu	Sistem pembuangan limbah individu, dengan pengolahan alami
3	Ketersediaan Jaringan Drainase	Jaringan drainase umumnya baik, namun sering tersumbat di area padat	Jaringan drainase cukup baik dan berfungsi	Drainase sederhana, umumnya berfungsi dengan baik
4	Kepadatan Hunian	Tinggi, sering melebihi kapasitas ideal	Sedang, sesuai dengan kapasitas ideal	Rendah, jarang melebihi kapasitas ideal
5	Pengelolaan Sampah	Pengelolaan sampah terpusat, namun kurang efisien	Pengelolaan sampah cukup baik dengan beberapa program daur ulang	Pengelolaan sampah sederhana, umumnya dibakar atau dikompos

No.	Aspek Kesehatan Lingkungan	Kota Skala Besar (Metropolitan) >1 juta jiwa	Kota Skala Sedang 100 ribu - 1 juta jiwa	Kota Skala Kecil (Perdesaan) <100 ribu jiwa
6	Kualitas Udara	Kualitas udara cenderung buruk akibat polusi industri dan kendaraan	Relatif baik, namun ada area dengan polusi udara lokal	Kualitas udara sangat baik
7	Akses ke Fasilitas Kesehatan	Akses yang sangat baik, terdapat banyak rumah sakit dan klinik	Akses memadai, beberapa rumah sakit dan puskesmas tersedia	Akses terbatas, hanya terdapat puskesmas atau klinik kecil
8	Kebisingan	Tinggi terutama di pusat kota	Sedang, terutama di wilayah industri	Rendah, sedikit kebisingan
9	Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Minimal, umumnya kurang dari 20% wilayah	Sekitar 20-30% dari wilayah	Lebih dari 30% wilayah
10	Penyakit Lingkungan yang Umum Ditemui	Penyakit pernapasan seperti asma dan ISPA sering terjadi	Penyakit kulit dan saluran pencernaan lebih umum	Penyakit menular seperti diare dan malaria lebih umum

Sumber: Pengolahan dari SNI 03-1733-2004, Buku 'Sanitasi Permukiman dan Kesehatan Lingkungan' (Jane Smith, 2018)

Berdasarkan tabel di atas, kesehatan lingkungan permukiman menunjukkan perbedaan yang jelas berdasarkan skala kota. Kota skala besar (metropolitan), meskipun memiliki akses yang baik terhadap fasilitas kesehatan dan sistem sanitasi terpusat, sering menghadapi masalah kualitas udara yang buruk, tingginya kebisingan, dan keterbatasan ruang terbuka hijau (RTH), sehingga

penyakit pernapasan seperti asma dan ISPA lebih umum ditemukan (World Health Organization, 2018). Kota skala sedang cenderung memiliki keseimbangan antara kualitas lingkungan dan aksesibilitas, dengan akses terhadap air bersih dan fasilitas kesehatan yang cukup baik serta pengelolaan sampah yang lebih efektif, meski beberapa penyakit kulit dan saluran pencernaan masih sering terjadi (UN-Habitat, 2017). Sementara itu, kota skala kecil (perdesaan) umumnya memiliki kesehatan lingkungan yang lebih baik dengan kualitas udara yang baik dan lebih banyak RTH, tetapi akses terhadap fasilitas kesehatan terbatas dan penyakit menular seperti diare dan malaria lebih sering ditemukan (Cairncross & Valdmanis, 2006). Kesimpulannya, perbandingan ini menunjukkan bahwa faktor kesehatan lingkungan permukiman sangat dipengaruhi oleh skala kota dan jumlah penduduk, di mana kota besar menghadapi tantangan yang lebih kompleks dibandingkan dengan kota skala sedang dan kecil. Penggunaan SNI dan perencanaan yang baik dapat membantu meningkatkan kesehatan lingkungan di setiap skala kota, sehingga pemangku kepentingan dapat mengambil langkah yang tepat untuk meningkatkan kesehatan lingkungan permukiman berdasarkan skala kota masing-masing.

3.7 Studi Kasus

3.7.1 Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat

Salah satu contoh praktik baik dalam meningkatkan kesehatan lingkungan dan permukiman di Indonesia dapat dilihat melalui Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM). Program ini telah berhasil diterapkan di berbagai daerah dan menjadi model pemberdayaan masyarakat dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Salah satu wilayah yang berhasil menerapkan program ini secara efektif adalah Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Berikut ini adalah studi kasus mengenai implementasi Program STBM di wilayah tersebut dan dampaknya terhadap kesehatan lingkungan masyarakat setempat.

Program STBM di Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, diterapkan sebagai upaya untuk meningkatkan kesehatan

lingkungan dan mendorong perubahan perilaku masyarakat menuju praktik hidup sehat. Sebelum adanya program ini, banyak masyarakat di Kabupaten Lombok Timur yang belum memiliki akses ke sanitasi layak dan masih melakukan praktik Buang Air Besar Sembarangan (BABS). Kondisi ini menyebabkan tingginya angka kasus penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare dan infeksi kulit, terutama di kalangan anak-anak. Melalui penerapan Program STBM, pemerintah bekerja sama dengan Kementerian Kesehatan dan organisasi non-pemerintah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya sanitasi. Program ini berfokus pada lima pilar utama: Stop Buang Air Besar Sembarangan (BABS), Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS), Pengelolaan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga, Pengelolaan Sampah Rumah Tangga, dan Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga.

Pelaksanaan program ini melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam semua tahapan. Masyarakat diberikan pelatihan, penyuluhan, dan pendampingan untuk membangun fasilitas sanitasi, seperti toilet dan tempat cuci tangan dengan sabun, secara swadaya. Para kader kesehatan desa yang telah dilatih memberikan edukasi mengenai perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) serta memantau perkembangan program di tingkat komunitas. Pendekatan ini berhasil meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan diri, serta membangun rasa tanggung jawab kolektif dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat.

Hasil implementasi Program STBM di Kabupaten Lombok Timur menunjukkan perubahan yang signifikan. Tingkat praktik BABS berkurang secara drastis, dan banyak desa telah dinyatakan sebagai Desa Stop BABS. Selain itu, perilaku mencuci tangan dengan sabun menjadi lebih umum di kalangan masyarakat, dan terdapat peningkatan dalam pengelolaan sampah dan limbah rumah tangga. Dalam kurun waktu tiga tahun setelah program dilaksanakan, angka kejadian penyakit diare dan infeksi kulit menurun hingga 50% (Kementerian Kesehatan, 2019). Hasil ini menunjukkan dampak positif dari perubahan perilaku masyarakat dalam praktik sanitasi dan kebersihan terhadap kesehatan lingkungan secara keseluruhan.

Keberhasilan Program STBM di Kabupaten Lombok Timur menjadi contoh nyata bahwa praktik kesehatan lingkungan yang baik dapat dicapai melalui pendekatan berbasis masyarakat dan partisipasi aktif penduduk. Edukasi, pemberdayaan, dan kolaborasi antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan masyarakat terbukti efektif dalam menciptakan perubahan perilaku yang berkelanjutan, sehingga meningkatkan kesehatan lingkungan dan kualitas hidup penduduk di wilayah tersebut. Studi kasus ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif dalam mengubah perilaku kesehatan lingkungan dapat menjadi model yang efektif untuk diterapkan di berbagai daerah lain di Indonesia guna menciptakan lingkungan permukiman yang lebih sehat dan berkualitas.

3.7.2 Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Kota Jayapura, Papua

Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) juga telah diterapkan di Papua sebagai upaya untuk meningkatkan kesehatan lingkungan dan mendorong perubahan perilaku masyarakat menuju praktik hidup sehat. Wilayah pedesaan Papua memiliki tantangan tersendiri, seperti akses yang terbatas terhadap air bersih, praktik Buang Air Besar Sembarangan (BABS), dan kurangnya fasilitas sanitasi yang layak. Sebelum program ini dijalankan, banyak masyarakat di Papua yang masih mengandalkan sungai dan sumber air alam lainnya untuk kebutuhan sehari-hari, tanpa pengolahan air yang memadai. Hal ini menyebabkan tingginya angka penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare dan penyakit kulit, terutama di wilayah pedalaman dan pesisir.

Kota Jayapura, sebagai ibu kota Provinsi Papua, menghadapi tantangan serius dalam hal sanitasi dan kesehatan lingkungan, terutama di daerah permukiman padat penduduk dan kawasan pesisir. Sebelum adanya intervensi, praktik Buang Air Besar Sembarangan (BABS) masih cukup umum dilakukan, yang mengakibatkan tingginya kasus penyakit yang ditularkan melalui air seperti diare dan infeksi kulit, terutama di kalangan anak-anak. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk menciptakan

lingkungan yang lebih bersih dan sehat melalui pendekatan sanitasi yang partisipatif dan berbasis masyarakat.

Program STBM di Kota Jayapura diterapkan oleh pemerintah daerah bekerja sama dengan Kementerian Kesehatan, organisasi non-pemerintah, serta lembaga donor. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya sanitasi dan mendorong perubahan perilaku menuju praktik hidup sehat. Dalam pelaksanaannya, Program STBM berfokus pada lima pilar utama, yaitu: Stop Buang Air Besar Sembarangan (BABS), Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS), Pengelolaan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga, Pengelolaan Sampah Rumah Tangga, dan Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga. Kelima pilar ini menjadi landasan dalam menciptakan perubahan perilaku masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan diri mereka.

Pelaksanaan Program STBM di Kota Jayapura dilakukan melalui pendekatan partisipatif, di mana masyarakat dilibatkan secara aktif dalam setiap tahap implementasi. Melalui kegiatan penyuluhan dan pelatihan, para kader kesehatan dan fasilitator yang telah dilatih sebelumnya memberikan edukasi kepada masyarakat tentang pentingnya sanitasi dan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS). Masyarakat didorong untuk membangun fasilitas sanitasi seperti toilet, tempat cuci tangan, dan pengelolaan sampah secara mandiri, dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang tersedia. Pemerintah daerah juga memberikan dukungan berupa bantuan teknis dan penyediaan bahan untuk pembangunan infrastruktur sanitasi di kawasan yang paling membutuhkan. Pendekatan ini berhasil membangun rasa tanggung jawab dan kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan di sekitar mereka.

Hasil dari implementasi Program STBM di Kota Jayapura menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap kesehatan lingkungan masyarakat. Beberapa wilayah di Kota Jayapura telah berhasil menjadi "Desa Stop BABS," di mana seluruh penduduknya tidak lagi melakukan praktik BABS dan telah memiliki akses ke fasilitas sanitasi yang layak. Perilaku mencuci tangan dengan sabun juga semakin membudaya di kalangan masyarakat, yang berkontribusi pada peningkatan kebersihan dan kesehatan.

Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Kota Jayapura, terdapat penurunan hingga 40% kasus diare pada anak-anak dalam dua tahun setelah implementasi Program STBM (Dinas Kesehatan Kota Jayapura, 2020). Selain itu, kesadaran masyarakat tentang pentingnya mengelola sampah dan limbah rumah tangga dengan benar turut meningkat, sehingga kualitas lingkungan permukiman menjadi lebih baik.

Keberhasilan Program STBM di Kota Jayapura membuktikan bahwa pendekatan berbasis masyarakat dan partisipasi aktif dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kesehatan lingkungan di daerah perkotaan. Program ini menunjukkan bahwa edukasi dan pemberdayaan masyarakat, serta kolaborasi antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan masyarakat, dapat menciptakan perubahan perilaku yang berkelanjutan. Melalui keberhasilan ini, Program STBM di Kota Jayapura menjadi contoh praktik baik yang dapat direplikasi di kota-kota lain di Indonesia yang menghadapi tantangan serupa dalam masalah sanitasi dan kesehatan lingkungan, serta menunjukkan bahwa perubahan perilaku masyarakat dapat menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkualitas bagi kehidupan bersama.

3.7.3 Perbandingan Implementasi Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) di Wilayah Pedesaan dan Perkotaan: Studi Kasus Lombok Timur dan Kota Jayapura

Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) telah diterapkan di berbagai wilayah di Indonesia dengan pendekatan yang disesuaikan dengan konteks masing-masing daerah. Di Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Kota Jayapura, Papua, program ini menghadapi tantangan sanitasi yang berbeda berdasarkan kondisi wilayahnya. Di Lombok Timur, masalah sanitasi terutama terjadi di daerah pedesaan, di mana praktik Buang Air Besar Sembarangan (BABS) masih sangat umum dan banyak masyarakat belum memiliki akses terhadap fasilitas sanitasi yang layak. Sementara itu, Kota Jayapura sebagai wilayah perkotaan menghadapi tantangan sanitasi yang berbeda, termasuk pengelolaan sampah rumah tangga yang tidak memadai di permukiman padat penduduk dan kawasan pesisir.

Pendekatan pelaksanaan Program STBM di kedua wilayah ini juga memiliki perbedaan yang mencolok. Di Lombok Timur, pendekatan STBM berfokus pada pemberdayaan masyarakat pedesaan melalui pelatihan dan penyuluhan intensif. Pemerintah daerah, bersama dengan organisasi non-pemerintah, bekerja sama untuk mengedukasi masyarakat tentang lima pilar STBM dan mendorong mereka untuk membangun fasilitas sanitasi secara swadaya. Partisipasi masyarakat sangat menonjol di Lombok Timur, dengan warga bergotong-royong membangun toilet dan fasilitas sanitasi lainnya. Sebaliknya, di Kota Jayapura, pendekatan STBM lebih disesuaikan dengan konteks perkotaan. Selain melakukan penyuluhan, pemerintah Kota Jayapura memberikan dukungan teknis dan penyediaan bahan untuk pembangunan infrastruktur sanitasi, terutama di daerah yang paling membutuhkan. Partisipasi masyarakat di Jayapura lebih diarahkan pada pengelolaan fasilitas sanitasi dan sampah rumah tangga, mengingat pengelolaan sampah menjadi masalah utama di wilayah perkotaan.

Hasil dari implementasi Program STBM di kedua wilayah ini juga menunjukkan dampak yang signifikan namun dengan fokus yang berbeda. Di Lombok Timur, Program STBM berhasil mengurangi praktik BABS secara drastis, dan banyak desa telah dinyatakan sebagai Desa Stop BABS. Angka kejadian penyakit yang ditularkan melalui air, seperti diare, menurun drastis, dan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) semakin membudaya di masyarakat. Di Kota Jayapura, meskipun Program STBM juga berhasil mengurangi praktik BABS, perhatian lebih diberikan pada pengelolaan sampah dan limbah rumah tangga. Hal ini berdampak pada penurunan angka kasus penyakit diare hingga 40% dan peningkatan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah, yang berkontribusi pada peningkatan kebersihan dan kesehatan lingkungan di kawasan permukiman kota.

Perbedaan Program STBM di Lombok Timur dan Kota Jayapura terletak pada konteks wilayah, pendekatan pelaksanaan, partisipasi masyarakat, dan fokus pilar STBM yang diterapkan. Program di Lombok Timur berfokus pada

perubahan perilaku masyarakat pedesaan melalui pemberdayaan dan gotong-royong, sementara di Kota Jayapura, program ini disesuaikan dengan tantangan perkotaan, seperti pengelolaan sampah dan fasilitas sanitasi yang lebih terintegrasi. Meskipun pendekatan dan fokus pelaksanaan berbeda, kedua program STBM ini berhasil menciptakan perubahan positif dalam meningkatkan kesehatan lingkungan dan perilaku hidup sehat, menjadikannya contoh praktik baik yang dapat diadaptasi di wilayah lain dengan tantangan sanitasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2019). *ASHRAE Standard 62.1-2019: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. ASHRAE.
- Barton, H., & Grant, M. (2006). A health map for the local human habitat*. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 126(6), 252-253.
<https://doi.org/10.1177/1466424006070466>
- Beatley, T. (2000). *Green Urbanism: Learning from European Cities*. Island Press.
- Briggs, D. (2003). Making a difference: Indicators to improve children's environmental health. World Health Organization.
<https://www.who.int/ceh/publications/indicators/en/>
- Cairncross, S., & Valdmanis, V. (2006). *Water Supply, Sanitation, and Hygiene Promotion. Disease Control Priorities in Developing Countries* (2nd ed.), 771-792.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2005). *Biology* (7th ed.). Pearson Benjamin Cummings.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Chapin, F. S., & Kaiser, E. J. (1979). *Urban Land Use Planning**. University of Illinois Press.
- Choguill, C. L. (2008). *Developing sustainable neighbourhoods*. Habitat International, 32(1), 41-48.
- Cunningham, W. P., & Cunningham, M. A. (2018). *Environmental Science: A Global Concern*. McGraw-Hill Education.
- Duhl, L. J., & Sanchez, A. K. (1999). Healthy Cities and the City Planning Process: A background document on links between health and urban planning. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/108252>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2020). *Indoor Air Quality*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Evans, G. W., & Kantrowitz, E. (2002). Socioeconomic status and health: The potential role of environmental risk exposure. *Annual Review of Public Health*, 23, 303-331.

- <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.23.112001.112349>
- Frumkin, H. (2005). *Health, equity, and the built environment. Environmental Health Perspectives, 113(5), A290–A291. <https://doi.org/10.1289/ehp.113-a290>
- Giles-Corti, B., Ryan, K., & Foster, S. (2016). Increasing density in Australia: Maximising the health benefits and minimising harm. Grattan Institute. <https://grattan.edu.au/report/increasing-density-in-australia-maximising-the-health-benefits-and-minimising-harm/>
- Goldstein, B. D., Kriebel, D., & Clapp, R. W. (2014). Environmental health and safety in the 21st century workplace. New Solutions: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy, 24(3), 285-297. <https://doi.org/10.2190/NS.24.3.d>
- Hancock, T. (1993). The Evolution, Impact and Future of the Healthy Cities/Communities Movement. Journal of Public Health Policy, 14(1), 5-18. <https://doi.org/10.2307/3342584>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2020). *Surabaya Smart City: Penerapan Inovasi Teknologi dalam Pengelolaan Sampah*. Kementerian Kominfo RI
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2001). *SNI 03-6572-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional
- Lehmann, S. (2010). *Green Urbanism: Formulating a Series of Holistic Principles. Sustainable Development and Planning V*, 2, 367-377.
- McMichael, A. J. (2001). *Human Frontiers, Environments and Disease: Past Patterns, Uncertain Futures*. Cambridge University Press.

- Molles, M. C. (2016). *Ecology: Concepts and Applications*. McGraw-Hill Education.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310-317. <https://doi.org/10.1038/nature04188>
- Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. *Science*, 302(5652), 1912-1914. <https://doi.org/10.1126/science.1090847>
- Prüss-Üstün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R., & Neira, M. (2016). Preventing Disease Through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204585>
- Ricklefs, R. E. (1990). *Ecology*. W.H. Freeman and Company.
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2012). *Elements of Ecology* (8th ed.). Pearson Education.
- Thompson, C. W., Aspinall, P., & Montarzino, A. (2012). *The impact of the physical environment on mental well-being*. *Health & Place*, 18(4), 730-737.
- Thompson, C. W., Aspinall, P., & Montarzino, A. (2019). *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.
- UN-Habitat. (2017). *The State of the World's Cities Report 2016/2017: Urbanization and Development – Emerging Futures*. United Nations Human Settlements Programme.
- United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>

- United Nations (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- World Health Organization (WHO). (2018). *Water, Sanitation and Hygiene*. World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Ambient (outdoor) air quality and health*. World Health Organization.
- World Bank. (2020). *Smart Cities for Sustainable Development*. World Bank Group.
- World Health Organization (2018). WHO Housing and Health Guidelines. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376>
- World Health Organization (2020). World malaria report 2020: 20 years of global progress and challenges.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015791>

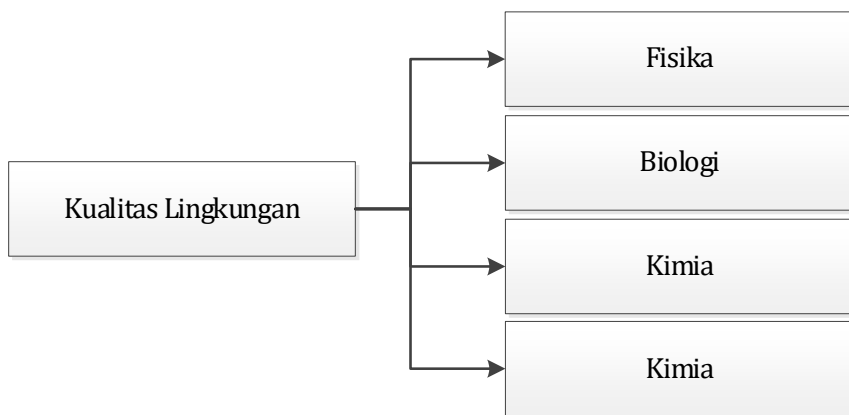
BAB 4

KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA

Oleh Dodi Satriawan

4.1 Pendahuluan

Kesehatan merupakan hak dari setiap manusia didalam kehidupannya dan dilindungi dalam undang-undang. Kesehatan setiap manusia didapatkan dari makanana yang bernutrisi, higienis serta tempat lingkungan sekitar yang bersih. Kesehatan lingkungan merupakan upaya didalam mencegah penyakit maupun gangguan kesehatan yang didapatkan dari faktor resiko lingkungan didalam mewujudkan kualitas lingkungan yang optimal dan sehat baik dilihat dari segi fisika, biologi, kimia, maupun sosial. Dari defenisi tersebut dapat diketahui bahwa lingkungan yang sehat hendaklah memenuhi standar baku mutu yang dapat dilihat dari sifat fisika, biologi, kimia, maupun sosial.



Gambar 4.1. Parameter Penilaian Kualitas Lingkungan.

Kualitas lingkungan dapat dibagi menjadi dua yaitu kualitas lingkungan ditempat tinggal dan kualitas lingkungan ditempat kerja. Keselamatan kerja tidak lepas dari kesehatan ditempat kerja. Keselamatan dan kesehatan ditempat kerja merupakan setiap

kegiatan yang menjamin serta melindungi keselamatan maupun kesehatan dari tenaga kerja dengan upaya melakukan pencegahan dari kecelakaan kerja maupun penyakit yang ditimbulkan akibat bekerja. Pada bab ini, akan dibahas tentang kesehatan lingkungan kerja yang berdasarkan peraturan pemerintah baik dari Permen Ketenagakerjaan No.05 Tahun 2018, Permenkes No.70 Tahun 2016, dan Permenkes No.02 Tahun 2023. Diharapkan dengan mempelajari bab ini, pembaca dapat mengetahui persyaratan kesehatan lingkungan kerja, pengukuran serta pengendalian kesehatan lingkungan kerja, dan penerapan serta sanitasi ditempat kerja.

4.2 Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja yang baik haruslah memiliki standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja yang harus ditetapkan dan dijalankan. Standar dan persyaratan ini yang menjadi patokan apakah lingkungan kerja baik maupun buruk. Tujuan adanya standar serta persyaratan kesehatan di lingkungan tempat kerja ini berupa

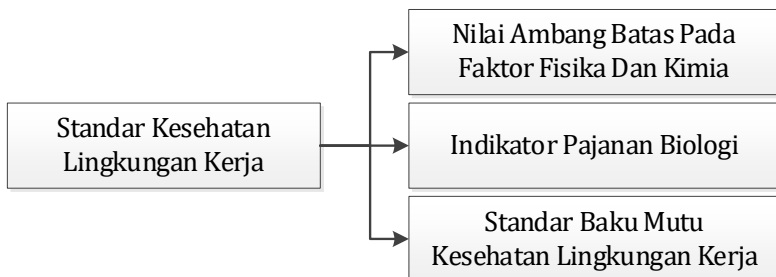
1. Meningkatkan kualitas lingkungan tempat kerja yang sehat sehingga dapat menciptakan setiap pekerja yang sehat maupun produktif;
2. Mencegah terhadap timbulnya setiap gangguan kesehatan, kecelakaan bekerja maupun penyakit yang diakibatkan didalam bekerja; dan
3. Mencegah dari setiap timbulnya pencemaran lingkungan di tempat kerja akibat aktifitas didalam bekerja

Setiap tempat kerja wajib memenuhi setiap syarat-syarat keselamatan dan kesehatan lingkungan kerja yang telah ditetapkan Permenkes No.05 Tahun 2018. Persyaratan keselamatan serta kesehatan lingkungan kerja yang harus dilakukan bagi setiap tempat kerja yang berupa

1. Mengendalikan setiap faktor fisika maupun kimia agar memiliki batas ambang dibawah NAB (Nilai Batas Ambang);

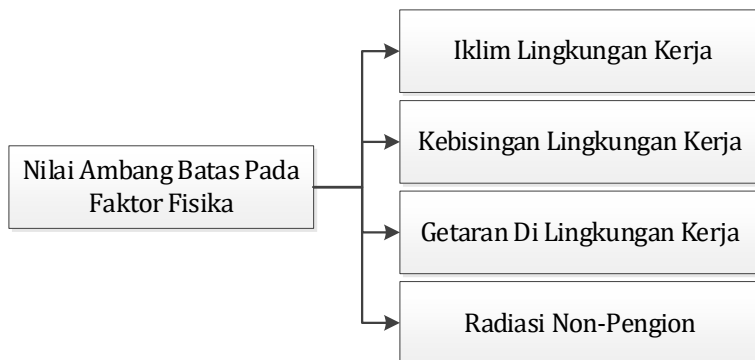
2. Mengendalikan setiap faktor biologi, ergonomi, biologi, maupun psikologi kerja sehingga memenuhi standar yang telah ditetapkan;
3. Menyediakan fasilitas kebersihan maupun sarana higiene di lingkungan tempat bekerja yang bersih maupun sehat; dan
4. Menyediakan personil keselamatan dan kesehatan kerja yang berkompetensi serta memiliki wewenang terhadap keselamatan dan kesehatan di lingkungan bekerja.

Kesehatan lingkungan kerja yang baik dan sehat haruslah memiliki standar. Standar ini yang menjadikan tolak ukur bagi setiap lingkungan kerja untuk menilai apakah ditempat kerjanya memiliki lingkungan kerja yang sehat ataupun tidak. Standar didalam kesehatan lingkungan ditempat kerja berupa ¹)adanya nilai ambang batas dari faktor kimia maupun fisika, ²)adanya indikator pajanan dari biologi, dan ³)adanya standar baku mutu yang ditetapkan oleh kesehatan lingkungan.



Gambar 4.2. Standar Kesehatan Lingkungan Kerja.

Nilai batas ambang pada faktor fisika dapat berupa ¹)nilai batas ambang pada iklim lingkungan kerja, ²)nilai batas ambang pada kebisingan lingkungan kerja, ³)nilai batas ambang pada getaran di lingkungan kerja, dan ⁴)nilai batas ambang pada radiasi non-pengion.



Gambar 4.3. Nilai Batas Ambang Pada Faktor Fisika.

Nilai batas ambang pada faktor kimia berupa bahan kimia yang memiliki satuan mg/m^3 atau ppm. Bahan kimia yang menjadi nilai batas ambang berjumlah 255 bahan kimia diantaranya acetaldehyde, acetic anhydride, acetonitrile, acetic acid, acetone, acetophenone, acrylic acid, adipic acid, alachlor, acetylsalicylic acid (aspirin), acrylonitrile, adiponitrile, allyl bromide, ethanolamine, ammonia, ammonium perfluorooctanoate, aluminum metal (sebagai Al), amitrole, ammonium chloride (fume), tert-amyl methyl ether, o-anisidine, antimony and compounds (sebagai Sb), arsenic – senyawa anorganik (sebagai As), arsenic - senyawa organik (sebagai As), asbestos chrysotile, atrazine, arsine, asphalt (bitumen) fumes, barium, senyawa soluble (sebagai Ba), benzene, benzotrichloride, barium sulfate, benzo(a) pyrene, benzyl acetate, senyawa beryllium dan beryllium (sebagai Be), boron oxide, bromacil, benzyl chloride, biphenyl, boron trifluoride, bromine dan lain-lain.

4.2.1 Nilai Batas Ambang pada Iklim Lingkungan Kerja

Nilai batas ambang pada iklim lingkungan kerja dapat didefinisikan sebagai batas pajanan dari iklim lingkungan tempat kerja maupun *heat stress* (pajanan panas) yang tidak diperbolehkan melampaui nilai ambang selama 8 jam bekerja setiap harinya. Nilai batas ambang pada iklim lingkungan kerja dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai Batas Ambang pada Iklim Lingkungan Kerja

Jumlah waktu didalam bekerja dan istirahat	NAB (°C ISBB)			
	Sangat Berat	Berat	Sedang	Ringan
0 – 25%	30	30	31,5	32,5
25 – 50%	28,0	29,0	30,0	32,0
50 – 75%	*	27,5	29,0	31,0
75 – 100%	*	*	28,0	31,0

Keterangan:

- ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola) atau padat juga dikenal dengan *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) yang merupakan indikator dari iklim lingkungan tempat kerja;
- ISBB pada luar ruangan berupa 0,7 dari suhu basah alami ditambah 0,2 dari suhu bola ditambah 0,1 dari suhu kering;
- ISBB didalam ruangan berupa 0,7 dari suhu basah alami ditambah 0,3 dari suhu bola;
- Tanda * menunjukkan bahwa tidak diperbolehkan dengan alasan akan memiliki dampak fisiologis.

4.2.2 Nilai Ambang Batas pada Kebisingan Lingkungan Kerja

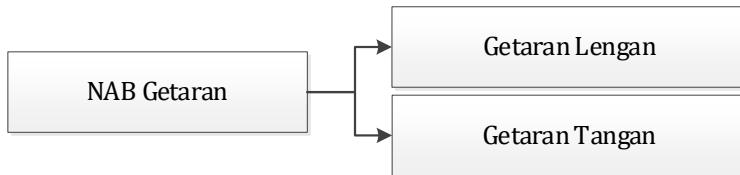
Nilai ambang batas (NAB) pada kebisingan lingkungan kerja dapat didefinisikan sebagai nilai yang ditetapkan didalam mengatur tekanan bising dari rata-rata maupun level kebisingan yang berdasarkan durasi dari pajanan bising dalam mewakili kondisi yang hampir seluruh pekerja dapat terpajan kebisingan secara berulang-ulang tanpa dapat menimbulkan suatu gangguan terhadap pendengaran maupun gangguan didalam memahami pembicaraan secara normal. NAB pada kebisingan pada 8 jam bekerja perharinya sebesar 85 dBA. Untuk nilai NAB pada kebisingan pada durasi terpaparnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai Ambang Batas pada Kebisingan Lingkungan Kerja

Satuan	Durasi Terpapar Kebisingan perhari	Level Kebisingan (dBA)
Detik	0,11	139
	0,22	136
	0,44	133
	0,88	130
	1,76	127
	3,52	124
	7,03	121
	14,06	118
	28,12	115
Menit	0,94	112
	1,88	109
	3,75	106
	7,5	103
	15	100
	30	97
Jam	1	94
	2	91
	4	88
	8	85
	16	82
	24	80

4.2.3 Nilai Ambang Batas pada Getaran di Lingkungan Kerja

Nilai batas ambang getaran yang didapatkan oleh setiap pekerja dibagi menjadi dua yaitu nilai batas ambang pada getaran lengan dan tangan serta nilai batas ambang pada seluruh tubuh. Nilai batas ambang pada lengan dan tangan merupakan nilai dari rata-rata akselerasi yang didapatkan pada frekuensi yang dominan (m/s^2) berdasarkan durasi paparan selama 8 jam/hari kerja yang dapat mewakili pada kondisi dimana rata-rata semua pekerja dapat mengalami paparan getaran yang berulang-ulang tanpa mendapatkan gangguan pada kesehatan maupun penyakit.



Gambar 4.4. Jenis Nilai Ambang Batas Getaran Pada Lingkungan Kerja

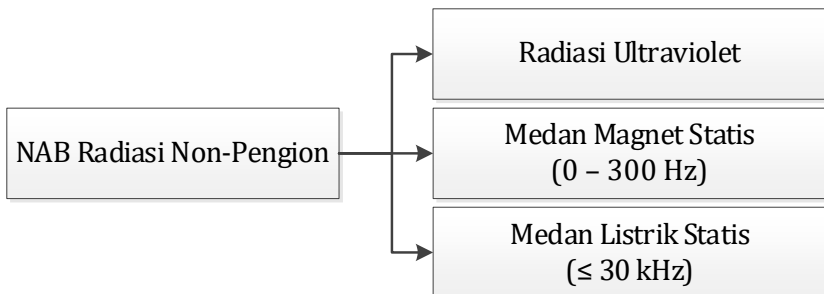
Nilai batas ambang pada lengan dan tangan selama 8 jam/hari kerja sebesar 5 m/s^2 . Untuk nilai batas ambang getaran pada lengan dan tangan yang terjadi pada paparan tertentu dapat dilihat di tabel 4.3.

Tabel 4.3. Nilai Ambang Batas Getaran pada Lengan dan Tangan.

Lama Terpapar Getaran per Hari Kerja (jam)	NAB Getaran (m/s^2)
1	14
2	10
4	7
8	5

4.2.4 Nilai Ambang Batas pada Radiasi Non-Pengion

Nilai ambang batas pada radiasi non-pengion terjadi pada tiga radiasi yaitu berupa ¹radiasi ultraviolet, ²radiasi pada medan magnet statis dengan frekuensi 0-300 Hz, dan ³radiasi pada medan listrik statis dengan frekuensi $\leq 30 \text{ kHz}$.



Gambar 4.5. Jenis NAB Radiasi Non-Pengion Pada Lingkungan Kerja

Nilai ambang batas pada radiasi ultraviolet merupakan nilai radiasi yang memiliki panjang gelombang sebesar 200 - 400 nm serta dapat mewakili kondisi dimana hampir semua pekerja yang bekerja dilingkungan kerja terpapar secara berulang-ulang tanpa didapatkan dampak akut pada kesehatan yang merugikan yang dapat berupa *photokeratitis* maupun *erythema*. Durasi paparan dari nilai ambang batas pada radiasi ultraviolet dapat dilihat pada tabel 4.4.

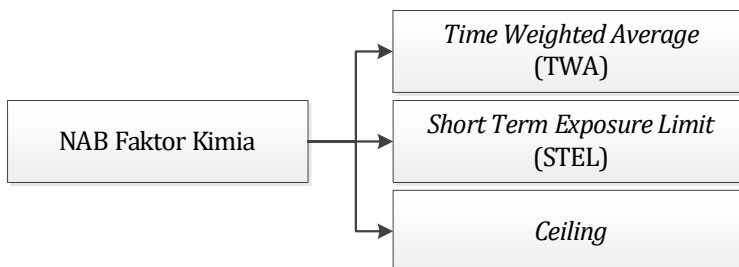
Tabel 4.4. Nilai Ambang Batas pada Radiasi Ultraviolet (200 – 400 nm) di Tempat Lingkungan Kerja.

Durasi Terpapar Per Hari	Iradiasi Efektif (I_{eff}) (mW/cm ²)
0.1 detik	30
0,5 detik	6
1 detik	3
10 detik	0,3
30 detik	0,1
1 menit	0,05
5 menit	0,01
10 menit	0,005
15 menit	0,0033
30 menit	0,0017
1 jam	0,0008
2 jam	0,0004
4 jam	0,0002
8 jam	0,0001

4.2.5 Nilai Ambang Batas pada Radiasi Non-Pengion

Nilai batas ambang pada faktor kimia berupa bahan kimia yang memiliki satuan mg/m³ atau ppm. Nilai batas ambang faktor kimia merupakan kosentrasi dari rata-rata terpaparnya bahan kimia tertentu didapatkan oleh setiap pekerja tanpa mengalami gangguan kesehatan maupun penyakit didalam bekerja sehari-hari dengan rentang waktu 8 jam/hari serta 40 jam/minggu. Nilai batas ambang

pada faktor kimia dibagi menjadi tiga yaitu ¹⁾*Time Weighted Average (TWA)*, ²⁾ *Short Term Exposure Limit (STEL)*, dan ³⁾*Ceiling*.



Gambar 4.6. Jenis NAB Faktor Kimia pada Lingkungan Kerja

Time Weighted Average (TWA) merupakan konsentrasi rata-rata waktu yang diterima pekerja terpapar bahan kimia ditempat kerja yang mampu diterima oleh semua pekerja tanpa mengalami gangguan kesehatan maupun penyakit selama lebih kurang 8 jam/hari ataupun selama 40 jam/minggu terpapar bahan kimia. *Short Term Exposure Limit (STEL)* merupakan konsentrasi bahan kimia rata-rata tertinggi selama 15 menit terpapar dan tidak diperbolehkan melebihi dari 4 kali terpapar selama periode terpapar minimal selama 60 menit dimana pekerja beraktifitas melakukan pekerjaannya perhari selama 8 jam. Sedangkan *ceiling* merupakan konsentrasi suatu bahan kimia yang terpapar oleh pekerja ditempat kerja yang optimum dan tidak diperkenankan melampauwi kosentasi terpapar bahan kimia yang telah ditetapkan selama bekerja. Beberapa contoh bahan kimia yang masuk didalam Nilai ambang batas pada bahan kimia di tempat lingkungan kerja dapat dilihat pada tabel 4.5.

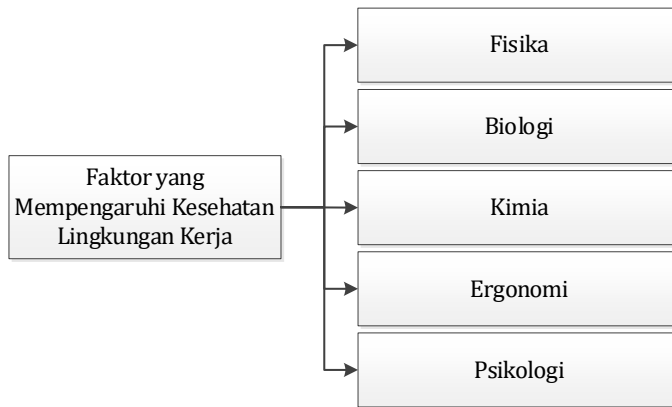
Tabel 4.5. Nilai Ambang Batas Pada Bahan Kimia Di Tempat Lingkungan Kerja

Parameter	TWA (ppm)	STEL (ppm)	Ceiling (ppm)
Acetaldehyde	20	225	50
Acetic anhydride	1	3	5
Acetonitrile	40	60	-
Acetic acid	10	15	40
Acetone	500	750	-
Acetophenone	10	-	-
Acetylsalicylic acid (Aspirin)	0,005	-	-
Acrylonitrile	2	-	-
Adiponitrile	2	-	-
Allyl bromide	0,1	0,2	-
Acrilic acid	2	-	-
Adipic acid	0,005	-	-
Alachlor	0,001	-	-
2-Aminoethano	3	6	-
Ammonia	25	35	-
Ammonium perfluorooctanoate	0,01	0,02	-
Amitrole	0,0002	-	-
Ammonium chloride	0,01	0,02	-

4.3 Pengukuran serta Pengendalian Kesehatan Lingkungan Kerja

Pengukuran serta pengendalian kesehatan lingkungan kerja bertujuan untuk mengetahui berapa besaran faktor yang mempengaruhi perubahan kesehatan pekerja ditempat kerja. Faktor yang dapat diukur dan dikendalikan dalam menekan penurunan kesehatan ditempat kerja berupa faktor fisika, biologi, psikologi, kimia dan ergonomi. Faktor - faktor yang dapat mengurangi tingkat kesehatan pekerja di lingkungan kerja ini diukur tingkat paparannya sebesapa besar dengan metode uji yang

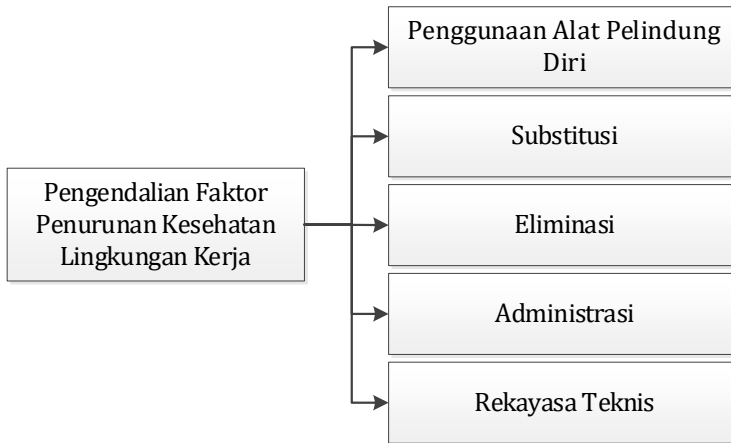
telah ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)



Gambar 4.7. Faktor yang mempengaruhi Kesehatan Lingkungan Kerja.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas kesehatan lingkungan kerja diukur tingkat paparan dan pengaruhnya di tempat lingkungan kerja. Faktor – faktor inipun dikendalikan untuk dapat dikurangi maupun dihilangkan dari tempat lingkungan kerja. Terdapat lima cara didalam mengendalikan faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan kesehatan lingkungan kerja yaitu dengan cara penggunaan alat pelindung diri, eliminasi, substitusi, administratif dan rekayasa teknis.

Penggunaan alat pelindungan diri bertujuan untuk melindungi seluruh tubuh maupun sebagian tubuh dari sumber bahaya yang dapat mengurangi kesehatan pekerja. Eliminasi merupakan suatu upaya didalam menghilangkan potensi sumber bahaya yang didapatkan dari terpaparnya bahan, proses, peralatan maupun operasi.



Gambar 4.8. Cara didalam pengendalian Faktor Penurunan Kesehatan Lingkungan Kerja

Substitusi merupakan suatu upaya didalam menggantikan proses, peralatan, bahan maupun operasi dari yang berpotensi dapat menyebabkan bahaya menjadi tidak berpotensi menyebabkan bahaya. Administratif merupakan suatu upaya didalam pengendalian pada sisi pekerja agar mengerjakan pekerjaan secara aman dan baik. Sedangkan upaya rekayasa teknis merupakan suatu upaya didalam pemisahan sumber potensi bahaya dari pekerja dengan memberikan sistem pengamanan pada setiap alat, mesin maupun area lingkungan tempat bekerja.

4.4 Higiene dan Sanitasi Ditempat Kerja

Penerapan higiene dan sanitasi ditempat kerja dapat dilakukan pada setiap bangunan tempat bekerja baik itu pada halaman, gedung maupun bangunan bawah tanah. Halaman yang higienenya baik hendaklah bersih, rata, tertata baik, tidak becek, serta cukup luas didalam lalu lintas pekerja maupun barang. Selain itu halaman yang sanitasinya baik hendaklah memiliki saluran air pembuangan yang tertutup serta terbuat dengan bahan yang kuat dan air buangan tersebut dapat mengalir disaluran pembuangan serta tidak menggenang.

Higiene dan sanitasi pada gedung yang menjadi patokan kesehatan lingkungan kerja terdiri atas lantai, dinding, langit-langit

serta atap. Bagian-bagian dari gedung tersebut haruslah kuat, kokos strukturnya, bersih, terpelihara serta cukup luas untuk memberikan ruang didalam pekerja melakukan aktifitas bekerjanya dan minimal memiliki luas ruang gerak 2 m²/orang. Higiene dan sanitasi pada dinding serta langit-langit gedung haruslah mudah dibersihkan, kering, tidak lembab, dicat minimal 5 tahun sekali, serta dibersihkan minimal 1 tahun sekali.

Higien dan sanitasi pada lantai haruslah datar, mudah dibersihkan, tidak licin, tahan air, terbuat dari material yang keras, tahan terhadap tumpahan bahan kimia, dan dibersihkan dengan teratur. Sedangkan Higien dan sanitasi pada atap haruslah tidak bocor, tidak berjamur, tidak berlubang, memberikan perlindungan kepada pekerja dari hujan maupun panas matahari.

Higien dan sanitasi pada bangunan bawah tanah haruslah memiliki sistem udara ventilasi, struktur bangunan yang kuat, memiliki sumber pencahayaan, bersih serta terawat dengan baik dan memiliki saluran limbah atau pembuangan air yang mampu mengalir dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfakihuddin, M. L. B., Sunartaty, R., Satriawan, D., Purnomo, T., Sahabuddin, E. S., Darsini, Pasanda, O. S., Dewadi, F. M., Ningsih, E., Bani, G. A., Hutauruk, T. R., & Andayani, S. (2023). *Pengendalian Limbah Industri* (S. P. M. K. Dr. Neila Sulung, N.S. & M. S. Mila Sari (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Darmayani, S., Tribakti, I., Bulkis Musa, Satriawan, D., Rustiah, W., Helilusiatiningsih, N., Sahabuddin, E. S., Rivandi Pranandita Putra, Rahmawati, Idewadi, F. M., & Cundaningsih, N. (2022). *Kimia Lingkungan* (M. S. Mila Sari (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Fatma, F., Nurdin, Maharja, R., Prasetyawati, N. D., Tanjung, R., Satriawan, D., Palilingan, R. A., Berek, N. C., & Suarjana, I. W. G. (2023). *Hygiene Lingkungan Kerja* (M. S. Mila Sari, S.ST. (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Haris, R., Marlina, Satriawan, D., Indrawati, A., Rahmawati, Maryam, A., Elis, A., Sudasman, F. H., Badawi, B., Silalahi, M. I., Wahyuni, I. D., & Sandra, Y. R. M. (2023). *Hygiene Sanitasi Makanan Dan Minuman* (S. T. K. Mila Sari & S. T. K. Rantika Maida Sahara (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Lourrinx, E., Patilaiaya, H. La, Rahmatullah, I., Purimahua, S. L., Amalia, R., Sari, N. P., Tira, D. S., & Satriawan, D. (2022). *Epidemiologi Lingkungan* (M. S. Mila Sari & S. T. K. Rantika Maida Sahara (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Lusiana, S. A., Masithah, S., Wahyuni, F., Talebe, T., Satriawan, D., Juliani, J., Wardani, H. K., Ilminingtyas, D., Yuswita, E., Hasanah, S. U., & Mamay, M. (2023). *Kimia Makanan Halal* (M. K. Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns. (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Muhammad Faizal Fathurrohim, Indrawati, A., Basarang, M., Fatmawati, A., Satriawan, D., Suanda, I. W., Murtafi'ah, N., Rustiah, W., Taufieq, N. A. S., Rahmawati, & Fauzi, A. Z. (2023). *Mikrobiologi Lingkungan* (S. P. M. K. Dr. Neila Sulung, N.S. (Ed.); 1 Ed.). PT Global Eksekutif Teknologi.

- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, (2018).
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, (2016).
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, Kemenkes Republik Indonesia 1 (2023).
- Sandra, L., Jasin, F. M., Pido, R., Makbul, R., Udyani, K., Patimah, Sari, D. K., Satriawan, D., Fajar, H., Ningsih, E., & Sinag, J. (2022). *Proses Pengolahan Limbah* (1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi
- Sari, M., Pramudianto, A., Astuti, D., Nur, S., Yunus, N. R., Satriawan, D., Maryanti, E., Pertiwi, N., & Dirawan, G. D. (2023). *Filsafat Ilmu Lingkungan* (M. K. Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns. (Ed.); 1 Ed.). PT Global Eksekutif Teknologi
- Sari, N. P., Satriawan, D., Irawan, A., Asyiradayati, R., Wulandari, W., Mahaza, Patilaiya, H. La, Aji, S. P., Della, R. H., Jumiyati, S., Sinurat, J., Sudasman, F. H., & A., Y. P. E. (2022). *Kesehatan Lingkungan Pemukiman Dan Perkotaan* (M. Sari (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Sari, Y. P., Sudirjo, F., Baali, Y., Fauzan, R., Kardini, N. L., Kurniawati, E., Waworuntu, A., & Satriawan, D. (2023). *Manajemen Perkantoran* (M. . Diana Purnama Sari, S.E. (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Sehol, M., Armus, R., Purnomo, T., Riyanti, Mamede, M., Samai, S., Satriawan, D., Wahyuni, S., Lutfi, Herliana, E., Pramudianto, A., Pertiwi, N., & Indrawati, A. (2022). *Biologi Lingkungan* (M. K. Dr. Neila Sulung, S.Pd, Ns, M. S. Mila Sari, & S. P. Tri Putri Wahyuni (Ed.); 1 Ed., Vol. 1). PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Siswati, T., Sa'diyah, A., K, A. P., Rismaya, R., Sulistiana, D., Mardiyah, U., Kristanto, B., A., D. P., Indis, N. Al, Patimah, Aisyah, S., Sandra, L., Satriawan, D., & Rahmawati. (2014). *KIMIA ANALISIS BAHAN PANGAN*. (1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.

- Sitorus, E., Rochyani, N., Nurfa'izin, S., Bani, G. A., Pasanda, O. S., Satriawan, D., Taufiq, N., Fatimura, M., Armus, R., & Nuraliyah, A. (2023). *Kimia Industri* (M. S. Mila Sari (Ed.); 1 Ed.). PT Global Eksekutif Teknologi.
- Yunus, A. I., Sinaga, J., Herliana, E., Syaiful, A. Z., Satriawan, D., Sari, D., Salbiah, Irwanto, Mamede, M., Rustan, F. R., Sari, N. P., & Fahrudin. (2022). *Pengelolaan Sampah Organik Dan Anorganik* (S. T. K. Rantika Maida Sahara (Ed.); 1 Ed.). PT. Global Eksekutif Teknologi.

BAB 5

ISU-ISU KONTEMPORER DALAM KESEHATAN LINGKUNGAN

Oleh Patrich Phill Edrich Papilaya

5.1 Perubahan Iklim

Perubahan iklim telah menjadi salah satu ancaman terbesar bagi kesehatan manusia dan integritas ekosistem di era modern. Dampaknya yang luas dan kompleks menjangkau berbagai aspek kehidupan, menciptakan tantangan yang belum pernah terjadi sebelumnya bagi kesehatan global dan keseimbangan alam.

Bagi manusia, perubahan iklim telah mengubah lanskap kesehatan secara dramatis. Peningkatan suhu global dan perubahan pola curah hujan telah memperluas wilayah yang cocok untuk penyebaran penyakit yang ditularkan vektor seperti malaria, demam berdarah, dan virus Zika. Sebuah studi yang diterbitkan dalam *Nature Microbiology* menunjukkan bahwa wilayah yang cocok untuk penularan demam berdarah diperkirakan akan meluas secara signifikan hingga tahun 2080, menempatkan jutaan orang dalam risiko (Colón-González, et al. 2021).

Keamanan air dan makanan juga terancam oleh perubahan iklim. Sebuah meta-analisis yang dipublikasikan dalam *Environmental Research Letters* menemukan hubungan yang signifikan antara peningkatan suhu dan peningkatan kasus diare, terutama di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (Colón-González, et al. 2021). Sementara itu, laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) memproyeksikan bahwa perubahan iklim dapat menyebabkan penurunan hasil panen global sebesar 2-6% per dekade, mengancam ketahanan pangan global (IPCC, 2019).

Dampak perubahan iklim juga merambah ke ranah kesehatan mental. Sebuah tinjauan sistematis yang diterbitkan dalam *International Journal of Environmental Research and Public*

Health mengungkapkan peningkatan risiko depresi, kecemasan, dan stres pasca-trauma terkait dengan bencana alam yang diperparah oleh perubahan iklim (Hayes, et al. 2018).

Di sisi lain, ekosistem di seluruh dunia mengalami perubahan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Sebuah meta-analisis yang diterbitkan dalam *Nature Ecology & Evolution* menunjukkan bahwa spesies bergerak ke arah kutub dengan kecepatan rata-rata 17 km per dekade di darat dan 72 km per dekade di laut sebagai respons terhadap pemanasan global (Lenoir, et al. 2020). Namun, tidak semua spesies mampu beradaptasi dengan cepat. Sebuah studi yang dipublikasikan dalam *Science* memproyeksikan bahwa hingga satu dari enam spesies dapat menghadapi risiko kepunahan jika tren pemanasan saat ini berlanjut (Urban, 2015).

Ekosistem laut menghadapi tantangan besar akibat perubahan iklim. Laporan khusus IPCC tentang laut dan kriosfer mengungkapkan bahwa pengasaman laut dan peningkatan suhu air telah menyebabkan pemutihan karang massal dan pergeseran dalam distribusi ikan, mengancam keseimbangan ekosistem laut dan ketahanan pangan masyarakat pesisir. Perubahan iklim juga mempengaruhi siklus biogeokimia planet. Sebuah studi jangka panjang yang diterbitkan dalam *Science* menunjukkan bahwa pemanasan global meningkatkan laju dekomposisi di tanah, berpotensi melepaskan lebih banyak karbon ke atmosfer dan menciptakan umpan balik positif yang dapat mempercepat perubahan iklim (IPCC, 2019; Melillo, et al. 2017).

Dampak perubahan iklim pada kesehatan manusia dan ekosistem saling terkait dan sering kali saling memperkuat. Misalnya, kerusakan ekosistem dapat mengurangi ketersediaan sumber daya alam yang penting bagi kesehatan manusia, seperti air bersih dan tanaman obat. Sebaliknya, perubahan perilaku manusia dalam merespons perubahan iklim dapat memiliki dampak luas pada ekosistem. Perubahan dalam struktur dan fungsi ekosistem juga berdampak pada layanan ekosistem yang penting bagi kesejahteraan manusia. Sebuah laporan komprehensif dari Intergovernmental *Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) menyoroti bagaimana perubahan iklim

mengancam layanan ekosistem seperti penyerbukan tanaman, perlindungan pantai, dan regulasi iklim lokal (IPBES,2019).

Selain itu, perubahan iklim dapat meningkatkan kerentanan ekosistem terhadap invasi oleh spesies non-natif. Sebuah studi yang diterbitkan dalam *Proceedings of the National Academy of Sciences* menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat meningkatkan kemampuan spesies invasif untuk menetap dan menyebar di habitat baru, yang pada gilirannya dapat mengancam keanekaragaman hayati lokal dan fungsi ekosistem. Dalam menghadapi tantangan ini, upaya adaptasi dan mitigasi menjadi semakin penting. Laporan terbaru dari *The Lancet Countdown on Health and Climate Change* menekankan pentingnya tindakan iklim yang ambisius untuk melindungi kesehatan manusia, dengan potensi manfaat kesehatan yang besar dari transisi ke energi bersih dan transportasi aktif (Hellmann, *et.al*, 2008 ; Watts, *et al.*, 2021).

5.2 Polusi

5.2.1 Polusi Udara

Polusi udara adalah salah satu masalah lingkungan paling mendesak yang dihadapi oleh umat manusia saat ini. Dengan peningkatan aktivitas industri, kendaraan bermotor, dan urbanisasi yang pesat, emisi gas rumah kaca menjadi salah satu penyebab utama polusi udara. Gas-gas ini, termasuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (NO_x), tidak hanya berkontribusi terhadap pemanasan global, tetapi juga berdampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), emisi CO₂ global telah mencapai rekor tertinggi pada tahun 2022, menunjukkan perlunya langkah segera untuk mengurangi jejak karbon (International Energy Agency, 2023).

Selain emisi gas rumah kaca, partikel halus seperti PM_{2.5} dan PM₁₀ merupakan komponen polusi udara yang sangat berbahaya. PM_{2.5} merujuk pada partikel dengan diameter kurang dari 2.5 mikrometer, sedangkan PM₁₀ mencakup partikel dengan diameter kurang dari 10 mikrometer. Partikel-partikel ini bisa berasal dari berbagai sumber, termasuk pembakaran bahan bakar fosil, debu, dan kebakaran hutan. Sebuah studi yang dipublikasikan

oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menunjukkan bahwa polusi partikel ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, bahkan pada konsentrasi yang rendah (World Health Organization, 2021).

Dampak polusi udara pada kesehatan sangat signifikan, terutama dalam kaitannya dengan penyakit pernapasan dan kardiovaskular. Paparan jangka panjang terhadap polusi udara, khususnya partikel halus, telah terbukti meningkatkan risiko penyakit asma, bronkitis, dan penyakit paru-paru kronis lainnya. Menurut penelitian yang diterbitkan dalam jurnal **Circulation**, polusi udara juga berkontribusi terhadap peningkatan risiko penyakit jantung dan stroke (Miller et al., 2021). Data menunjukkan bahwa individu yang tinggal di daerah dengan tingkat polusi udara tinggi cenderung memiliki angka kematian lebih tinggi akibat penyakit kardiovaskular.

Hasil kajian terkini juga menunjukkan bahwa polusi udara dapat memengaruhi perkembangan otak anak-anak. Sebuah studi yang dilakukan oleh Columbia University di tahun 2023 menemukan bahwa anak-anak yang terpapar polusi udara, khususnya partikel halus, menunjukkan penurunan kemampuan kognitif yang signifikan. Penelitian tersebut melaporkan penurunan IQ rata-rata hingga 3-4 poin pada anak-anak yang tinggal di daerah dengan polusi tinggi (Columbia University, 2023). Fenomena ini menyoroti pentingnya perlindungan terhadap anak-anak dari polusi udara, mengingat dampaknya yang berkepanjangan pada kesehatan dan perkembangan mereka.

Sebagai tambahan, WHO mencatat bahwa lebih dari 4 juta orang setiap tahun meninggal akibat paparan polusi udara dalam ruangan dan luar ruangan (World Health Organization, 2021). Ini menunjukkan betapa mendesaknya masalah ini dan perlunya perhatian serius dari semua pihak, termasuk pemerintah dan masyarakat. Edukasi publik mengenai bahaya polusi udara dan langkah-langkah untuk menguranginya sangat penting dalam mengatasi krisis kesehatan ini.

Upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan partikel halus sangat penting dalam menjaga kesehatan masyarakat. Implementasi kebijakan seperti promosi kendaraan listrik,

penggunaan energi terbarukan, dan perbaikan sistem transportasi publik adalah beberapa langkah yang dapat diambil. Di beberapa negara, kita telah melihat sukses berkurangnya emisi melalui penggantian bahan bakar fosil dengan sumber energi yang lebih bersih. Negara-negara Nordik, misalnya, telah berinvestasi besar dalam energi angin dan tenaga surya, yang menunjukkan hasil positif dalam pengurangan polusi udara (European Environment Agency, 2022).

Di tingkat individu, kesadaran dan tindakan kecil seperti menggunakan transportasi publik, bersepeda, atau berjalan kaki, serta mengurangi konsumsi energi juga bisa membantu mengurangi polusi udara. Memilih produk yang ramah lingkungan dan mendukung kebijakan lokal yang bertujuan mengurangi polusi juga merupakan langkah penting bagi masyarakat.

5.2.2 Polusi Air

Pencemaran air oleh logam berat adalah masalah lingkungan yang serius dan menjadi perhatian global. Logam berat seperti timbal (Pb) dan merkuri (Hg) sering kali masuk ke dalam sumber air akibat aktivitas industri, penambangan, dan pembuangan limbah. Kegiatan penambangan terbuka, yang banyak dilakukan untuk mendapatkan mineral, dapat mengganggu tanah dan menyebabkan logam berat yang terperangkap di dalam tanah mengalir ke badan air, termasuk sungai dan danau. Begitu pula industri yang tidak menjaga pengelolaan limbah dengan baik dapat melepaskan logam berat dalam limbah cair ke perairan.

Timbulnya logam berat di dalam ekosistem air akan berdampak buruk bagi organisme akuatik. Banyak spesies ikan dan organisme laut lain yang terpapar logam berat ini mengalami akumulasi dalam jaringan tubuh mereka. Menurut World Health Organization (2023), paparan timbal dapat mengganggu sistem saraf pusat pada anak-anak dan menyebabkan gangguan perkembangan yang parah. Efek ini semakin diperburuk oleh kenyataan bahwa timbal dan merkuri memiliki kemampuan untuk terakumulasi dalam rantai makanan, yang berarti semakin tinggi posisi organisme dalam rantai makanan, semakin besar konsentrasi logam berat yang dapat menumpuk di dalam tubuh mereka.

Sebuah studi yang diterbitkan dalam jurnal *Environmental Pollution* pada tahun 2023 menunjukkan bahwa peningkatan kadar timbal dalam air dapat berkontribusi pada penurunan kecerdasan anak-anak serta meningkatkan risiko perkembangan gangguan perilaku. Penelitian ini menemukan bahwa anak-anak yang tinggal di daerah dengan tingkat pencemaran timbal di air minum yang lebih tinggi memiliki IQ yang lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di daerah dengan kualitas air yang lebih baik.

Merkuri juga menjadi perhatian utama, terutama dalam bentuk metilmerkuri, yang kurang terurai di lingkungan dan lebih berbahaya karena akan terakumulasi dalam tubuh mangsa saat mereka mengonsumsi makanan yang terkontaminasi. Sebuah studi oleh The National Institute of Environmental Health Sciences di tahun 2022 mendapati bahwa paparan metilmerkuri dapat menyebabkan kerusakan neurologis, yang sering kali bersifat permanen, serta efek kardiovaskular bagi individu yang terpapar, baik di masa kanak-kanak maupun dewasa (NIEHS, 2022).

Contoh terkenal dari pencemaran merkuri adalah krisis di Minamata Bay di Jepang, di mana limbah dari sebuah pabrik kimia menyebabkan keracunan massa yang parah. Kasus tersebut menyoroti dampak tragis logam berat pada kesehatan manusia dan ekosistem. Kasus Minamata mendorong banyak negara untuk mengadopsi regulasi yang lebih ketat terhadap penggunaan dan pembuangan logam berat.

Pencegahan pencemaran air dari logam berat memerlukan tindakan terpadu dari berbagai pihak, termasuk penegakan hukum yang lebih ketat terhadap pelanggaran lingkungan, pengawasan yang ketat terhadap penggunaan bahan kimia berbahaya, dan pengembangan teknologi yang dapat mengolah dan mendaur ulang sumber air yang terkontaminasi. Selain itu, upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan memberikan edukasi tentang bahaya logam berat sangat krusial untuk mendorong pengurangan penggunaan produk yang mengandung logam berat dan mendukung inisiatif perlindungan lingkungan.

5.3 Pengelolaan Limbah

5.3.1 Limbah Plastik

Limbah plastik dan sampah elektronik adalah dua tantangan lingkungan paling mendesak di era modern. Keduanya tidak hanya mencemari lingkungan tetapi juga memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Pengelolaan dan pengurangan limbah ini adalah kunci untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Penggunaan plastik di seluruh dunia telah meningkat secara dramatis selama beberapa dekade terakhir, dengan produksi plastik global mencapai sekitar 368 juta ton pada tahun 2019 (Plastics Europe, 2020). Plastik, yang sering kali dianggap sebagai material yang praktis dan multifungsi, telah menjadi salah satu sumber limbah paling signifikan. Menurut laporan dari United Nations Environment Programme (UNEP), diperkirakan bahwa sekitar 300 juta ton plastik yang diproduksi setiap tahun menjadi limbah (UNEP, 2021).

Limbah plastik, terutama botol, kantong, dan kemasan, sering kali berakhir di lautan atau badan air lainnya, memberikan dampak yang serius bagi lingkungan. Menurut National Geographic, diperkirakan sekitar 8 juta ton plastik masuk ke lautan setiap tahun, menciptakan polusi yang mempengaruhi fauna dan flora laut (Parker.L, 2022). Banyak hewan laut, seperti penyu dan ikan, salah mengira plastik sebagai makanan, yang menyebabkan masalah pencernaan, kematian, dan gangguan kesehatan lainnya.

Selain limbah plastik besar, kehadiran *mikroplastik* — partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm — juga menjadi perhatian. Penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan di air minum, serta dalam berbagai makanan yang kita konsumsi, menciptakan keprihatinan tentang potensi dampaknya pada kesehatan manusia. Sebuah studi yang diterbitkan dalam jurnal *Environmental Science & Technology* menyatakan bahwa manusia dapat mengonsumsi hingga 5 gram plastik setiap minggu hanya dari makanan dan air (Cox. et al, 2020).

5.3.2 Limbah medis

Limbah medis terdiri dari semua limbah yang dihasilkan oleh fasilitas layanan kesehatan, termasuk rumah sakit, klinik, laboratorium, dan pabrik farmasi. Limbah ini mencakup berbagai bahan, mulai dari bahan kimia berbahaya, alat-alat bedah yang telah digunakan, hingga sisa obat-obatan. Karena sifatnya yang berpotensi menularkan penyakit dan mengandung bahan berbahaya, pengelolaan limbah medis yang efisien dan aman menjadi suatu keharusan untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan.

Limbah medis dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. **Limbah Infeksius:** Limbah yang dapat menularkan penyakit, seperti jarum suntik, pembalut, dan sampah dari pasien infeksius.
2. **Limbah Beracun/Kimia:** Mengandung bahan berbahaya melalui kontaminasi kimia, termasuk obat-obatan kadaluwarsa, bahan kimia laboratorium, dan limbah radiologis.
3. **Limbah umum:** Limbah non-infeksius yang dihasilkan dari aktivitas kesehatan, seperti kertas, plastik, dan makanan.

Tantangan dalam Pengelolaan Limbah Medis dapat disebutkan sebagai berikut :

1. **Risiko Kesehatan:** Penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan penularan penyakit, terutama dari limbah infeksius. Menurut WHO, sekitar 15% dari semua limbah medis dihasilkan dari fasilitas kesehatan mengandung virus, bakteri, atau patogen berbahaya (World Health Organization, 2021).
2. **Dampak Lingkungan:** Limbah medis yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari tanah dan air, menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat. Misalnya, limbah farmasi yang dibuang sembarangan dapat mencemari sumber air dan mempengaruhi organisme akuatik.
3. **Kepatuhan terhadap Regulasi:** Banyak negara memiliki peraturan ketat dalam pengelolaan limbah medis, dan

ketidakpatuhan dapat mengakibatkan sanksi hukum serta risiko kesehatan yang lebih besar. Sebuah laporan oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) menjelaskan bahwa banyak fasilitas kesehatan masih mengalami kesulitan dalam mematuhi pedoman yang ada (Lee and Lee, 2022).

Praktik Pengelolaan Limbah Medis yang Efisien dapat dilakukan dalam beberapa tahap :

1. **Pemilahan Limbah:** Pemilahan limbah di sumbernya adalah langkah pertama yang krusial dalam pengelolaan limbah medis. Limbah infeksius harus dipisahkan dari limbah umum dan disimpan dalam wadah yang aman sebelum diangkut untuk pengolahan lebih lanjut. Menurut penelitian oleh *International Journal of Environmental Research and Public Health* (2021), pemisahan yang tepat dapat mengurangi risiko penularan dan mempermudah proses pembuangan.
2. **Daur Ulang dan Pengolahan:** Beberapa limbah medis, seperti plastik dan kertas, dapat didaur ulang. Limbah infeksius sering kali perlu dikendalikan melalui proses termal seperti insinerasi, yang dapat menghancurkan patogen dan mengurangi volume limbah. Penelitian oleh **Waste Management** menunjukkan bahwa metode insinerasi yang efisien dapat mengurangi limbah hingga 90% (Atrrah *et al.*, 2021).
3. **Pendidikan dan Pelatihan:** Kesadaran dan pemahaman tentang metode pengelolaan limbah medis yang benar harus ditanamkan di setiap level fasilitas kesehatan. Pendidikan berkelanjutan untuk staf kesehatan tentang prosedur pengelolaan limbah dan pentingnya keamanan sangat penting.
4. **Penggunaan Teknologi Hijau:** Teknologi inovatif, seperti perangkat pemusnah limbah medis yang menggunakan teknologi plasma atau elektrik, dapat menjadi alternatif untuk insinerasi. Teknologi ini dapat mengurangi emisi berbahaya dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah.

5.3.3 Kebijakan dan Regulasi

Menyusul meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan dan kesehatan dari limbah medis, banyak negara telah menerapkan regulasi yang lebih ketat untuk pengelolaan limbah ini. Misalnya, di Eropa, *European Union Waste Framework Directive* mengharuskan semua negara anggota untuk memenuhi pedoman tertentu dalam pengelolaan limbah, termasuk limbah medis (European Commission, 2020). Di Indonesia, juga terdapat Peraturan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019 tentang pengelolaan limbah rumah sakit yang menekankan pentingnya sistem pengelolaan yang aman dan berkelanjutan.

Sampah elektronik (e-waste) merujuk pada perangkat elektronik yang sudah tidak terpakai atau tidak berfungsi. Dengan kemajuan teknologi dan peningkatan konsumsi produk elektronik, e-waste telah menjadi salah satu kategori limbah yang paling cepat berkembang. Global E-Waste Monitor 2020 memperkirakan bahwa dunia menghasilkan sekitar 53.6 juta ton sampah elektronik pada tahun itu, dengan hanya 17.4% yang berhasil didaur ulang (Baldé et al., 2020).

Sampah elektronik mengandung berbagai bahan berbahaya, termasuk logam berat seperti timbal, kadmium, dan merkuri, serta bahan kimia berbahaya lainnya yang memberikan dampak kesehatan dan lingkungan. Ketika e-waste dibuang secara sembarangan, bahan-bahan ini dapat mencemari tanah dan air, dan akhirnya masuk ke dalam rantai makanan, menimbulkan risiko serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Penelitian oleh United Nations University menunjukkan bahwa paparan terhadap bahan berbahaya dalam sampah elektronik dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan neurologis dan kanker (Nnorom & Osibanjo, 2008).

Pengelolaan limbah medis adalah aspek penting dari kesehatan masyarakat dan perlindungan lingkungan. Dengan tantangan yang ada, seperti risiko kesehatan dan dampak lingkungan, perlu ada pendekatan yang lebih terstruktur dan sistematis guna mengelola limbah medis secara efektif. Melalui pemisahan yang baik, daur ulang, penerapan teknologi baru, serta pendidikan bagi tenaga medis, kita dapat mengurangi risiko yang

ditimbulkan oleh limbah medis dan melindungi kesehatan manusia serta lingkungan.

Daur Ulang dan Pengelolaan E-Waste merupakan pilihan terbaik saat ini. Pengelolaan yang efektif dari sampah elektronik sangat penting. Daur ulang e-waste dapat memulihkan material berharga seperti emas, perak, dan tembaga, sekaligus mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Menurut laporan oleh *Global E-Waste Monitor*, hanya sekitar 20% dari semua e-waste yang didaur ulang di negara maju, sementara banyak negara berkembang kekurangan fasilitas yang memadai untuk mengelola e-waste secara aman (Baldé et al., 2020).

Solusi Berkelanjutan

1. Kebijakan dan Regulasi: Penerapan kebijakan yang lebih ketat untuk pengelolaan limbah plastik dan elektronik sangat penting. Hal ini mencakup pengenaan pajak pada produk plastik sekali pakai, serta pengaturan yang lebih ketat untuk daur ulang e-waste.
2. Edukasi dan Kesadaran Masyarakat: Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai dampak limbah plastik dan e-waste dapat mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab dalam penggunaan dan pembuangan produk. Program-program edukasi yang mendorong daur ulang dan pengurangan penggunaan plastik perlu diperluas.
3. Inovasi dalam Desain Produk Memproduksi barang-barang yang lebih mudah didaur ulang dan ramah lingkungan juga dapat mengurangi jumlah limbah. Desain produk yang memungkinkan pemisahan bahan secara cepat dan mudah akan memudahkan proses daur ulang dan mengurangi limbah.
4. Daur Ulang dan Teknologi Hijau Investasi dalam teknologi hijau untuk pengolahan dan daur ulang limbah dapat membuka peluang ekonomi sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Misalnya, penggunaan teknologi canggih untuk mengekstrak logam berharga dari e-waste dan mendaur ulang plastik dengan metode yang lebih efisien dapat membantu mengurangi limbah.

5.3.4 Daur Ulang dan Ekonomi Sirkular: Konsep untuk Keberlanjutan Global

Daur ulang dan ekonomi sirkular adalah konsep yang semakin relevan dalam konteks krisis lingkungan saat ini. Daur ulang adalah proses mengumpulkan dan memproses bahan yang sudah tidak terpakai agar dapat digunakan kembali dalam produksi barang baru, sedangkan ekonomi sirkular adalah model ekonomi yang berfokus pada pengurangan limbah dan pengoptimalan penggunaan sumber daya dengan cara menjaga nilai produk, material, dan sumber daya dalam ekonomi sejauh mungkin.

1. Daur Ulang: Proses dan Manfaat

Setiap tahun, dunia menghasilkan miliaran ton limbah, sebagian besar di antaranya berasal dari kemasan, elektronik, dan materi bangunan. Menurut laporan oleh World Bank dari tahun 2021, diperkirakan bahwa limbah padat global akan meningkat dari 2,01 miliar ton pada 2016 menjadi 3,4 miliar ton pada 2050 jika tidak ada upaya untuk mengelola limbah dengan lebih baik (World Bank, 2021). Daur ulang menjadi komponen kunci dalam upaya mengurangi jumlah limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir.

Proses daur ulang melibatkan beberapa langkah, termasuk pengumpulan, pemisahan, pembersihan, dan pengolahan bahan, sehingga dapat dipakai kembali dalam proses produksi. Beberapa manfaat dari daur ulang meliputi:

- a. Pengurangan Limbah: Daur ulang secara signifikan mengurangi volume limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Sebuah studi menunjukkan bahwa daur ulang kertas dapat mengurangi limbah hingga 70% dibandingkan dengan produksi kertas dari kayu (Environmental Protection Agency, 2021).
- b. Pelestarian Sumber Daya Alam: Daur ulang membantu mengurangi kebutuhan untuk ekstraksi bahan mentah baru, sehingga melindungi ekosistem dan mengurangi jejak karbon. Sebuah laporan oleh Ellen MacArthur Foundation menunjukkan bahwa menggunakan bahan daur ulang dalam produksi dapat mengurangi

permintaan bahan mentah fisik secara signifikan (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

- c. **Penghematan Energi:** Proses daur ulang biasanya memerlukan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan pengolahan bahan mentah baru. Misalnya, daur ulang aluminium dapat menghemat hingga 95% energi dibandingkan dengan produksi dari bijih (Aluminum Association, 2021).

2. Ekonomi Sirkular-Definisi dan Prinsip

Konsep ekonomi sirkular menawarkan pandangan baru tentang produksi dan konsumsi, dengan tujuan untuk menciptakan sistem yang lebih berkelanjutan dengan mempertahankan nilai barang, material, dan sumber daya. Dalam ekonomi sirkular, produk dirancang untuk bertahan lebih lama, dan komponen yang dapat didaur ulang diintegrasikan ke dalam produk dari awal.

Prinsip utama dari ekonomi sirkular meliputi:

- a. **Desain untuk Daur Ulang.** Produk harus dirancang sejak awal untuk memudahkan daur ulang dan pengolahan kembali. Misalnya, produsen barang elektronik mulai menggunakan komponen yang lebih mudah dipisahkan untuk mengoptimalkan proses daur ulang.
- b. **Pemakaian Ulang dan Perbaikan.** Mengutamakan pemakaian ulang dan perbaikan barang sebelum akhirnya dibuang. Ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga menciptakan model bisnis baru di mana perusahaan menawarkan layanan perbaikan dan penyewaan barang.
- c. **Sistem Kolaboratif.** Penerapan ekonomi sirkular juga memerlukan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk produsen, konsumen, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah. Kerjasama seperti ini dapat membantu meningkatkan kesadaran dan memfasilitasi kebijakan yang mendukung sistem ekonomi yang lebih berkelanjutan.

3. Tantangan dalam Implementasi

Meskipun potensi manfaatnya sangat besar, implementasi daur ulang dan ekonomi sirkular masih menghadapi berbagai tantangan:

- a. **Kekurangan Infrastruktur:** Banyak negara, terutama di dunia berkembang, belum memiliki infrastruktur yang memadai untuk mendukung daur ulang yang efisien. Penelitian oleh United Nations Environment Programme (2021) mencatat bahwa hanya 9% dari semua plastik yang diproduksi global berhasil didaur ulang.
- b. **Kurangnya Kesadaran dan Pendidikan:** Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya daur ulang dan ekonomi sirkular masih rendah di banyak tempat. Pendidikan yang lebih baik mengenai cara mendaur ulang dan manfaat dari ekonomi sirkular perlu digalakkan.
- c. **Peraturan dan Insentif:** Perlu ada pengaturan dan insentif yang jelas dari pemerintah untuk memfasilitasi praktik daur ulang dan peralihan ke ekonomi sirkular. Regulator harus mendukung transisi ini dengan memberikan insentif bagi perusahaan yang berinvestasi dalam proses yang lebih berkelanjutan.

Daur ulang dan ekonomi sirkular adalah solusi penting untuk mengatasi masalah limbah global dan menjawab tantangan keberlanjutan. Dengan mendesain ulang cara kita memproduksi, mengonsumsi, dan mendaur ulang, kita dapat menciptakan sistem yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Upaya kolaboratif antar-pemangku kepentingan akan sangat penting untuk mencapai visi ini dan melindungi planet kita untuk generasi yang akan datang.

5.4 Ketahanan Pangan

5.4.1 Ketahanan Pangan: Tantangan dan Solusi untuk Masa Depan

Ketahanan pangan merupakan isu yang sangat penting di abad ke-21, mengingat pertumbuhan populasi global yang pesat dan dampak perubahan iklim yang semakin nyata. Ketahanan pangan tidak hanya terkait pada ketersediaan makanan, tetapi juga pada aspek aksesibilitas, kualitas, dan keberagaman pangan yang aman serta bergizi. Seiring dengan tantangan ini, penting untuk mencari solusi inovatif yang dapat memastikan bahwa setiap orang memiliki akses kepada makanan yang cukup dan bergizi di masa depan.

Pada tahun 2021, jumlah populasi dunia diperkirakan mencapai lebih dari 7,8 miliar jiwa, dan diprediksi akan melewati angka 9,7 miliar pada tahun 2050 (United Nations, 2019). Pertumbuhan populasi ini, terutama di negara-negara berkembang, meningkatkan permintaan terhadap pangan secara signifikan. Urbanisasi yang cepat juga berkontribusi pada tantangan ini, menciptakan tekanan pada sistem pangan yang sudah ada dan menyulitkan distribusi pangan ke daerah perkotaan yang padat penduduk.

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman terbesar bagi ketahanan pangan. Fenomena cuaca ekstrem, seperti banjir, kekeringan, dan perubahan pola hujan, terus meningkat dan mempengaruhi produktivitas pertanian. Laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyebutkan bahwa perubahan iklim dapat mengakibatkan pengurangan hasil pertanian hingga 30% pada akhir abad ini jika langkah mitigasi tidak segera diterapkan (IPCC, 2021).

1. Krisis Sumber Daya

Ketersediaan lahan pertanian yang subur semakin menurun akibat konversi lahan menjadi area pemukiman, industri, dan infrastruktur. Selain itu, masalah seperti pencemaran tanah, deplesi air tanah, dan penggunaan pestisida yang berlebihan turut memperburuk kondisi. Menurut laporan oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO), hingga 43% dari seluruh lahan pertanian di dunia mengalami degradasi (FAO, 2021).

a. Keamanan Pangan dan Kontaminasi

Keamanan pangan adalah kondisi di mana semua orang memiliki akses terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi, sehingga dapat menjalani kehidupan yang sehat dan aktif. Namun, tantangan dalam menjaga keamanan pangan meningkat akibat kontaminasi yang dapat terjadi di berbagai tahap dari rantai pasok pangan.

1) Sumber Kontaminasi

Kontaminasi pangan dapat terjadi karena berbagai sebab, seperti bakteri patogen, virus, parasit, serta bahan kimia berbahaya yang berasal dari pestisida dan herbisida. Menurut laporan WHO, di seluruh dunia, sekitar 600 juta orang jatuh sakit akibat makanan yang tidak aman setiap tahun, dan 420.000 di antaranya meninggal dunia (WHO, 2021). Penularan penyakit melalui makanan ini sering disebabkan oleh praktik penyimpanan, pengolahan, dan penyajian makanan yang tidak higienis.

2) Dampak Kesehatan

Penyakit yang ditularkan melalui makanan dapat menyebabkan gejala ringan hingga severe, termasuk diare, keracunan makanan, dan penyakit jangka panjang seperti sindrom hemolitik uremik (HUS) yang dapat disebabkan oleh infeksi *E. coli*. Menurut sebuah studi yang diterbitkan dalam **Foodborne Pathogens and Disease**, kontaminasi patogen makanan telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, mendorong peningkatan perhatian pada keamanan pangan secara global (Scharff et al., 2021).

3) Pencegahan dan Kebijakan

Untuk meningkatkan keamanan pangan, pendekatan lintas sektoral sangat diperlukan, yang mencakup kebijakan pengawasan makanan yang ketat, edukasi publik tentang praktik keamanan makanan, serta pelatihan untuk produsen dan pelaku industri. Menurut analisis yang dilakukan oleh **Food Safety Authority of Ireland**, meningkatkan pelatihan untuk

pengelolaan keamanan pangan dapat mengurangi risiko kontaminasi dan meningkatkan kesadaran di kalangan perusahaan makanan (Food Safety Authority of Ireland, 2020).

b. Penggunaan Pestisida dan Herbisida

Penggunaan pestisida dan herbisida dalam pertanian sering kali menjadi kontroversi, karena meskipun produk ini membantu meningkatkan hasil pertanian, mereka juga bisa membawa efek negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

1) Dampak Kesehatan

Pestisida dapat berdampak pada kesehatan manusia, terutama bagi petani yang terlibat langsung dalam penggunaannya. Penelitian yang dipublikasikan dalam **International Journal of Environmental Research and Public Health** menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap pestisida tertentu dapat meningkatkan risiko terkena penyakit Parkinson, kanker, dan gangguan hormonal (Giovannini et al., 2022).

2) Pencemaran Lingkungan

Pestisida dan herbisida tidak hanya terakumulasi pada tanaman, tetapi juga dapat mencemari tanah dan badan air, menyebabkan gangguan terhadap ekosistem. Laporan oleh UNEP menyebutkan bahwa sekitar 1/3 dari semua pestisida yang digunakan di dunia meresap ke dalam tanah dan air, membahayakan kehidupan akuatik dan biodiversitas (UNEP, 2020).

3) Alternatif dan Regulasi

Penerapan alternatif pengendalian hama yang lebih aman, seperti organisme pengendali hama (biopestisida) dan teknik pertanian terpadu, merupakan langkah penting untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya. Beberapa negara telah membantu mengembangkan

kebijakan yang lebih ketat terkait penggunaan pestisida, mendorong penelitian dan penggunaan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan.

c. Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan menjadi solusi yang penting dalam menerapkan praktik yang ramah lingkungan dan menjaga produktivitas jangka panjang.

1) Prinsip Pertanian Berkelanjutan

Pertanian berkelanjutan berfokus pada produksi pangan yang memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini tanpa merusak sumber daya untuk generasi mendatang. Ini mencakup menggunakan metode pertanian yang menjaga kesehatan tanah, meminimalkan penggunaan pestisida dan herbisida, serta melestarikan keanekaragaman hayati. Sebuah studi yang diterbitkan di **Nature Sustainability** menunjukkan bahwa praktik pertanian berkelanjutan dapat meningkatkan hasil dan mendorong stabilitas pangan di berbagai wilayah (Levers et al., 2021).

2) Praktik yang Diterapkan

Beberapa praktik yang termasuk dalam pertanian berkelanjutan adalah rotasi tanaman, penggunaan kompos, dan penanaman tanaman penutup untuk memperbaiki struktur tanah serta meminimalkan erosi. Di samping itu, agroekologi dan praktek konservasi juga telah terbukti efektif dalam menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan resilien terhadap perubahan iklim.

3) Dampak Positif

Menurut laporan FAO, pertanian berkelanjutan bukan hanya mengarah pada hasil panen yang lebih baik, tetapi juga mampu mengurangi jejak karbon dan melindungi keanekaragaman hayati (FAO, 2021). Dengan mengadopsi prinsip-prinsip ini, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan sekaligus meningkatkan ketahanan pangan.

Ketahanan pangan menghadapi kompleksitas tantangan yang membutuhkan integrasi pendekatan dari berbagai sektor. Dengan memahami dan mengatasi isu keamanan pangan, penggunaan pestisida, dan menerapkan praktik pertanian berkelanjutan, kita adalah langkah awal yang dibutuhkan untuk memastikan akses terhadap pangan yang aman dan bergizi bagi semua orang di masa depan. Kolaborasi antara petani, pemerintah, dan masyarakat sangat penting untuk menciptakan sistem pangan yang lebih aman, berkelanjutan, dan resilien.

2. Solusi untuk Masa Depan

a. Pertanian Berkelanjutan

Salah satu solusi kunci untuk memastikan ketahanan pangan adalah praktik pertanian berkelanjutan. Pertanian berkelanjutan berfokus pada penggunaan metode yang tidak merusak lingkungan, mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem, dan memperbaiki kesuburan tanah. Teknik-teknik seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan penggunaan bahan organik dapat meningkatkan produktivitas secara jangka panjang. Menurut penelitian yang diterbitkan dalam jurnal *Nature Sustainability*, penerapan praktik pertanian berkelanjutan dapat meningkatkan hasil pertanian hingga 20% tanpa merusak sumber daya alam.

Pertanian berkelanjutan mengintegrasikan kebutuhan sosial, ekonomi, dan lingkungan dengan prinsip dasar sebagai berikut:

1) Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan.

Pertanian berkelanjutan berfokus pada penyimpanan kesuburan tanah, air yang bersih, dan keanekaragaman hayati. Praktik seperti rotasi tanaman, penggunaan pupuk organik, dan teknik konservasi tanah berkontribusi terhadap peningkatan keberlanjutan.

2) Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman genetik dalam budidaya tanaman dan ternak sangat penting untuk menciptakan sistem pertanian yang resilien. Menurut sebuah studi yang diterbitkan dalam *Global Sustainability*, mempertahankan keanekaragaman hayati dapat membantu mengurangi risiko gagal panen akibat hama, penyakit, dan perubahan iklim (Frison et al., 2011).

3) Pengurangan Penggunaan Bahan Kimia Berbahaya.

Pertanian berkelanjutan mendorong pengurangan penggunaan pestisida dan herbisida sintetis, dengan memanfaatkan pengendalian hama biologis dan praktik pertanian organik yang lebih ramah lingkungan.

b. Inovasi Teknologi

Teknologi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi sistem pertanian. Penggunaan teknologi, seperti sensor berbasis IoT (*Internet of Things*), drone untuk pemantauan lahan, dan sistem irigasi pintar dapat membantu petani memanfaatkan sumber daya dengan lebih efisien. Sebuah studi oleh World Bank menunjukkan bahwa teknologi pertanian presisi dapat meningkatkan hasil panen hingga 30%, sekaligus mengurangi penggunaan air dan pupuk (Kaza et al, 2020).

Inovasi dan teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan praktik pertanian berkelanjutan. Beberapa teknologi yang sedang diterapkan mencakup:

1) Pertanian Presisi

Pertanian presisi menggunakan data dan teknologi, seperti sensor tanah dan drone, untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Ini membantu petani menerapkan air, pupuk, dan pestisida secara lebih efisien dan tepat sasaran. Sebuah studi oleh *World Bank* menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pertanian presisi dapat meningkatkan hasil panen hingga 30% dan

mengurangi penggunaan input lainnya (Kaza et al, 2020).

2) Agroekologi

Pendekatan agroekologi mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologi ke dalam praktik pertanian. Menurut laporan oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO), agroekologi tidak hanya meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim tetapi juga menawarkan solusi untuk memperbaiki mata pencaharian petani kecil (FAO, 2019).

3) Teknologi Pertanian Berbasis Digital

Penggunaan platform digital untuk memberi akses kepada petani akan informasi mengenai cuaca, harga pasar, dan praktik budidaya juga semakin berkembang. Teknologi ini membantu petani membuat keputusan yang lebih baik dan meningkatkan produktivitas serta pendapatan mereka.

c. Manfaat Pertanian Berkelanjutan

Manfaat yang diperoleh dari penerapan pertanian berkelanjutan sangat banyak:

1) Keamanan Pangan

Pertanian berkelanjutan berkontribusi pada keamanan pangan dengan meningkatkan produktivitas secara jangka panjang tanpa mengorbankan kualitas tanah dan air. Dengan mempertahankan kesuburan tanah dan mengurangi pencemaran, pertanian berkelanjutan dapat menghasilkan pangan yang lebih berkualitas dan aman.

2) Pelestarian Lingkungan

Pertanian berkelanjutan berkontribusi pada konservasi keanekaragaman hayati dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Praktik ini berfungsi untuk mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan dan ekosistem.

3) Kesejahteraan Petani

Dengan mengurangi ketergantungan pada input kimia dan meningkatkan keterampilan serta pengetahuan petani, pertanian berkelanjutan dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi dan sosial para pelaku pertanian. Petani yang menerapkan praktik berkelanjutan cenderung mendapat hasil lebih baik yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

- Tantangan dalam Implementasi

Meskipun banyak manfaat yang diperoleh dari pertanian berkelanjutan, ada tantangan yang harus dihadapi dalam penerapannya:

1) Kurangnya Pengetahuan dan Kesadaran

Banyak petani, terutama di negara berkembang, masih belum memiliki akses yang memadai terhadap pengetahuan dan teknologi yang diperlukan untuk menerapkan praktik pertanian berkelanjutan.

2) Dukungan Kebijakan yang Terbatas

Banyak negara masih memiliki kebijakan yang lebih mendukung praktik pertanian konvensional daripada berkelanjutan. Perubahan kebijakan dan dorongan dari pemerintah dapat membantu memfasilitasi peralihan ke praktik berkelanjutan.

3) Modal Awal

Penerapan beberapa praktik pertanian berkelanjutan dapat memerlukan investasi awal yang cukup besar, yang mungkin sulit diakses oleh petani kecil.

Pertanian berkelanjutan adalah pendekatan yang sangat penting dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan di masa depan. Dengan memanfaatkan teknologi, melestarikan sumber daya alam, dan mempromosikan keberagaman hayati, kita dapat menciptakan sistem pertanian yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan. Kolaborasi antara petani,

pemerintah, dan masyarakat adalah kunci dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan demi kesejahteraan manusia dan lingkungan.

d. Diversifikasi Pangan

Mendorong diversifikasi pangan, baik di tingkat pertanian maupun konsumsi, sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan. Dengan beralih dari ketergantungan pada beberapa jenis tanaman pokok (seperti padi dan jagung) ke berbagai varietas lokal yang lebih tahan terhadap perubahan iklim, kita dapat meningkatkan ketahanan sistem pangan. Laporan oleh Global Nutrition Report menunjukkan bahwa peningkatan keberagaman pangan dapat meningkatkan kesehatan gizi masyarakat (Global Nutrition Report, 2021).

e. Kebijakan dan Kerjasama Internasional

Pemerintah memainkan peran penting dalam menciptakan kebijakan yang mendukung ketahanan pangan. Kebijakan yang berfokus pada pengurangan limbah pangan, perbaikan akses ke pasar, dan dukungan untuk petani kecil sangat diperlukan. Kerjasama internasional juga penting untuk berbagi pengetahuan dan teknologi, serta untuk menangani tantangan yang bersifat global.

Ketahanan pangan adalah tantangan kompleks yang memerlukan pendekatan multilateral. Dengan mengadopsi praktik pertanian berkelanjutan, memanfaatkan inovasi teknologi, mendorong diversifikasi pangan, dan menciptakan kebijakan yang tepat, kita dapat memastikan ketersediaan pangan yang aman dan bergizi untuk semua, serta menghadapi tantangan yang mungkin muncul di masa depan. Melalui upaya bersama, kita dapat menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan dan sejahtera bagi seluruh masyarakat di dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- ACEEE. (2023). *ACEEE / American Council for an Energy Efficient Economy*. *Www.aceee.org*. <https://www.aceee.org/>
- Attrah, M., Elmanadely, A., Akter, D., & Rene, E. R. (2022). A Review on Medical Waste Management: Treatment, Recycling, and Disposal Options. *Environments*, 9(11), 146. <https://doi.org/10.3390/environments9110146>
- Benton, T., & Harwatt, H. (2022). *Sustainable agriculture and food systems Comparing contrasting and contested versions Environment and Society Programme*. https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2022-05/2022-05-24-sustainable-agriculture-benton-harwatt_4.pdf
- Betts, R. A., Alfieri, L., Bradshaw, C., Caesar, J., Feyen, L., Friedlingstein, P., Gohar, L., Koutroulis, A., Lewis, K., Morfopoulos, C., Papadimitriou, L., Richardson, K. J., Tsanis, I., & Wyser, K. (2018). Changes in climate extremes, fresh water availability and vulnerability to food insecurity projected at 1.5°C and 2°C global warming with a higher-resolution global climate model. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2119), 20160452. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0452>
- Carlton, E. J., Woster, A. P., DeWitt, P., Goldstein, R. S., & Levy, K. (2015). A systematic review and meta-analysis of ambient temperature and diarrhoeal diseases. *International Journal of Epidemiology*, 45(1), 117–130. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv296>
- Colón-González, F. J., Sewe, M. O., Tompkins, A. M., Sjödin, H., Casallas, A., Rocklöv, J., Caminade, C., & Lowe, R. (2021). Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer and more populated world: a multi-model, multi-scenario intercomparison modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 5(7), 404–414. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00132-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00132-7)

- Columbia University. (2022, January 28). *Press Releases*. Columbia University Mailman School of Public Health. <https://www.publichealth.columbia.edu/research/centers/columbia-center-childrens-environmental-health/news>
- Cox, K., Garth Aidan Covernton, Davies, H. L., & Dudas, S. (2019, June 11). *Human Consumption of Microplastics*. ResearchGate; American Chemical Society. https://www.researchgate.net/publication/333702839_Human_Consumption_of_Microplastics
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.* [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/emf_completing_the_picture.pdf].
- EPA. (2023, November 27). *Recycling Basics and Benefits*. [www.epa.gov. https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics-and-benefits](https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics-and-benefits)
- European Commission. (2022). *Waste Framework Directive*. European Commission. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- European Environment Agency. (2023, October 25). *Greenhouse gas emissions from transport in Europe*. Europa.eu. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/greenhouse-gas-emissions-from-transport-8>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). *Food And Agricultural Commodity Systems*. UNDP. https://www.undp.org/facs?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3vO3BhCqARIsAEWblcBEKro37gY7Gx_Oz8A0ORGrCJhpLRWY2Uymw6qqtXLr5DH84-ElviUaAppHEALw_wcB
- Food Safety Authority of Ireland. (2020). *The Food Safety Authority of Ireland*. [fsai.ie. https://www.fsai.ie/](https://www.fsai.ie/)
- Forti, V., Baldé, P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *Quantities, flows, and the circular economy potential The Global E-waste Monitor 2020*. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- Frison, E., Jeremy, C., & Hodgkin, T. (2011, December). *Agricultural Biodiversity Is Essential for a Sustainable Improvement in*

Food and Nutrition Security. ResearchGate; MDPI.
https://www.researchgate.net/publication/49605100_Agricultural_Biodiversity_Is_Essential_for_a_Sustainable_Improvement_in_Food_and_Nutrition_Security

Global Nutrition Report. (2021). *Global Nutrition Report (2021) The State of Global Nutrition. Development Initiatives, Poverty Research Ltd., Bristol*. - References - Scientific Research Publishing. Scirp.org.

<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3208485>

Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S., & Reifels, L. (2018). Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions. *International Journal of Mental Health Systems*, 12(1).
<https://doi.org/10.1186/s13033-018-0210-6>

HELLMANN, J. J., BYERS, J. E., BIERWAGEN, B. G., & DUKES, J. S. (2008). Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. *Conservation Biology*, 22(3), 534–543.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00951.x>

IEA. (2023). *All Analysis – Analysis*. IEA.
<https://www.iea.org/analysis?type=report>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Wwww.ipcc.ch; IPCC.
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IOPscience. (2017a). *Environmental Research Letters - IOPscience*. Iop.org. <https://iopscience.iop.org/journal/1748-9326>

IOPscience. (2017b). *Environmental Research Letters - IOPscience*. Iop.org. <https://iopscience.iop.org/journal/1748-9326>

IPBES. (2019). *The global assessment report on BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES*.
[https://www.ipbes.net/system/files/2021-06/2020%20IPBES%20GLOBAL%20REPORT\(FIRST%20PART\)_V3_SINGLE.pdf](https://www.ipbes.net/system/files/2021-06/2020%20IPBES%20GLOBAL%20REPORT(FIRST%20PART)_V3_SINGLE.pdf)

IPCC. (2019). *Cite Report — Special Report on Climate Change and Land*. Ippcc.ch; Special Report on Climate Change and Land.
<https://www.ipcc.ch/srccl/cite-report/>

- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. In *openknowledge.worldbank.org*. Washington, DC: World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a>
- Lee, S. M., & Lee, D. (2022). Effective Medical Waste Management for Sustainable Green Healthcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14820.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192214820>
- Lenoir, J., Bertrand, R., Comte, L., Bourgeaud, L., Hattab, T., Murienne, J., & Grenouillet, G. (2020). Species better track climate warming in the oceans than on land. *Nature Ecology & Evolution*, 4(8), 1044–1059.
<https://doi.org/10.1038/s41559-020-1198-2>
- Lincoln, B. G. (2023). Who is Best Placed to Make What Decisions? Multilevel Governance and Adaptation to Climate Change - Some Observations from South Australia. *Adelaide.edu.au*.
<https://hdl.handle.net/2440/137467>
- Liu, Z., Deng, Z., Davis, S., & Ciais, P. (2023). Monitoring global carbon emissions in 2022. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4.
<https://doi.org/10.1038/s43017-023-00406-z>
- Miller, M. R. (2022). The cardiovascular effects of air pollution: Prevention and reversal by pharmacological agents. *Pharmacology & Therapeutics*, 232, 107996.
<https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2021.107996>
- NIEHS. (2022). *What Is NIEHS Doing?*
https://www.niehs.nih.gov/sites/default/files/health/materials/niehs_overview_508.pdf
- Parker, L. (2022, May 20). *The World's Plastic Pollution Crisis Explained* / National Geographic Society. Education.nationalgeographic.org; National Geographic.
<https://education.nationalgeographic.org/resource/worlds-plastic-pollution-crisis-explained/>
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I-Ching, Clark, T. D., Colwell, R. K., Danielsen, F., Evengård, B., Falconi, L., Ferrier, S., Frusher, S., Garcia, R. A.,

- Griffis, R. B., Hobday, A. J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M. A., Jennings, S., & Lenoir, J. (2017). Biodiversity Redistribution under Climate change: Impacts on Ecosystems and Human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>
- Plastics Europe. (2020). *Plastics - the Facts 2020*. Issuu. https://issuu.com/plasticseuropeebook/docs/plastics_the_facts-web-dec2020
- Pörtner, H.O, Scholes, R.J, Agard, J, Archer, E, & Arneth, A. (2021). *IPBES-IPCC CO-SPONSORED WORKSHOP BIODIVERSITY AND CLIMATE CHANGE WORKSHOP REPORT*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4782538>
- Romanello, M., McGushin, A., Napoli, C. D., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L., Kennard, H., Lampard, P., Rodriguez, B. S., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Chu, L., Ciampi, L., Dalin, C., & Dasandi, N. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *The Lancet*, 398(10311). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6)
- Scharff, R. L. (2012). *Economic Burden from Health Losses Due to Foodborne Illness in the United States*. ResearchGate; Elsevier BV. https://www.researchgate.net/publication/221725985_Economic_Burden_from_Health_Losses_Due_to_Foodborne_Illness_in_the_United_States
- The Aluminum Association. (2021). *Sustainability – Recycling / Aluminum Association*. [Www.aluminum.org. https://www.aluminum.org/Recycling](https://www.aluminum.org/Recycling)
- UITP. (2023). *The International Association of Public Transport*. UITP. <https://www.uitp.org/>
- United Nations. (2019, July 17). *World Population Facts - Population Matters*. [Population Matters. https://populationmatters.org/lp-the-facts/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3vO3BhCqARIsAEWblcCR8PCgJVt5xpWE0jrruzEp0ae5Zak8VmW2Q9w8CNVOolet o2EU1voaAup4EALw_wcB](https://populationmatters.org/lp-the-facts/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3vO3BhCqARIsAEWblcCR8PCgJVt5xpWE0jrruzEp0ae5Zak8VmW2Q9w8CNVOolet o2EU1voaAup4EALw_wcB)

- United Nations Environment Programme. (2021, August 13). *OceanCare: Plastic pollution - the long lasting problem*. OceanCare. https://www.oceancare.org/en/marine-conservation/plastic-pollution/?utm_campaign=plastik&utm_source=gad-g&utm_medium=sea&utm_content=plastik-en&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw3vO3BhCqARIsAEWblcBhwwxGq5cWqHbVb0lcd51TPnVQV5h-bYXPc31hsR6VkZpCT0bodQYaAjD8EALw_wcB
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *FROM POLLUTION TO SOLUTION A GLOBAL ASSESSMENT OF MARINE LITTER AND PLASTIC POLLUTION*. <https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2021/10/POLSOL.pdf>
- Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571–573. <https://doi.org/10.1126/science.aaa4984>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Coleman, S., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Dasgupta, S., Davies, M., Di Napoli, C., & Dominguez-Salas, P. (2020). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet*, 397(10269). [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)32290-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)32290-x)
- WHO. (2022). *Detail*. [Www.who.int. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/air-quality-and-health)
- World Bank. (2020). *DATA-DRIVEN DIGITAL AGRICULTURE*. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/1a163904ccb86646bf2e5d3d6f427f3d-0090012023/related/WB-DDAG-FA-web.pdf>
- World Health Organization. (2021). *Safe management of wastes from health-care activities*, 2nd ed. [Www.who.int. https://www.who.int/publications/i/item/9789241548564](https://www.who.int/publications/i/item/9789241548564)

BIODATA PENULIS



Dimas Ario Sumilih, S.Pd., M.A.

Dosen Program Studi Pendidikan Antropologi
Jurusan Sosiologi Antropologi Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum
Universitas Negeri Makassar (UNM)

Dimas Ario Sumilih, lahir di Kota Yogyakarta, 2 Maret 1983. Lulus Sarjana Pendidikan (S.Pd.) dari Pendidikan Sosiologi Antropologi Universitas Sebelas Maret (UNS) di Solo, dan Master of Art (M.A.) dari Sosiologi Universitas Gadjah Mada (UGM) di Yogyakarta. Saat ini sebagai PNS Dosen di Universitas Negeri Makassar (UNM) di Makassar. Dapat dihubungi melalui Whatsapp dengan nomor 081328142755 dan alamat elektronik/email dimas.ario.sumilih@unm.ac.id

Merupakan anggota Himpunan Sarjana Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial Indonesia (HISPISI), anggota Asosiasi Peneliti Studi Kalimantan (APSK), anggota *Indonesia Law Study Club* (ILSC), dan anggota *Teacher Master Class* bersama Nyalanesia, dan beberapa organisasi lainnya. Aktif mengikuti berbagai sertifikasi sebagai pengembangan diri, dan tiga sertifikasi terakhir pada 2024 adalah CPBA (*Certified Personal Branding Analyst*), CPWCC (*Certified Professional Writer and Content Creator*), dan CPT (*Certified Professional Translator*). Di samping tugas pokok mengemban tri dharma perguruan tinggi di UNM, yaitu sebagai pengajar, peneliti, dan pengabdian masyarakat, juga merupakan asesor akreditasi Badan

Akreditasi Nasional PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah. Aktif pula sebagai narasumber di berbagai lembaga dan platform nasional baik secara online maupun offline dengan tema-tema pendidikan, pembelajaran, kurikulum, ilmu-ilmu sosial, antropologi, dan sosiologi. Hingga saat ini dipercaya sebagai asesor audit mutu internal UNM serta pamong pelopor sariswara perguruan Tamansiswa.

Sebagai seorang dosen, mengampu beberapa mata kuliah, seperti pengantar dasar antropologi, antropologi ragawi, sistem kekerabatan dan organisasi sosial, variasi dan persebaran manusia (hubungan antaretnis), belajar dan pembelajaran, profesi keguruan/profesi kependidikan, perencanaan dan strategi pembelajaran antropologi, evaluasi pembelajaran antropologi, kajian kurikulum antropologi, pembelajaran mikro, metode dan aplikasi riset pendidikan, dan perencanaan pembelajaran dan asesmen antropologi. Telah menyusun dan menerbitkan beberapa buku sebagai penulis tunggal, di antaranya berjudul *Analytical, Critical, dan Creative Thingking dalam Merdeka Belajar: Monograf Pengembangan Desain Pelatihan Guru Berbasis Online* (2024), sebagai penulis bersama, di antaranya berjudul “Sejarah dan Perkembangan Kurikulum” dalam *Kurikulum dan Pembelajaran* (2024), “Konsep, Proses, dan Peranan Guru dalam Administrasi di Satuan Pendidikan” dalam *Administrasi dan Supervisi Pendidikan* (2024), dan *Sosiologi Kesehatan* (2023). Serta menyusun modul-modul perkuliahan, diktat, bahan ajar, desain rancangan pembelajaran semester dan asesmen.

BIODATA PENULIS



Ir. Dimas Akmarul Putera, M.T., C.Ed.

Dosen Program Studi Manajemen Rekayasa
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Batam

Penulis lahir di Medan pada tanggal 15 Agustus 1992 di Kota Medan, Sumatera Utara. Penulis menyelesaikan SD di SD 060884 Medan, SMP di SMP Negeri 1 Medan, dan SMA di SMA Negeri 1 Medan. Penulis yang anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan Khairul Susilo dan Zul Akmalia ini mengambil jurusan S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Kota Medan pada Tahun 2010-2015 dengan konsentrasi desain produk dengan prinsip Ergonomi.

Kemudian penulis bekerja di salah satu perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi di Kota Medan pada Tahun 2016 sebagai bagian pengadaan, dan pada tahun 2017 penulis dipindahkan ke bagian Logistik dikarenakan ekspansi perusahaan bergerak di bidang distribusi produk makanan. Pada Februari 2019 penulis melanjutkan program S2 di Magister Teknik Industri di Universitas Sumatera Utara, Kota Medan dan menyelesaikan program studi S2 pada Desember 2021 dengan konsentrasi penelitian ke Modelling System. Penulis sekarang bekerja sebagai dosen di Institut Teknologi Batam program studi Manajemen Rekayasa dengan konsentrasi pendidikan ke Product Design, Modelling System dan Operation Research. Pada tahun 2023,

penulis telah menyelesaikan perkuliahan Program Profesi Insinyur di Universitas Katolik Atmajaya di Jakarta dan mendapatkan gelar Insinyur (Ir) dengan topic penelitian Motion and Time Study dan Praktek Keinsinyuran.

BIODATA PENULIS



Musfira, ST., M.Si

Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK)
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Penulis lahir di Serui tanggal 19 Desember 1980. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi PWK - FTSP, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura (USTJ). Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Teknik Planologi dan melanjutkan S2 pada Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Penulis juga telah menulis beberapa buku yaitu: Metode Penelitian dan Pengembangan; Blue Carbon Economy (Pengembangan Model Ekonomi Baru Berbasis Jasa Lingkungan dan Biodiversitas Di Wilayah Pesisir); dan Pengantar Perumahan dan Permukiman, Tinjauan Tentang Standar dan Aturan dalam Perencanaan Pembangunan Permukiman Modern dan Tradisional.

BIODATA PENULIS



**Dodi Satriawan, S.T., M.Eng., CPHCEP., CPMP., CPRW., CBOA.,
CNPHRP., CLMA.**

Dosen S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas
Jayabaya

Penulis lahir di Bengkulu tanggal 07 Mei 1988. Tahun 2017 – 2024, penulis mengajar pada Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap. Pada tahun 2024 hingga sekarang penulis mengajar pada Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Kimia, Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang bioproses, bioenergi, biomaterial, pengolahan polutan udara dan pengolahan air limbah.

BIODATA PENULIS



Patrich Phill Edrich Papilaya

Dosen tetap pada Program Studi Manajemen Hutan Pascasarjana.
Universitas Pattimura. Ambon

Penulis lahir di Ambon Tanggal 14 Pebruari 1967. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Hutan Pascasarjana. Universitas Pattimura. Ambon. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. menyelesaikan Pendidikan S2 pada Georg-August Universitas. Faculty of Forestry. Göttingen. dalam bidang Remote sensing dan GIS. Pendidikan S3 diselesaikan pada IPB University. Bogor