

MANAJEMEN PENYAKIT TROPIS BERBASIS LINGKUNGAN



- Yongker Baali
- Risnawati Tanjung
- Bambang Suhartawan
- Djadid Subchan
- Redemptus
- Nova Oktavia
- Elsa Yuniarti
- Desif Upix Usmaningrum
- Merry Julia Jamilah Langi

MANAJEMEN PENYAKIT TROPIS BERBASIS LINGKUNGAN

**Yongker Baali
Risnawati Tanjung
Bambang Suhartawan
Djadid Subchan
Redemptus
Nova Oktavia
Elsa Yuniarti
Desif Upix Usmaningrum
Merry Julia Jamilah Langi**



GET PRESS INDONESIA

MANAJEMEN PENYAKIT TROPIS BERBASIS LINGKUNGAN

Penulis :

Yongker Baali
Risnawati Tanjung
Bambang Suhartawan
Djadid Subchan
Redemptus
Nova Oktavia
Elsa Yuniarti
Desif Upix Usmaningrum
Merry Julia Jamilah Langi

ISBN : 978-623-198-619-1

Editor : Dr. Neila Sulung, S.Pd., Ns., M.Kes.
Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, 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, 21 Agustus 2023

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 Buku Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan ini.

Buku Ini Membahas Pengantar Perjalanan Penyakit Di Daerah Tropis, Teori Simpul, Metode Pengukuran Komponen Lingkungan, Manajemen Filariasis Berbasis Wilayah, Teknik Pengukuran Bahan Berbahaya Di Udara Sebagai Faktor Resiko, Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Agent, Patogenesis Kejadian Penyakit, Manajemen Perencanaan Pengendalian Kasus Penyakit Berbasis Lingkungan.

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, 21 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB 1 PENGANTAR PERJALANAN PENYAKIT	
DI DAERAH TROPIS	1
1.1 Pendahuluan	1
1.1.1 Definisi Penyakit Tropis.....	1
1.1.2 Hubungan Antara Penyakit Tropis dan	
Lingkungan.....	2
1.1.3 Tujuan dari Manajemen Penyakit Tropis	
Berkbasis Lingkungan.....	3
1.2 Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis.....	3
1.2.1 Definisi Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis.....	3
1.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perjalanan	
Penyakit di Daerah Tropis.....	4
1.2.3 Contoh Kasus Perjalanan Penyakit di Daerah	
Tropis.....	5
1.3 Strategi Manajemen Penyakit Tropis Berbasis	
Lingkungan	7
1.3.1 Peningkatan Kesadaran dan Edukasi	
Masyarakat Mengenai Penyakit Tropis.....	7
1.3.2 Pengendalian Vektor Penyakit Tropis	8
1.3.3 Pengelolaan Lingkungan yang Sehat dan	
Berkelanjutan	8
1.3.4 Peningkatan Sistem Kesehatan untuk	
Mendeteksi dan Mengobati Penyakit Tropis	9
1.4 Implementasi Manajemen Penyakit Tropis	
Berkbasis Lingkungan dalam Praktek.....	10
1.4.1 Contoh Program Manajemen Penyakit Tropis	
Berkbasis Lingkungan di Beberapa Negara.....	10

1.4.2 Evaluasi dan Pengukuran Keberhasilan Program.....	12
1.5 Tantangan dalam Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan.....	13
1.5.1 Keterbatasan Sumber Daya Manusia dan Keuangan.....	13
1.5.2 Perubahan Lingkungan dan Perubahan Pola Penyakit.....	13
1.5.3 Keterlibatan Berbagai Pemangku Kepentingan dalam Manajemen Penyakit Tropis.....	14
1.6 Kesimpulan.....	14
1.6.1 Peran Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan dalam Pengendalian Penyakit Tropis.....	14
1.6.2 Pentingnya Kolaborasi antara Pemerintah, Masyarakat, dan Sektor Swasta dalam Manajemen Penyakit Tropis.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
BAB 2 TEORI SIMPUL	19
2.1 Pendahuluan.....	19
2.2 Difinisi.....	20
2.3 Patogenesis atau Kejadian Penyakit.....	21
2.4 Piramida Penyakit Akibat Lingkungan	25
2.5 Dinamika Transmisi Penyakit.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	32
BAB 3 METODE PENGUKURAN KOMPONEN LINGKUNGAN	33
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Komponen Lingkungan Hidup.....	33
3.2.1 Kompnen Lingkungan Abiotik	34
3.2.2 Kompnen Lingkungan Biotik.....	39
3.3 Metode Pengukuran Komponen Lingkungan Hidup	40
3.3.1 Metode Pengukuran Komponen Abiotik.....	40

3.3.2 Metode Pengukuran Komponen Biotik.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	49
BAB 4 MANAJEMEN FILARIASIS BERBASIS WILAYAH.....	51
4.1 Pendahuluan	51
4.2 Filariasis	52
4.2.1 Siklus Penularan Filariasis	53
4.2.2 Situasi Filariasis	57
4.2.3 Agenda dan Situasi Global.....	59
4.2.4 Program Eliminasi Filariasis di Indonesia	59
4.3 Tahapan Eliminasi Filariasis	60
4.3 Strategi Pencegahan	65
4.3.1 POPM	65
4.3.2 Mencegah Gigitan Nyamuk.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
BAB 5 TEKNIK PENGUKURAN BAHAN BERBAHAYA	
DI UDARA SEBAGAI FAKTOR RESIKO	69
5.1 Pendahuluan	69
5.2 Alat pengambilan sampel udara.....	70
5.2.1 Teknik pengumpulan gas dan uap	71
5.3 Integrasi Sampel Udara.....	73
5.3.1 Absorpsi.....	73
5.3.2 Absorpsi	77
5.4 Teknik Sampling.....	79
5.5 Kalibrasi.....	80
5.5.1 Kalibrasi pertama : spirometer.	80
5.5.2 Kalibrasi pertama : Sabun Bubble Meter.	81
DAFTAR PUSTAKA.....	84
BAB 6 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI	
AGENT	87
6.1 Pengertian Agent	87
6.2 Faktor Agent.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	100

BAB 7 PATOGENESIS KEJADIAN PENYAKIT	101
7.1 Pendahuluan.....	101
7.2 Definisi Patogenesis	102
7.2.1 Tahapan umum patogenesis.....	103
7.3 Definisi penyakit.....	104
7.3.1 Jenis-jenis Penyakit.....	104
7.3.2 Daur Penularan Penyakit	105
7.3.3 Dampak Penyakit pada Kesehatan Manusia.....	106
7.4 Patogenesis Kejadian Penyakit.....	108
DAFTAR PUSTAKA	109
BAB 8 DASAR SISTEM KOMUNITAS DAN PENYAKIT	111
8.1 Pengantar	111
8.2 Penyebaran Penyakit	112
8.3 Epidemiologi dan Surveilans.....	113
8.4 Kesehatan Masyarakat dan Promosi Kesehatan	114
8.4.1 Ruang Lingkup Kesehatan Masyarakat	115
8.4.2 Promosi Kesehatan.....	116
8.5 Manajemen Penyakit dan Respons Darurat	120
8.6 Keterlibatan Masyarakat.....	121
DAFTAR PUSTAKA	124
BAB 9 MANAJEMEN PERENCANAAN PENGENDALIAN	
KASUS PENYAKIT BERBASIS LINGKUNGAN	127
9.1 Pendahuluan.....	127
9.1.1 Definisi dan Karakteristik Penyakit Berbasis	
Lingkungan	127
9.1.2 Penyebab dan Faktor Risiko yang	
Mempengaruhi Penyebaran Penyakit	
Berbasis Lingkungan	128
9.1.3 Dampak Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan dari	
Penyakit Berbasis Lingkungan.....	129
9.2 Strategi Perencanaan Pengendalian Penyakit	
Berbasis Lingkungan.....	130

9.2.1 Identifikasi dan Evaluasi Penyakit Berbasis Lingkungan yang Relevan	130
9.2.2 Peran Pemerintah dan Lembaga Terkait dalam Perencanaan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan.....	131
9.2.3 Faktor-faktor yang Harus Dipertimbangkan dalam Merencanakan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan.....	132
9.3 Implementasi Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan	133
9.3.1 Tahap Persiapan Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan	133
9.3.2 Strategi intervensi dan tindakan yang efektif dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan	134
9.3.3 Pemantauan dan Evaluasi Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan	136
9.4 Faktor Lingkungan dalam Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan	137
9.4.1 Pengaruh Lingkungan Terhadap Penyebaran Penyakit Berbasis Lingkungan	137
9.4.2 Peran Lingkungan dalam Upaya Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan.....	138
9.4.3 Inisiatif Perlindungan Lingkungan yang Dapat Mendukung Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan.....	139
DAFTAR PUSTAKA.....	141
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skematik Patogenesis Penyakit	23
Gambar 2.2. Piramida Distribusi Penyakit.....	26
Gambar 2.3. Dinamika Transmisi Keracunan Timah Hitam.....	30
Gambar 3.1. Siklus Air di Alam.....	36
Gambar 3.2. Pencemaran Air	36
Gambar 3.3. Pencemaran Udara	37
Gambar 3.4. Pencemaran Tanah.....	38
Gambar 3.5. Luxmeter	40
Gambar 3.6. Anemometer.....	41
Gambar 3.7. Waether Meter	41
Gambar 3.8. Current Meter.....	42
Gambar 3.9. Termo Meter	42
Gambar 3.10. pH Meter.....	43
Gambar 4.1. Siklus Penularan Filaria	55
Gambar 4.2. Daur Hidup Mikrofilaria Dari Nyamuk ke Manusia.....	56
Gambar 4.3. Siklus Hidup Mikrofilaria di Dalam Badan Manusia	56
Gambar 4.4. Perkembangan Mikrofilaria Dalam Nyamuk.....	57
Gambar 4.5. Peta Endemisitas Filariasis di Indonesia, 2011	58
Gambar 4.6. Tahapan Eliminasi Filariasis.....	61
Gambar 5.1. Alat yang biasa dipakai mengumpulkan sample partikel udara.....	71
Gambar 5.2. Sebuah kontainer yang dibuang digunakan untuk mengumpulkan udara untuk analisis (MDA Scientific).....	72

Gambar 5.3. Kantong sampel gas plastik yang fleksibel berisi udara dengan pompa portabel berbaterai untuk pemeriksaan (MSA).....	73
Gambar 5.4. Pembersihan gas (A dan B), helical (C), bubbler panas (D), dan kolom kaca (E) adalah contoh absorber dasar.....	75
Gambar 5.5. Pengambilan sampel udara individu memakai impinger midget. (SKC, Inc.)	76
Gambar 5.6. Tabung karbon aktif standar yang digunakan dalam pengambilan sampel uap organik. (SKC, Inc.)	77
Gambar 5.7. Skema spirometer	81
Gambar 5.8. Pengaturan kalibrasi untuk pompa sampling pribadi dengan kaset filter.....	81
Gambar 7.1. Teori patogenesis penyakit	102
Gambar 7.2. Rantai penularan penyakit.....	106
Gambar 8.1. Interaksi seimbang <i>host, agent</i> , dan <i>environment</i>	112
Gambar 8.2. Teori H.L. Bloom (1974)	114

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Banyaknya Kab/Kota Endemis Filaria yang Berhasil Menurunkan Angka Mf Rate <1% Thn 2018-2022	62
Grafik 4.2. Kab/Kota Endemis Filaria Berhasil Menurunkan Mf Rate <1% per Provinsi Thn 2018-2022	63
Grafik 4.3. Kabupaten/Kota Endemis Filaria yang Mencapai Eliminasi Filaria Per Provinsi Tahun 2022	63
Grafik 4.4. Banyaknya Kabupaten/Kota Endemis Filaria yang Mendapat Sertifikasi Eliminasi Tahun 2022	64

BAB 1

PENGANTAR PERJALANAN PENYAKIT DI DAERAH TROPIS

Oleh Yongker Baali

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Definisi Penyakit Tropis

Penyakit tropis merupakan istilah yang digunakan untuk menyebut sekelompok penyakit yang tersebar di daerah tropis dan subtropis, yang terutama disebabkan oleh agen infeksius seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur. Penyakit tropis sering kali terkait dengan kondisi lingkungan yang kurang sehat, termasuk sanitasi yang buruk, air yang tercemar, dan kepadatan penduduk yang tinggi.

Beberapa ahli telah memberikan definisi penyakit tropis sebagai berikut:

1. Menurut *World Health Organization* (WHO, 2023), penyakit tropis adalah penyakit yang terkait dengan iklim tropis atau hampir tropis, dan terutama ditemukan di negara-negara berkembang.
2. Menurut *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2023), penyakit tropis adalah sekelompok penyakit yang terutama ditemukan di daerah tropis dan subtropis, dan sering kali terkait dengan faktor-faktor lingkungan.
3. Menurut Hotez, P., (2016), ahli penyakit tropis dari Baylor College of Medicine, penyakit tropis adalah sekelompok penyakit yang endemik di daerah tropis dan subtropis, dan yang terkait dengan kemiskinan, ketidakseimbangan ekonomi, dan ketidakadilan sosial.

4. Menurut *American Society of Tropical Medicine and Hygiene* (ASTMH, 2023), penyakit tropis adalah sekelompok penyakit yang endemik di daerah tropis dan subtropis, yang ditandai oleh prevalensi yang tinggi dan dampak kesehatan yang signifikan pada masyarakat yang terkena.
5. Menurut Mabey, D., (2016), ahli penyakit menular dan profesor emeritus di University of London, penyakit tropis adalah sekelompok penyakit menular yang umumnya terjadi di daerah tropis dan subtropis, dan disebabkan oleh agen infeksius seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur.

1.1.2 Hubungan Antara Penyakit Tropis dan Lingkungan

Penyakit tropis dan lingkungan memiliki hubungan yang erat. Lingkungan yang buruk dapat memicu terjadinya penyebaran penyakit tropis, sedangkan kondisi lingkungan yang baik dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit tersebut.

Pemjelasan hubungan antara penyakit tropis dan lingkungan adalah:

1. Menurut *World Health Organization* (WHO), faktor lingkungan seperti kepadatan penduduk yang tinggi, sanitasi yang buruk, air yang tercemar, dan perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit tropis seperti malaria, demam berdarah, dan filariasis.
2. Menurut Mabey, D., (2016), ahli penyakit menular dan profesor emeritus di University of London, sanitasi yang buruk, air yang tercemar, dan kepadatan penduduk yang tinggi dapat memicu penyebaran penyakit tropis seperti kolera, tifus, dan leptospirosis.
3. Menurut Paul, H., (2019), ahli epidemiologi dari University of East Anglia, Inggris, perubahan iklim dapat memicu penyebaran penyakit tropis, terutama yang ditularkan oleh vektor seperti nyamuk dan kutu.

1.1.3 Tujuan dari Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan

Berikut adalah beberapa tujuan dari manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan antanya:

Menurut *World Health Organization* (WHO), tujuan dari manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan adalah untuk mengurangi beban penyakit tropis melalui pengendalian faktor lingkungan yang mempengaruhi penyebaran penyakit tersebut. Tujuan dari manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang faktor lingkungan yang mempengaruhi penyebaran penyakit tropis dan cara mencegahnya.

1.2 Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis

1.2.1 Definisi Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis

Definisi perjalanan penyakit di daerah tropis yaitu sebagai berikut:

Menurut *World Health Organization* (WHO), perjalanan penyakit di daerah tropis mencakup "sejumlah besar penyakit menular yang terdapat di wilayah tropis dan subtropis, yang dapat menyebar secara endemik atau epidemik, dan memiliki dampak kesehatan yang signifikan pada populasi lokal dan global." Perjalanan penyakit di daerah tropis mencakup "perjalanan penyakit dari wilayah tropis ke daerah non-tropis dan sebaliknya, serta penyebaran penyakit antar daerah tropis dan subtropis." Perjalanan penyakit di daerah tropis mencakup "penularan penyakit yang disebabkan oleh faktor lingkungan yang khas dari wilayah tropis, seperti cuaca yang lembap, kepadatan populasi yang tinggi, dan sanitasi yang buruk."

Dari beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa perjalanan penyakit di daerah tropis mencakup penularan dan penyebaran penyakit menular yang terdapat di wilayah tropis dan subtropis, serta dapat terjadi antar daerah tropis dan subtropis,

dan antara wilayah tropis dan non-tropis. Faktor lingkungan yang khas dari wilayah tropis, seperti kelembapan, kepadatan populasi, dan sanitasi yang buruk, berperan penting dalam penyebaran penyakit di daerah tropis. Oleh karena itu, pengendalian faktor lingkungan dan peningkatan akses terhadap perawatan kesehatan yang tepat dapat membantu mengurangi beban penyakit tropis di daerah tropis.

1.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis

Faktor-faktor yang mempengaruhi perjalanan penyakit yaitu (Hotez, 2016):

1. Faktor lingkungan: seperti iklim, sanitasi, dan kualitas air dapat mempengaruhi penyebaran penyakit di daerah tropis. Lingkungan yang lembab dan panas dapat mendukung perkembangan vektor penyakit seperti nyamuk dan kutu, sementara sanitasi yang buruk dan kualitas air yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit yang terkait dengan air seperti kolera dan demam tifoid.
2. Faktor perilaku manusia: seperti migrasi, perpindahan populasi, dan penggunaan obat-obatan yang tidak tepat dapat mempengaruhi penyebaran penyakit di daerah tropis. Migrasi dan perpindahan populasi dapat memperkenalkan penyakit dari satu daerah ke daerah lain, sedangkan penggunaan obat-obatan yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko resistensi terhadap obat.
3. Faktor vektor penyakit: seperti nyamuk, kutu, dan serangga lainnya dapat mempengaruhi penyebaran penyakit di daerah tropis. Vektor ini dapat menularkan penyakit seperti malaria, demam berdarah, dan filariasis.
4. Faktor genetik: beberapa penyakit tropis seperti malaria dan thalassemia berkaitan dengan faktor genetik. Individu

dengan faktor genetik tertentu dapat memiliki risiko lebih tinggi untuk terinfeksi penyakit tersebut.

5. **Infrastruktur kesehatan:** Infrastruktur Kesehatan yang buruk dapat memperburuk penyebaran penyakit tropis di daerah tropis. Kurangnya fasilitas kesehatan dan tenaga medis yang terlatih dapat menyebabkan masalah dalam mendeteksi dan menangani kasus penyakit tropis.
6. **Perubahan lingkungan:** seperti urbanisasi, deforestasi, dan perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit tropis. Perubahan lingkungan yang disebabkan oleh manusia dapat menciptakan kondisi baru untuk berkembangnya penyakit tropis.
7. **Faktor ekonomi:** seperti kemiskinan, ketidaksetaraan, dan akses terbatas ke pelayanan kesehatan dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit tropis di daerah tropis. Kelompok masyarakat yang kurang mampu seringkali tidak memiliki akses ke fasilitas kesehatan yang memadai dan terjangkau.
8. **Perubahan sosial:** seperti migrasi, konflik, dan ketidakstabilan politik dapat mempengaruhi penyebaran penyakit tropis di daerah tropis. Migrasi yang tidak terkendali dan konflik dapat menyebabkan penyebaran penyakit tropis dari satu daerah ke daerah lainnya.

1.2.3 Contoh Kasus Perjalanan Penyakit di Daerah Tropis

Berikut ini adalah contoh kasus perjalanan penyakit di daerah tropis (Fitri, Parikesit dan Laksono, 2018):

1. **Malaria** adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*. Kasus malaria banyak terjadi di daerah tropis, terutama di Afrika, Asia Selatan, dan Amerika Selatan. Seseorang yang melakukan perjalanan ke daerah tropis di mana malaria endemik

dapat terinfeksi jika terpapar nyamuk *Anopheles* yang terinfeksi.

2. Contoh kasus lainnya adalah demam berdarah. Demam berdarah adalah penyakit yang disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes*. Kasus demam berdarah banyak terjadi di daerah tropis, terutama di Asia Tenggara dan Amerika Selatan. Seseorang yang melakukan perjalanan ke daerah tropis di mana demam berdarah endemik dapat terinfeksi jika terpapar nyamuk *Aedes* yang terinfeksi.
3. Chikungunya adalah penyakit yang disebabkan oleh virus yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes*. Gejala yang ditimbulkan adalah demam, nyeri sendi, dan ruam kulit. Kasus chikungunya banyak terjadi di daerah tropis, terutama di Asia Tenggara dan Amerika Selatan. Seseorang yang melakukan perjalanan ke daerah tropis di mana chikungunya endemik dapat terinfeksi jika terpapar nyamuk *Aedes* yang terinfeksi.
4. Filariasis adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit yang ditularkan oleh nyamuk. Gejala yang ditimbulkan adalah pembengkakan kaki atau lengan yang disebut elefantiasis. Kasus filariasis banyak terjadi di daerah tropis, terutama di Afrika, Asia, dan Pasifik. Seseorang yang melakukan perjalanan ke daerah tropis di mana filariasis endemik dapat terinfeksi jika terpapar nyamuk yang terinfeksi.
5. Schistosomiasis adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit yang hidup di dalam air tawar. Parasit ini masuk ke dalam tubuh melalui kulit saat berenang atau mandi di air yang terkontaminasi. Gejala yang ditimbulkan adalah demam, mual, muntah, dan diare. Kasus schistosomiasis banyak terjadi di daerah tropis, terutama di Afrika, Asia, dan Amerika Selatan. Seseorang yang melakukan

perjalanan ke daerah tropis di mana schistosomiasis endemik dapat terinfeksi jika terpapar air yang terkontaminasi.

1.3 Strategi Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan

1.3.1 Peningkatan Kesadaran dan Edukasi Masyarakat Mengenai Penyakit Tropis

Pendekatan dalam peningkatan kesadaran dan edukasi masyarakat mengenai penyakit tropis yaitu:

Menurut *World Health Organization* (WHO), salah satu strategi utama dalam mengendalikan penyakit tropis adalah melalui pendidikan dan promosi kesehatan kepada masyarakat. Dalam hal ini, masyarakat perlu diberikan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mencegah dan mengatasi penyakit tropis, seperti cara menjaga kebersihan dan sanitasi lingkungan.

Peningkatan kesadaran dan edukasi masyarakat tentang penyakit tropis dapat membantu mengurangi insiden dan prevalensi penyakit tersebut. Masyarakat yang memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang penyakit tropis cenderung lebih mampu mencegah dan mengatasi penyakit tersebut.

Edukasi masyarakat sangat penting dalam mengatasi penyakit tropis yang disebabkan oleh perilaku manusia, seperti demam berdarah, leptospirosis, dan schistosomiasis. Edukasi ini dapat dilakukan melalui penyuluhan dan kampanye sosial untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang cara mencegah penyakit tropis.

Dapat disimpulkan bahwa peningkatan kesadaran dan edukasi masyarakat sangat penting dalam mengendalikan penyakit tropis. Masyarakat perlu diberikan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mencegah dan mengatasi

penyakit tropis, sehingga insiden dan prevalensi penyakit tersebut dapat dikurangi.

1.3.2 Pengendalian Vektor Penyakit Tropis

Pengendalian vektor melalui penggunaan berbagai teknik dan metode dapat efektif dalam mengurangi penyebaran penyakit tropis secara umum digunakan antara lain:

1. Penggunaan insektisida: Insektisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga pengganggu, seperti nyamuk dan lalat. Penggunaan insektisida dapat dilakukan dengan cara fogging, space spraying, dan residual spraying.
2. Pemotongan habitat vektor: Habitat vektor penyakit tropis, seperti genangan air yang menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk, dapat dipotong melalui pengerukan dan pengeringan.
3. Penggunaan jaring anti-nyamuk: Penggunaan jaring anti-nyamuk pada jendela dan pintu rumah dapat mengurangi masuknya nyamuk ke dalam rumah dan mengurangi risiko penularan penyakit.
4. Pemberantasan sarang nyamuk: Sarang nyamuk, seperti tempat penampungan air yang tidak tertutup, dapat dihilangkan untuk mengurangi perkembangbiakan nyamuk.
5. Vaksinasi: Beberapa penyakit tropis, seperti malaria dan demam kuning, dapat dicegah melalui vaksinasi.

1.3.3 Pengelolaan Lingkungan yang Sehat dan Berkelanjutan

Berikut beberapa pendapat para ahli mengenai pengelolaan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan antara lain (Sulistiyowati, Astuti dan Lestari, 2019):

1. Menjaga kualitas air bersih dan sanitasi yang baik merupakan langkah penting dalam mengendalikan

- penyakit tropis yang menyebar melalui air seperti kolera dan leptospirosis.
2. Mengurangi penggunaan insektisida yang berbahaya dan beralih pada penggunaan insektisida yang lebih aman dan ramah lingkungan dapat membantu mengurangi risiko penyakit yang disebabkan oleh vektor seperti nyamuk.
 3. Mendorong pola hidup sehat dan lingkungan yang bersih dapat membantu mengurangi risiko penyakit tropis. Salah satu pendekatan yang disarankan adalah promosi perilaku hidup sehat melalui edukasi dan kampanye yang melibatkan masyarakat.
 4. Pengelolaan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan juga dapat dilakukan melalui pemanfaatan teknologi yang ramah lingkungan seperti penggunaan energi terbarukan dan daur ulang limbah.

1.3.4 Peningkatan Sistem Kesehatan untuk Mendeteksi dan Mengobati Penyakit Tropis

Menurut *World Health Organization* (WHO, 2023), sistem kesehatan yang baik harus dapat memberikan pelayanan kesehatan yang efektif, efisien, adil, responsif, dan berkelanjutan.

Salah satu referensi yang relevan terkait hal ini adalah sebuah artikel yang diterbitkan di jurnal *PLOS Neglected Tropical Diseases* pada tahun 2017 (Mboera, 2017). Artikel tersebut membahas tentang pentingnya meningkatkan sistem kesehatan untuk mengatasi masalah penyakit tropis di Afrika.

Menurut artikel tersebut, beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sistem kesehatan di daerah tropis antara lain adalah memperkuat sistem peringatan dini, meningkatkan kemampuan pengujian dan diagnosis, meningkatkan aksesibilitas obat-obatan dan vaksin,

meningkatkan kapasitas tenaga kesehatan, serta meningkatkan koordinasi antar lembaga dan sektor terkait.

1.4 Implementasi Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan dalam Praktek

1.4.1 Contoh Program Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan di Beberapa Negara

Berikut adalah beberapa contoh program Manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan di beberapa negara, yaitu:

1. Program Pemberantasan Malaria di Tanzania Program ini dilaksanakan oleh Pemerintah Tanzania bekerja sama dengan berbagai organisasi internasional dan lokal. Program ini menggabungkan upaya pencegahan dan pengobatan, serta pengendalian vektor. Pendekatan yang dilakukan dalam program ini mencakup penggunaan kelambu berinsektisida, pengobatan aktif terhadap malaria, dan kampanye penyemprotan insektisida dalam rumah-rumah. Program ini telah berhasil menurunkan jumlah kasus malaria di Tanzania sebesar 50% dalam kurun waktu 5 tahun.
2. Program Pemberantasan Dengue di Singapura Program ini dilaksanakan oleh Pemerintah Singapura dan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam upaya pencegahan dan pengendalian dengue. Pendekatan yang dilakukan dalam program ini mencakup pengendalian vektor, kampanye kesadaran masyarakat, dan peningkatan akses terhadap informasi tentang dengue. Singapura telah berhasil menurunkan jumlah kasus dengue secara signifikan melalui program ini.
3. Program Pemberantasan Chagas di Argentina Program ini dilaksanakan oleh Pemerintah Argentina dan melibatkan upaya pencegahan dan pengobatan penyakit Chagas, serta pengendalian vektor. Pendekatan yang dilakukan dalam

program ini mencakup penyemprotan insektisida dalam rumah-rumah dan peningkatan akses terhadap obat-obatan dan perawatan medis untuk penderita Chagas. Program ini telah berhasil menurunkan jumlah kasus Chagas secara signifikan di Argentina.

4. Salah satu contoh program manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan di negara berkembang adalah program pengendalian malaria di Ethiopia. Program ini difokuskan pada upaya pengendalian vektor malaria dan mempromosikan perilaku hidup bersih dan sehat di masyarakat. Selain itu, program ini juga melibatkan pemberdayaan masyarakat dalam pencegahan dan pengobatan malaria dengan memberikan pelatihan kepada petugas kesehatan dan warga masyarakat setempat.
5. Selain itu, di negara maju seperti Jepang, program manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan juga diterapkan. Contohnya adalah program pengendalian dengue fever yang dilakukan oleh pemerintah Jepang melalui kampanye edukasi dan pencegahan pada tingkat rumah tangga dan masyarakat. Program ini mengedukasi masyarakat tentang cara mencegah nyamuk Aedes, yang merupakan vektor utama penyakit dengue, dengan mempromosikan perilaku hidup bersih dan sehat serta penggunaan insektisida dan jaring nyamuk.
6. Di Indonesia, terdapat beberapa contoh program manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan yang telah dilakukan oleh pemerintah dan lembaga terkait yaitu:
 - a. Program Eliminasi Filariasis di Indonesia Program ini dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia dengan dukungan dari WHO dan berfokus pada upaya pemberantasan penyakit filariasis di Indonesia. Program ini dilakukan dengan cara memberikan obat kepada masyarakat yang berisiko terkena penyakit ini, serta

melakukan pengendalian vektor penyakit. Program ini terbukti berhasil menekan angka kasus filariasis di Indonesia dan menunjukkan adanya keberhasilan dalam manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan.

- b. Program Pengendalian Malaria Berbasis Komunitas
Program ini dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia dengan dukungan dari USAID dan berfokus pada upaya pengendalian penyakit malaria di Indonesia melalui partisipasi aktif masyarakat. Program ini dilakukan dengan cara memberikan edukasi dan pelatihan kepada masyarakat mengenai cara mencegah malaria, serta melakukan pengendalian vektor penyakit dengan cara memasang kelambu berinsektisida di rumah-rumah warga. Program ini telah berhasil menurunkan angka kasus malaria di Indonesia dan menunjukkan adanya keberhasilan dalam manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan.

1.4.2 Evaluasi dan Pengukuran Keberhasilan Program

Evaluasi program harus mencakup aspek keberhasilan dalam mencapai target, efektivitas, efisiensi, dan dampak sosial dan lingkungan. Evaluasi ini meliputi pengukuran jumlah kasus penyakit, tingkat cakupan program, biaya, keberlanjutan program, dan perubahan perilaku masyarakat. Salah satu contoh program yang berhasil dievaluasi adalah program pengendalian malaria di Tanzania. Program ini berhasil menurunkan jumlah kasus malaria dan meningkatkan akses masyarakat terhadap pelayanan kesehatan (Hawley, 2014)

Evaluasi program melalui pengukuran indikator kinerja, seperti keberhasilan dalam mencapai target cakupan vaksinasi, pemantauan kasus penyakit, dan pelaksanaan program pemberantasan vektor. Salah satu contoh program yang berhasil dinilai berhasil adalah program pengendalian demam berdarah di

Kota Surabaya, Indonesia, yang berhasil menurunkan jumlah kasus dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengendalian vektor (Mukhtar dkk, 2016).

1.5 Tantangan dalam Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan

1.5.1 Keterbatasan Sumber Daya Manusia dan Keuangan

Menurut sebuah artikel yang diterbitkan di jurnal *PLOS Neglected Tropical Diseases* (Hotez, 2016), keterbatasan sumber daya manusia dan keuangan merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan program pengendalian penyakit tropis di negara berkembang. Dalam artikel tersebut dijelaskan bahwa kurangnya sumber daya manusia dan keuangan dapat menyebabkan terhambatnya akses terhadap layanan kesehatan, kesulitan dalam melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian penyakit, serta rendahnya kualitas layanan kesehatan yang diberikan.

Selain itu, sebuah artikel di jurnal *Lancet Global Health* juga mengungkapkan bahwa keterbatasan sumber daya manusia dan keuangan menjadi salah satu tantangan utama dalam implementasi program pengendalian penyakit tropis di Afrika. Keterbatasan ini menghambat kemampuan tenaga kesehatan untuk melakukan diagnosis, pengobatan, dan pengendalian penyakit tropis, serta mengurangi efektivitas intervensi yang dilakukan.

1.5.2 Perubahan Lingkungan dan Perubahan Pola Penyakit

Perubahan lingkungan dan perubahan pola penyakit memiliki dampak yang signifikan pada kesehatan manusia dan lingkungan. Perubahan lingkungan seperti deforestasi, urbanisasi, dan polusi udara dapat mempengaruhi penyebaran penyakit tropis seperti malaria, dengue, dan chikungunya. Selain itu, perubahan iklim juga dapat mempengaruhi pola penyakit tropis, seperti

meningkatnya kasus demam berdarah dan malaria saat musim hujan.

Perubahan lingkungan dan perubahan pola penyakit dapat mempengaruhi efektivitas program pengendalian penyakit tropis berbasis lingkungan. Hal ini memerlukan upaya kolaboratif antara sektor kesehatan dan lingkungan untuk mengatasi tantangan ini.

1.5.3 Keterlibatan Berbagai Pemangku Kepentingan dalam Manajemen Penyakit Tropis

Keterlibatan masyarakat dalam program penanggulangan penyakit tropis berbasis lingkungan merupakan faktor penting yang sering kali diabaikan. Keterlibatan masyarakat dalam program ini tidak hanya membantu dalam penyebaran informasi tentang cara mencegah penyakit, tetapi juga meningkatkan kepatuhan masyarakat terhadap program penanggulangan penyakit tropis. Selain itu, kurangnya keterlibatan sektor lingkungan dalam program ini juga dapat mempengaruhi keberhasilan program, seperti yang terjadi pada upaya pengendalian malaria di Afrika.

Tantangan utama dalam manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan adalah keterlibatan sektor yang berbeda dalam pengendalian vektor dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Selain itu, kurangnya koordinasi antara sektor dan lemahnya partisipasi masyarakat juga menjadi tantangan yang signifikan. Tantangan utama dalam hal ini adalah bagaimana meningkatkan kesadaran masyarakat dan partisipasi aktif dalam program pengendalian vektor dan pengelolaan lingkungan.

1.6 Kesimpulan

1.6.1 Peran Manajemen Penyakit Tropis Berbasis Lingkungan dalam Pengendalian Penyakit Tropis

Peran manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan dalam pengendalian penyakit tropis yaitu dapat membantu dalam

mencegah, mendeteksi, dan mengobati penyakit tropis secara efektif dan efisien. Pendekatan ini mencakup pengendalian vektor, pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, meningkatkan sistem kesehatan, serta keterlibatan berbagai pemangku kepentingan. Dalam beberapa studi, ditemukan bahwa program manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan yang tepat dapat mengurangi tingkat kejadian penyakit tropis, meningkatkan kesehatan masyarakat, serta mengurangi biaya pengobatan dan perawatan. Namun, terdapat juga tantangan dalam implementasi manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan seperti keterbatasan sumber daya manusia dan keuangan, perubahan lingkungan dan pola penyakit, serta keterlibatan berbagai pemangku kepentingan. Manajemen penyakit tropis berbasis lingkungan dapat berkontribusi signifikan dalam pengendalian penyakit tropis, terutama dalam hal pengendalian vektor dan pemantauan lingkungan. Namun, penulis juga menyoroti pentingnya melibatkan masyarakat dalam upaya pengendalian penyakit tropis dan perlunya pendekatan yang holistik dan berkelanjutan. Manajemen lingkungan yang baik dan integrasi antara program pengendalian vektor dengan program pengelolaan lingkungan sangat penting untuk memastikan keberhasilan dalam pengendalian penyakit tropis.

1.6.2 Pentingnya Kolaborasi antara Pemerintah, Masyarakat, dan Sektor Swasta dalam Manajemen Penyakit Tropis

Kerjasama yang baik antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta sangat dibutuhkan dalam upaya pengendalian penyakit tropis di Indonesia. Studi tersebut menunjukkan bahwa kolaborasi antara berbagai pihak dapat mempercepat penanganan kasus penyakit tropis, memperbaiki akses masyarakat terhadap pelayanan kesehatan, dan meningkatkan kepatuhan masyarakat terhadap upaya pencegahan penyakit tropis.

Kerjasama antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta sangat penting untuk mencapai tujuan pengendalian penyakit malaria di Indonesia. Kolaborasi tersebut membantu meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan kesehatan dan memperbaiki kualitas layanan kesehatan yang tersedia. Kolaborasi tersebut dapat membantu mempercepat penanganan kasus penyakit tropis, memperbaiki akses masyarakat terhadap layanan kesehatan, meningkatkan kepatuhan masyarakat terhadap upaya pencegahan penyakit tropis, dan membantu mencapai tujuan pengendalian penyakit tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTMH. 2023. *About Tropical Medicine and Hygiene*. Available at: <https://www.astmh.org/about-us/about-tropical-medicine-and-hygiene>.
- CDC. 2023. *Neglected Tropical Diseases*. Available at: <https://www.cdc.gov/globalhealth/ntd/index.html>.
- Fitri, F., Parikesit, A. . and Laksono, A. . 2018. 'Dengue virus infection: a review article', *Journal of Biomedical Sciences*, 1(1), pp. 48–53.
- Hawley, W. . 2014. 'Community-wide effects of permethrin-treated bed nets on child mortality and malaria morbidity in western Kenya', *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 90(2), pp. 272–278.
- Hotez, P. 2016. 'Neglected Tropical Diseases in the Anthropocene: The Cases of Zika, Ebola, and Other Infections', *PLoS neglected tropical diseases*, 10(4).
- Mabey, D. 2016. 'Tropical medicine: challenges and opportunities', *Br Med Bull*, 118(1), pp. 5–14.
- Mboera, L. E. . 2017. 'The changing landscape of neglected tropical disease research in Africa: an opinion paper on the challenges and ways forward', *Mayala, B.K*, 11(10).
- Mukhtar, M. *et al.* 2016. 'Program evaluation of dengue fever control in Surabaya', *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(4), pp. 510–516.
- Paul, H. 2019. 'The association between the El Niño/Southern Oscillation and meningococcal disease: a systematic review and meta-analysis', *Sci Rep*, 9(1).
- Sulistiyowati, E., Astuti, E. . and Lestari, F. 2019. 'Pengelolaan Lingkungan yang Berkelanjutan pada Sektor Pertanian', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), pp. 1–8.

WHO. 2023. *Neglected Tropical Diseases*. Available at: https://www.who.int/health-topics/neglected-tropical-diseases#tab=tab_1.

BAB 2

TEORI SIMPUL

Oleh Risnawati Tanjung

2.1 Pendahuluan

Masalah lingkungan merupakan masalah yang serius bila tidak mendapatkan perhatian ataupun penanganan, terutama ketika pemanfaatan/penggunaan lingkungan dilakukan secara berlebihan yang berimbas kepada kerusakan lingkungan dan akhirnya merusak ekosistem. Hal ini disebabkan oleh berdirinya pabrik/industri yang semakin meningkat, laju pertumbuhan penduduk semakin padat, mengalami kecenderungan kekurangan gizi, maupun berkurangnya sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui serta kerusakan lingkungan. (Sumantri Arif, 2017).

Lingkungan merupakan sesuatu yang ada di sekeliling kita, yang terbentuk akibat interaksi semua elemen baik itu benda mati maupun hidup, dimana secara eksternal ini terdiri dari lingkungan fisik seperti udara, kebisingan, air, tanah, cuaca, kelembaban, pencahayaan, rumah, sinar radiasi dan lainnya, lingkungan biologis seperti tumbuh-tumbuhan, hewan, virus, bakteri, jamur, parasit, dan lainnya serta lingkungan sosial yang berupa budaya, kepercayaan, kebiasaan, agama, sikap, standar dan gaya hidup, pekerjaan, kehidupan kemasyarakatan. (Puspawati Catur, 2020).

Peningkatan dalam upaya kesehatan lingkungan dilakukan melalui usaha seperti melakukan penyehatan berbagai tempat, pengamanan seperti terhadap pangan, serta berbagai pengendalian terhadap media lingkungan dan pencemaran, sehingga menciptakan kualitas lingkungan yang memenuhi standart baku mutu dan persyaratan kesehatan lingkungan. Interaksi manusia dan berfokus pada upaya penilaian atau *asessment*, pemahaman,

pengendalian dampak terhadap orang yang berada di lingkungan, dan pengendalian dampak terhadap lingkungan tempat orang-orang tersebut berada. Dapat diketahui lingkungan berperan atau berkontribusi menimbulkan penyakit disebabkan:

1. Lingkungan sebagai faktor mempengaruhi atau disebut sebagai kecenderungan
2. Faktor yang menyebabkan terjadinya penyakit atau penyebab langsung penyakit
3. Fakto perantara ataupun transmisi terjadinya penyakit
4. Sebagai faktor penunjang ataupun faktor yang mempengaruhi perjalanan suatu penyakit

Dengan semakin pesatnya pertumbuhan dalam bidang pengetahuan khususnya di bidang lingkungan dapat dilihat pada penekanan terhadap interaksi antar komponen di dalamnya.

2.2 Definisi

Teori simpul merupakan metode yang bisa gunakan untuk melihat dan menganalisis penyebab kesehatan dan dapat digunakan untuk merancang ditahap mana dapat dilakukan pencegahan secara efektif dan efisien. Dengan kata lain dapat berfungsi mengkaji dan melihat aturan-aturan apa yang harus diikuti serta dapat mengartikan jawaban-jawaban yang diperoleh. Hal ini bersifat proaktif yang mampu mendorong masyarakat dalam meningkatkan kesehatan suatu bangsa baik itu dalam tindakan promotif maupun preventif.

Teori ini merupakan suatu pemikiran terjadinya suatu penyakit/masalah kesehatan melalui media lingkungan seperti air, udara maupun tanah, dimana potensi bahaya tersebut timbul akibat adanya interaksi antara manusia serta perilakunya yang dikenal dengan patogenesis penyakit, sehingga dapat dilakukan pencegahan maupun pengendaliannya.

Konsep/model kesehatan lingkungan dengan melihat interaksi berbagai komponen lingkungan menggunakan dinamika perilaku penduduk. Potensi bahaya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan/komponen yaitu:

1. Fisik seperti energi kebisingan, radiasi, cuaca panas dan lain-lain;
2. Kimia seperti pesisida yang terdapat makanan, asap rokok, limbah pabrik, bahan pewarna makanan;
3. Biologi seperti spora jamur, bakteri, virus, dan yang lainnya;
4. Psikososial seperti hubungan antar tetangga, atasan maupun bawahan, rekan sekerja, pesaing dan yang lainnya. Komponen tersebut akan berinteraksi melalui media seperti udara, air, tanah, makanan, vektor penyakit, atau manusia itu sendiri. Komponen udara sebagai media transmisi bibit penyakit yang utama, seperti bakteri, jamur, gas atau bahan pencemar kimia. (Sumantri, 2013).

Hubungan tersebut dikenal sebagai patogenesis penyakit sehingga kita mampu menentukan pada titik mana bisa melakukan pencegahan ataupun pengendaliannya sebagai contoh kejadian kecacingan, yang dianggap sebagai sumber adalah seseorang yang mengalami sakit kecacingan, dimana seorang yang mengeluarkan kotoran di halaman, kemudian banyak anak yang bermain tanah tanpa disadari memasukkan telur cacing ke perutnya ketika makan dan cacing berkembang dan dibuang bersama kotoran ke tanah dan seterusnya.

2.3 Patogenesis atau Kejadian Penyakit

Banyak faktor yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berasal dari komponen lingkungan, hal ini dapat dipelajari dalam ilmu kesehatan lingkungan, yang salah satunya membahas tentang proses kejadian penyakit atau patogenesis

penyakit. Manusia dalam kehidupan sehari-harinya berinteraksi dengan lingkungannya contohnya manusia minum air, menghirup udara, memakan hasil buruan maupun membeli bahan pangan di pasar. Manusia juga berinteraksi dengan sesama manusia atau lingkungan sosialnya, dimana komponen lingkungan seringkali memiliki potensi timbulnya penyakit.

Dengan mempelajari proses kejadian penyakit ini, kita dapat mengetahui dan melakukan pada titik mana atau simpul mana kita dapat melakukan pencegahan maupun pengendaliannya, seperti mencuci tangan sebelum makan, atau buang air besar pada jamban yang telah disediakan, menutup mulut ketika batuk, membuka jendela rumah setiap pagi, dan lain sebagainya. Perilaku penduduk sangat erat dengan budaya, yang merupakan salah satu representasi dari variabel kependudukan. Banyak perilaku-perilaku masyarakat yang berakar pada kebudayaan yang terkadang berpengaruh ataupun dominan berpengaruh pada kesehatan dari masyarakat tersebut sehingga perlu penanganan yang lebih serius agar transmisi atau penularan dapat dicegah dan masyarakat dapat lebih aman ataupun dapat memperkecil kejadian penularan penyakit ketika masyarakat berinteraksi dalam kehidupannya.

Seorang ahli kesehatan lingkungan mempunyai pemahaman tentang dinamika perubahan komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya kesehatan, mulai dari munculnya komponen yang memiliki bahaya tersebut, cara penanganan ataupun bagaimana dinamika dan kinetika komponen pada lingkungan sekitar manusia (*ambient*) serta interaksi dengan manusia sehingga menimbulkan akibat kesehatan maupun tidak lagi menimbulkan bahaya bagi kesehatan masyarakat. Hal tersebut dapat terlihat dari simpul-simpul pengamatan, pengukuran dan sekaligus pengendaliannya digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Skematik Patogenesis Penyakit. (Sumantri Arif, 2017)

Berdasarkan gambar tersebut di atas, maka proses perjalanan kejadian penyakit digambarkan dalam 4 simpul sebagai berikut:

1. Simpul 1 adalah sebagai sumber yang mengeluarkan atau mengemisikan *agent* penyakit. Sebagai contoh di komponen lingkungan sering disebut sebagai emisi (*emission inventory*). Misalnya banyaknya pabrik yang mempunyai limbah, logam berat di titik buangan bisa menandakan kemungkinan ataupun potensi yang berakibat pada kesehatan masyarakat ataupun lingkungan, prevalensi penderita hepatitis atau typhoid pada suatu daerah merupakan potensi penyebaran penyakit yang lainnya.
2. Simpul 2 merupakan pengukuran komponen di *ambien* atau lingkungan. Ada lima komponen yang dianggap sebagai transmisi penyakit meliputi media air, udara, pangan, binatang, dan manusia. Hal ini tidak akan berpotensi menimbulkan penyakit bila di dalamnya tidak

mengandung *agent* penyakit, contohnya nyamuk anopheles menggigit orang yang tidak mengalami malaria maka tidak akan terjadi penyebaran atau terdapat orang yang mengalami malaria tetapi tidak ditemukan nyamuk anopheles.

3. Simpul 3 adalah merupakan pengamatan, pengukuran dan pengendalian apabila sudah berada pada tubuh manusia. Adapun agent penyakit masuk kedalam tubuh melalui sistem pernafasan, pencernaan dan permukaan kulit. Misalnya perilaku penyemprotan yang mempunyai potensi bahaya ketika terkena kulit seorang petani, mengkonsumsi air yang mengandung kadmium. Dapat ditemukannya Kadar Pb dalam darah, kadar mercury di dalam rambut, kadar COHb dalam darah, kadar DDT dalam lemak tubuh ataupun Plasmodium spp dalam darah. Sehingga pada simpul ini dianggap sebagai parameter biologis, yang dikenal sebagai penyelidikan kasus luar biasa serta memerlukan penanganan atau langkah khusus.
4. Simpul 4 merupakan *outcome* yang memiliki potensial bahaya gangguan terhadap kesehatan. Seseorang dikatakan sakit bila mengalami kelainan dibandingkan penduduk lainnya. Pengamatan, pengukuran dan pengendalian prevalensi penderita sudah menimbulkan dampak kesehatan. Misalnya seseorang memiliki tekanan darah di atas rata-rata dikatakan hipertensi atau sebaliknya atau data tentang penderita kanker akibat radiasi. Untuk menetapkan mengidap penyakit tertentu terkadang sulit. Ditemukan kelemahan dalam studi ini, disebabkan harus mengambil data sekunder, contohnya pada Puskesmas, hal ini diakibatkan sistem pencatatan dan pelaporan yang masih kurang sehingga umumnya dilakukan dengan menggunakan data primer.

Iklim, temporal, topografi maupun suprasistem lainnya berupa kebijakan masih mempengaruhi kejadian penyakit. Setiap pergantian musim diantisipasi dengan perubahan pola penyakit. Iklim dibentuk oleh suhu, kelembaban, angin serta kondisi spasial. Misalnya pegunungan, pantai, daerah tropis, sub tropis, musim kemarau. Iklim dapat mempengaruhi semua simpul tersebut di atas contohnya nyamuk menjadi agresif untuk menggigit mangsa yang meningkatkan penularan penyakit dikarenakan nyamuk melakukan kopulasi atau perkawinan, peran suhu dan kelembaban menstimulus nyamuk untuk melakukan hal tersebut, hal ini dikombinasi dengan perilaku penduduk yang tidak membersihkan ataupun bertelanjang dada yang akan lebih meningkatkan probabilitas penularan atau transmisi penyakit. (Soemirat, 2010). Kebijakan makro dan mikro mempengaruhi kondisi lingkungan strategis lainnya misalnya pembangunan berwawasan kesehatan seperti kebijakan kenaikan bagan bakar minyak yang menyebabkan penghematan yang akhirnya mengurangi pencemaran. Pemberantasan penyakit menular mengandung makna pendekatan manajemen berdasar kondisi spesifik lokal temporal.

2.4 Piramida Penyakit Akibat Lingkungan

Berdasarkan manifestasi klinik bahwa gangguan kesehatan akibat lingkungan dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (Acmadi, 2008)

1. Kelompok penderita akut.

Pada kelompok ini kasusnya sedikit, tetapi perlu mendapatkan tindakan segera mungkin atau yang sering disebut dengan sebagai kecelakaan. Kejadian terjadi secara tiba-tiba pada komunitas dengan gambaran korban dan gejala klinik yang jelas. Dapat dilihat bahwa kelompok penderita akut berada di puncak piramida. Contohnya

keracunan makanan, keracunan pestisida, penderita 'demam tifus' serta penyakit menular lainnya.

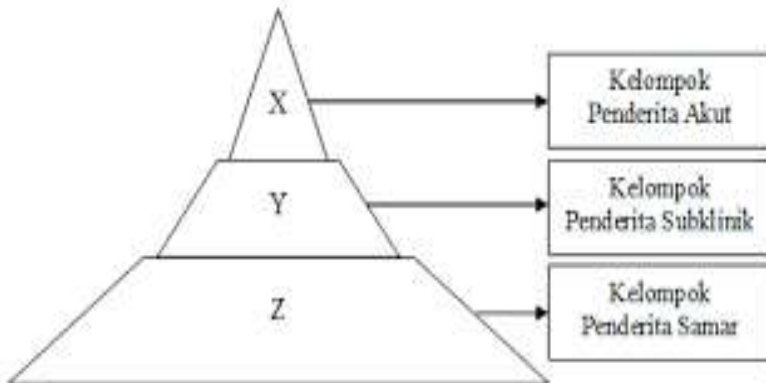
2. Kelompok penderita sub klinik

Pada kelompok ini kasusnya banyak, memiliki tanda tetapi tidak jelas, berdasarkan dari hasil laboratorium khas. Pada kelompok ini sering dihubungkan dengan Penyakit Akibat Kerja (PAK). Contohnya penyakit yang dialami penderita yang terpapar dengan bahan kimia atau mikroba.

3. Kelompok penderita samar

Merupakan kelompok yang terkena *agent* ataupun terkontaminasi, tidak menunjukkan gejala sama sekali. Bila dilihat secara proporsional merupakan jumlah terbesar dan berada di dasar piramida.

Secara skematis distribusi tiap-tiap kategori dapat digambarkan seperti piramida:



Gambar 2.2. Piramida Distribusi Penyakit
(Acmadi, 2008)

Berdasarkan skematis tersebut, dapat diketahui bahwa masalah kesehatan lingkungan memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Dimensi lintas batas

Pada dimensi lintas batas ini, batas geografis, transdisiplin, dan lintas sektor mendapatkan perhatian, sehingga masalah kesehatan lingkungan harus dipecahkan dengan pendekatan suprasistem ataupun melalui kerjasama lintas sektor. Sebagai contohnya transportasi. Pemecahan problematika simpul 1, wewenang pengatur kebijakan sistem transportasi dan energi. Sedangkan simpul 2 merupakan wewenang sistem pengaturan jalan raya. Masalah pencemaran udara juga berkaitan dengan tata ruang atau tata kota. Sudah barang tentu akibat yang ditimbulkan merupakan keperihatinan departemen yang menaggani. Demikian pula masalah pencemaran air yang dapat meningkatkan prevalensi beberapa penyalit-penyakit parasit.

2. Dimensi variabilitas (kecenderungan berubah)

Masalah variabilitas (kecenderungan berubah) terjadi pada geografis dan waktu dimana komponen lingkungan satu belum tentu sama dengan dampak pada kelompok lain. Seperti ada kelompok yang terlebih dahulu terkena dampak pada kelompok lain. Konsentrasi bahan pencemar pada tingkat *ambient* selalu fluktuasi (naik turun), Keadaan itu kadang menyulitkan pembuktian masalah peradilan pencemaran. Pagi hari terlihat banyak ikan mati, begitu mengambil alat pengukur siang harinya, konsentrasi bahan pencemar yang diduga menyebabkan kematian ikan, sudah berubah menjadi normal.

Dengan melihat hal tersebut di atas ada beberapa masalah Kesehatan lingkungan yang dapat kita lihat dapat mempengaruhi seperti: (Sumantri Arif, 2017)

1. Pertumbuhan dan persebaran penduduk

Masalah Kesehatan lingkungan yang paling dominan adalah pertumbuhan dan persebaran penduduk terutama pada daerah padat penduduk, seperti perkotaan, yang membutuhkan banyak sekali penggunaan energi untuk kegiatan penduduk, hal ini dapat memperburuk kondisi Kesehatan lingkungan. Contohnya berkumpulnya masyarakat dalam jumlah besar ataupun sedikit dalam satu waktu, misalnya perkemahan dan pengungsi cenderung kumuh. Permukiman padat penduduk terutama diperkotaan mempunyai potensi ataupun peluang besar untuk menimbulkan masalah kesehatan lingkungan.

2. Kebijakan para pengambil keputusan

Masalah Kesehatan lingkungan baik buruknya dipengaruhi juga oleh kebijakan sebagai “kekuatan” suprasistem. Contohnya kebijakan penggunaan *tetraethyl lead* sebagai campuran bahan bakar mesin yang mengandung timah hitam yang merupakan bahan pencemar berbahaya yang dapat menimbulkan masalah besar bagi kesehatan lingkungan. Maka kebijakan yang dapat mengatasi masalah Kesehatan lingkungan secara suprasistem amat diperlukan.

3. Psikologis dan perilaku penduduk

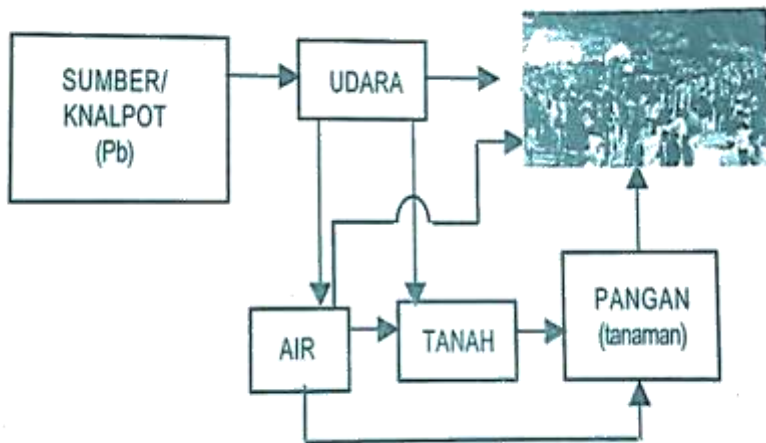
Perilaku penduduk mempunyai pengaruh penentu kebijakan maupun sebagai kelompok akibat. Sebagai contoh perilaku membuang sampah dan atau limbah di sungai-sungai perkotaan. Pada hakikatnya penduduk kota sebagian berasal dari pedesaan dari seluruh pelosok tanah air tetapi ketika berada di kota masih ada yang tidak melestarikan kebiasaan desa.

2.5 Dinamika Transmisi Penyakit

Dapat kita ketahui bersama bahwa faktor ketiga sebagai penyebab penyakit adalah lingkungan. *Agent* penyakit dapat berpindah melalui transmisi melalui media udara, air, tanah, pangan, serangga maupun kontak dengan tubuh manusia yang memiliki jalur dan berdasarkan ciri ataupun khas dari agent tersebut, sehingga dalam melakukan pencegahan diketahui gambaran dinamika transmisi tiap penyakit, baik penyakit menular maupun tidak menular. Sebagai contoh penyakit malaria, tampaknya sederhana, yakni ada penderita dan ada nyamuk dan terjadi penularan. Namun dimanakah penularan terjadi? Apakah di rumah atau ketika sedang tidur atau dipinggir jalan ketika penduduk sedang berangin-angin di halaman atau mungkin ditempat-tempat sumber air ketika penduduk mengambil air atau buang hajat di kolam ikan di pagi hari ketika masih gelap.

Semua hal tersebut dituangkan dalam gambaran model dinamika transmisi. Tanpa penggambaran dinamika transmisi, upaya pencegahan tidak akan berjalan efektif, misalnya penyemprotan residu pestisida dilakukan di dinding ruma, padahal penularan terjadi di halaman atau ditempat pengambilan air di lereng lembah pegunungan. Untuk menggambarkan dinamika transmisi malaria, harus diketahui terlebih dahulu spesies apakah yang ada di wilayah tersebut. Setelah mengetahui spesies nyamuknya, maka diketahui sifat dan karakteristik nyamuk seperti tempat perindukan, istirahat dan lainnya, sehingga dapat diketahui media transmisinya. Disamping itu juga diketahui pola perilaku penduduk seperti jam berapa dan kegiatan apa yang dilakukan penduduk sehingga penduduk tersebut berakibat tergigit nyamuk. Contoh lain adalah perjalanan logam berat timah hitam (*lead*). Dapat diketahui bahwa bahan bakar yang digunakan bensin tersebut adalah timah hitam yang berguna memperpanjang oktana, menyebabkan *lead* akan berada di udara sebagai salah satu pencemar berbahaya di kota-kota besar. Timah hitam yang

melayang di udara akan terhirup oleh penduduk secara langsung. Sebagian mengendap ke tanah, akan terserap oleh tanaman. Yang mengakibatkan manusia akan mengalami keracunan secara lama apabila memakan sayur yang telah tercemar, juga dapat jatuh ke air, mengendap dan bercampur dengan lumpur yang merupakan bahan penyubur tanaman dan seterusnya. Perjalanan yang kompleks dari timah hitam kita kenal dengan kinetika atau pergerakan timah hitam, seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.3. Dinamika Transmisi Keracunan Timah Hitam (Acmadi, 2008)

Untuk mencegah terjadi keracunan timah hitam yang berasal dari pencemaran udara, harus diwaspadai kontak langsung dengan udara tercemar. Tidak mengkonsumsi air yang tercemar Pb ataupun pangan yang diperkirakan mengandung logam berat tersebut. Yang paling ideal adalah penggunaan timah hitam (Pb) dihapuskan sehingga seluruh simpul yang memiliki potensi sebagai media transmisi akan terbebas dari bahaya Pb.

Dinamika transmisi atau perjalanan penyakit dapat dikendalikan dengan mengetahui dimana dapat dilakukan titik-titik intervensi pencegahan ataupun promosi dapat kita dilakukan. Melihat contoh malaria di atas maka intervensi dapat dilakukan ditempat pengambilan air. Di rumah dengan menerapkan kelambunisasi, mungkin efektif. Tetapi untuk balita karena orang dewasa mungkin sudah mendapat penularan penyakit di luar rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Acmadi, 2008. Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Puspawati Catur, P. K. P., 2020. Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi. In: Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Soemirat, 2010. In: Epidemiologi Lingkungan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Cetakan ketiga.
- Sumantri Arif, 2017. Kesehatan Lingkungan Edisi Keempat. PT. Kharisma Putra Utama
- Sumantri, A., 2013. Kesehatan Lingkungan. Revisi ed. Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri.

BAB 3

METODE PENGUKURAN KOMPONEN LINGKUNGAN

Oleh Bambang Suhartawan

3.1 Pendahuluan

Telah diamanatkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 pasal 1 ayat (2) bahwa Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) merupakan upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum.

Salah satu upaya mengoptimalkan fungsi lingkungan hidup perlu dilakukan studi pengujian, penilaia atau pengukuran komponen lingkungan hidup untuk memperoleh gambaran tentang kualitas lingkungan hidup guna penyusunan perencanaan pengelolaan lingkungan hidup yang lebih baik dan berkesinambungan.

3.2 Komponen Lingkungan Hidup

Lingkungan hidup adalah sesuatu yang berada di sekitar makhluk hidup dan dapat mempengaruhi perkembangan makhluk hidup baik langsung maupun tidak langsung. Terdapat dua komponen lingkungan hidup yaitu abiotik (benda mati) dan biotik (benda hidup).

3.2.1 Komponen Lingkungan Abiotik

Komponen lingkungan abiotik adalah komponen lingkungan yang berhubungan dengan benda mati. Komponen ini disebut juga komponen fisika dan kimia dalam suatu lingkungan atau ekosistem sebagai tempat berlangsungnya kehidupan. Dengan demikian komponen abiotik merupakan lingkungan tempat kehidupan dan berpengaruh terhadap kehidupan.

Beberapa contoh komponen lingkungan abiotik adalah suhu, air, udara, tanah, cahaya, dan mineral. Semua komponen saling berinteraksi menentukan karakteristik lingkungan dan berpengaruh baik langsung maupun tidak langsung terhadap kelangsungan kehidupan biotik yang ada di dalamnya serta mempengaruhi kehidupan manusia.

Komponen-komponen lingkungan abiotik tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Suhu atau temperatur

Salah satu faktor penentu berlangsungnya kehidupan di bumi adalah suhu. Proses fisiologis dalam tubuh makhluk hidup memerlukan kisaran suhu yang optimum. Jika suhu kurang atau lebih dari suhu optimum maka proses fisiologis kehidupan makhluk hidup akan terganggu. Sebagai contoh suhu ideal secara fisiologis tubuh manusia adalah 36-37°C, jika suhu berubah menjadi 39°C maka akan terasa tidak nyaman, bahkan tidak enak makan. Dengan demikian bahwa suhu berpengaruh terhadap proses fisiologis makhluk hidup.

Demikian juga tinggi rendahnya suhu lingkungan mempengaruhi suhu makhluk hidup yang tinggal di dalamnya. Keberadaan suhu lingkungan dan pengaruhnya terhadap kehidupan di bumi khususnya pada hewan dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

a. Hewan berdarah panas

Yaitu hewan yang memiliki suhu tetap optimum mana kala terjadi perubahan suhu lingkungan. Contoh dari hewan berdarah panas adalah golongan vertebrata (hewan tingkat tinggi) seperti manusia dan beberapa jenis unggas.

b. Hewan berdarah dingin

Yaitu hewan yang suhu tubuhnya mengikuti suhu lingkungannya. Contoh hewan berdarah dingin adalah golongan avertebrata (hewan tingkat rendah) seperti ikan yang hidup di air tawar, air payau dan air laut. Namun demikian ikan juga akan hidup dengan baik pada suhu yang optimum dan kisarannya sangat spesifik bagi setiap ikan.

2. Air

Diperkirakan 70-90% tubuh makhluk hidup terdiri dari air. Oleh karena itu tidak akan ada kehidupan tanpa adanya air, kebutuhan air bagi setiap makhluk hidup berbeda-beda dan tergantung dari karakteristik lingkungan dimana makhluk hidup itu tinggal. Tumbuhan yang berada di daerah panas dan daerah dingin berbeda banyaknya air yang dibutuhkan untuk hidup secara baik, demikian juga berbeda cara evapotanspirasinya.

Keberadaan air di muka bumi selalu konstan dan hanya terjadi perubahan wujud yaitu cair, gas dan padat (es) melalui proses yang disebut siklus air atau siklus hidrologi, yaitu sirkulasi air yang terjadi dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui proses kondensasi, persipitasi, evaporasi dan transpirasi yang dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3.1. Siklus Air di Alam

Sumber : <https://id.images.search.yahoo.com>

Walaupun jumlah air di bumi tetap namun keberadaan di setiap daerah tidaklah sama, ada yang bersih ada juga yang tidak bersih atau tercemar. Umumnya pencemaran air ini diakibatkan oleh aktivitas kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Besar kecilnya dan jenis zat pencemar dalam air sangat tergantung dari jenis aktivitasnya dan memberikan informasi tentang status mutu atau kualitas air.



Gambar 3.2. Pencemaran Air

Sumber :

<https://id.images.search.yahoo.com/search/images>

3. Udara

Udara bersih merupakan campuran berbagai gas dengan komposisi yaitu Nitrogen (N_2) = 78,09%, Oksigen (O_2) = 20,94% Argon (Ar) = 0,93% dan Karbon dioksida (CO_2) = 0,032% dan sisanya adalah gas-gas lain yang jumlahnya sangat kecil.

Komposisi udara dapat berubah akibat aktivitas manusia dan juga dapat terjadi secara alam seperti letusan gunung berapi, dan keadaan seperti ini dapat dikatakan bahwa udara sudah dalam keadaan tercemar. Jumlah dan jenis polutan yang mencemari udara sangat tergantung dari sumber penyebabnya. Nilai indeks standar pencemar udara (ISPU) ditentukan oleh polutan-polutas seperti Partikulat, Karbon monoksida (CO), Sulfur dioksida (SO_2), Nitrogen dioksida (NO_2), Ozon (O_3) dan Hidrokarbon (HC).



Gambar 3.3. Pencemaran Udara

Sumber :

<https://id.images.search.yahoo.com/search/images>
Aktivitas manusia yang banyak mengakibatkan terjadinya pencemaran udara adalah kegiatan industri.

4. Tanah

Tanah merupakan bagian bumi sebagai tempat hidup dan tempat melakukan berbagai aktivitas tumbuhan dan berbagai makhluk hidup lainnya seperti berbagai organisme pengurai, cacing dan sebagainya. Keberadaan dan komposisi tanah di setiap daerah bervariasi, ada yang subur dan ada yang tidak subur. Berubahnya tanah subur menjadi tidak subur menandakan bahwa tanah sudah tercemar. Polutan yang dapat mencemari tanah antara lain bahan-bahan kimia, limbah industri dan domestik.



Gambar 3.4. Pencemaran Tanah

Sumber :

<https://id.images.search.yahoo.com/search/images>

5. Cahaya

Cahaya matahari merupakan salah satu faktor penentu berlangsungnya kehidupan di bumi. Salah satu manfaat matahari bagi kehidupan adalah membantu proses fotosintesis pada tumbuhan berkhlorofil yang mengubah bahan anorganik menjadi organik seperti reaksi berikut :



Matahari merupakan sumber kehidupan di muka bumi, karena tanpa matahari tidak dimungkinkan ada tumbuhan yang hidup, maka hewan juga tidak akan hidup begitupun makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu jika tidak ada matahari tidak akan ada kehidupan di muka bumi.

6. Mineral

Guna melestarikan hidupnya semua makhluk hidup memerlukan nutrisi dimana salah satunya adalah mineral. Mineral yang banyak diperlukan makhluk hidup adalah Kalsium (Ca) dan Kalium (K). Sedangkan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit adalah Zn, Cu, Cr, Se, Mg dan lainnya. Fungsi utama mineral dalam tubuh sebagai pembentukan enzim dan jika kebutuhan mineral dalam tubuh tidak terpenuhi maka akan timbul masalah dan terjadinya gejala sakit.

3.2.2 Komponen Lingkungan Biotik

Komponen lingkungan biotik adalah semua kehidupan atau makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan, mikroorganisme dan manusia yang ada di alam. Sesuai dengan fungsinya komponen lingkungan biotik dapat digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Autotrop

Autotrop disebut juga produsen karena dapat membuat makanan sendiri dan makanan organisme lain. Persyaratan komponen biotik autotrop adalah dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil. Contohnya bakteri dan ganggang.

2. Heterotrop

Heterotrop disebut juga konsumen adalah komponen biotik yang tidak mampu membuat makanan sendiri, sehingga untuk keperluan makan diperoleh dari autotrop. Komponen heterotrop dibedakan menjadi 3, yaitu herbivora, karnifota dan omnifora.

3. Dekomposer

Dekomposer disebut juga pengurai karena mampu menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang sudah mati menjadi senyawa anorganik yang dapat menyuburkan tanah. Contoh dekomposer adalah ganggang, bakteri, cacing dll.

3.3 Metode Pengukuran Komponen Lingkungan Hidup

3.3.1 Metode Pengukuran Komponen Abiotik

1. Lux Meter

Lux Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur penerangan atau intensitas cahaya pada suatu area atau daerah tertentu. Prinsip kerja alat ini adalah mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.



Gambar 3.5. Luxmeter

Sumber : <https://www.google.com/search?q=luxmeter>

2. Anemometer



Gambar 3.6. Anemometer

Sumber : <https://www.google.com/search?q=anemometer>

3. Waether Meter



Gambar 3.7. Waether Meter

Sumber : https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&sxsrf=AB5stBhsG170-4u_F5z_LR6gxyTBPl-l_g:1689543967426&q=weather+meter

4. Current Meter

Curent Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan arus atau kecepatan aliran air. Alat ini sering digunakan karena memiliki ketelitian yang cukup tinggi. Dengan mengetahui kecepatan putar baling-baling current

meter akan diketahui debit air pada suatu aliran. Disamping data tentang kecepatan baling-baling current meter juga dibutuhkan data tentang luas penampang aliran.



Gambar 3.8. Current Meter

Sumber : <http://www.plazagps.com/measuring-test-tools/-current-meter>

5. Termometer



Gambar 3.9. Termo Meter

Sumber : <https://www.pinhome.id/blog/pengertian-termometer/>

6. pH Meter



Gambar 3.10. pH Meter

Sumber : <https://www.lazada.co.id/products/codph-meter-digital-tester>

7. Metode Pengukuran Lainnya

Selain metode pengukuran komponen lingkungan abiotik yang telah diuraikan di atas, masih banyak metode pengukuran yang tidak diuraikan dalam buku ini dan perlu pembahasan secara rinci dalam buku yang lain. Metode pengukuran tersebut terangkum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang kualitas lingkungan yang terdiri dari :

- a. SNI Pengujian Air dan Limbah terdiri dari 79 metode pengukuran ;
- b. SNI Pengujian Kualitas Air Laut terdiri dari 8 metode pengukuran ;
- c. SNI Pengujian Ekolabel terdiri dari 11 metode pengukuran ;
- d. Ngujian Kualitas Udara – Sumber Emisi Bergerak terdiri dari 4 metode pengukuran ;
- e. SNI Pengujian Kualitas Udara Ambien terdiri dari 18 metode pengukuran ;
- f. SNI Pengujian Kualitas Udara – Sumber tidak bergerak terdiri dari 22 metode pengukuran ;

- g. SNI Pengujian Kebisingan Lingkungan terdiri dari 1 metode pengukuran ;
- h. SNI Pengujian Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun terdiri dari 10 metode pengukuran.

3.3.2 Metode Pengukuran Komponen Biotik

Metode pengukuran komponen biotik yang sering digunakan untuk menentukan keanekaragaman hayati dalam suatu ekosistem adalah perhitungan indeks yang meliputi indeks diversitas, indeks pemerataan, indeks dominansi dan Pit Fall Trap.

1. Indeks Diversitas

Indeks Diversitas adalah suatu indeks yang diperoleh dari penggabungan atau kombinasi kekayaan dan kesamaan spesies. Indeks diversitas adalah nilai tunggal yang merupakan bagian dari indeks keanekaragaman yang dapat digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan spesies dalam komunitas. Untuk menyatakan keanekaragaman spesies terdapat 2 komponen, yaitu :

- a. Kekayaan spesies, yaitu menyatakan jumlah spesies dalam suatu komunitas.
- b. Kesamaan spesies, yaitu kesamaan yang menunjukkan bagaimana kelimpahan spesies secara individu tersebar diantara spesies yang lain.

Keanekaragaman spesies dapat dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yang diperoleh dari kombinasi kekayaan jenis dan proporsi kelimpahan dari masing-masing jenis dalam suatu habitat. Indeks ini sangat sederhana dan sering digunakan untuk menyatakan besarnya indeks diversitas. Indeks Shannon-Wiener juga dapat dipergunakan untuk membandingkan kestabilan lingkungan dari suatu ekosistem. Rumus Indeks Shannon-Wiener adalah :

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i)$$

$$p_i = n/N$$

Dimana :

H' = indeks keaneragaman

$\ln$ = logaritma natural

p_i = perbandingan jumlah individu satu jenis dengan jumlah keseluruhan jenis dalam sampel dalam plot (n/N)

n = jumlah individu satu jenis

N = jumlah individu keseluruhan jenis

Indeks keaneragaman jenis (H') menggambarkan tingkat kestabilan jenis dalam komunitas. Kriteria indeks keaneragaman jenis (H') dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

- a. Jika $H' < 1,5$ → keaneragaman jenis rendah ;
- b. Jika $1,5 < H' < 3,5$ → keaneragaman jenis sedang ;
- c. Jika $H' > 3,5$ keaneragaman tinggi.

2. Indeks Kemerataan

Keanekaragaman jenis suatu komunitas sangat dipengaruhi oleh tingginya kerapatan jumlah individu per satuan luas, jumlah dan tingkat penyebaran masing-masing jenis. Untuk menentukan kestabilan keaneragaman jenis dapat ditentukan berdasarkan nilai indeks keanekaragaman jenis (H'). Tingkat pemerataan jenis juga mempengaruhi kestabilan suatu jenis. Semakin tinggi nilai H' , maka keaneragaman jenis dalam komunitas semakin stabil, demikian sebaliknya semakin rendah H' kestabilan jenisnya semakin rendah. Tinggi-rendahnya nilai kestabilan jenis memberikan gambaran tentang peluangnya untuk mempertahankan kelestarian jenisnya.

Indeks pemerataan jenis (e') adalah nilai kemantapan atau kestabilan jenis dalam suatu komunitas. Semakin tinggi e' maka keanekaragaman jenis dalam komunitas semakin stabil.

Besarnya nilai indeks pemerataan jenis (e') dapat ditentukan dengan rumus indeks Evennes sebagai berikut :

$$e' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Dimana :

e' = indeks pemerataan

H' = indeks keanekaragaman

S = jumlah jenis yang ditemukan

$\ln$ = logaritma natural

Semakin tinggi e' maka semakin merata dan semakin menyebar jenis-jenis dalam komunitas.

Kriteria indeks pemerataan jenis dalam komunitas dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

- a. Jika $e' < 0,3$ → pemerataan jenis rendah ;
- b. Jika $0,3 < e' < 0,6$ → pemerataan jenis sedang ;
- c. Jika $e' > 0,6$ pemerataan tinggi.

3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi adalah besaran yang menunjukkan adanya pemusatan dan penyebaran jenis yang dominan. Indeks ini disebut juga Indeks Simpson. Indeks dominansi semakin tinggi jika pemusatan dan penyebaran lebih terkonsentrasi pada satu jenis dan semakin rendah jika pemusatan dan penyebaran terkonsentrasi secara bersama-sama lebih dari satu jenis. Besarnya indeks dominansi diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \sum_{i=1}^n \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Dimana :

C = indeks dominansi Simpson

ni = nilai penting masing-masing jenis ke-n

N = total nilai penting dari seluruh jenis

4. *Famili Biotic Index* (FBI)

Famili Biotic Index (FBI) merupakan modifikasi dari Biotic Index (BI) yang dikembangkan oleh Hilsenhoff (1982). FBI menggunakan data famili (bukan spesies) yang didasarkan pada toleransinya terhadap pencemaran organik. Dalam suatu komunitas setiap famili diberi nilai toleransi berkisar antara 0 (sangat tidak toleran) sampai dengan 10 (sangat toleran). FBI umumnya digunakan untuk menilai kualitas air sungai ataupun danau. Rumus FBI adalah :

$$\text{FBI} = [\sum X_i T_i] / N$$

Dimana :

FBI = Famili Biotic Indeks

Ti = Jumlah individu dalam famili ke-i

Xi = Nilai toleransi famili ke-i

n = Jumlah total organisme dalam sampel

Tabel 4.1. Kriteria Penilaian FBI Sungai

Nilai FBI	Tingkat Pencemaran	Kondisi Sungai
0,00 – 3,75	Tidak tercemar sama sekali	Bagus sekali (Excellent)
3,76 – 4,25	Sangat tidak tercemar	Sangat bagus (very good)
4,26 – 5,00	Tidak tercemar	Bagus (good)
5,01 – 5,75	Tercemar ringan	Sedang (Fair)
5,76 – 6,50	Tercemar sedang	Agak jelek (Fairly poor)
6,51 – 7,50	Tercemar berat	Jelek (poor)
7,51 – 10,00	Tercemar sangat berat	Sangat jelek (very poor)

Selain ke empat metode pengukuran biotik yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa metode pengukuran yang lain, namun tidak dibahas dalam buku ini. Metode pengukuran biotik tersebut adalah: *Integrated Biotic Indeks* (IBI), Indeks Saprobik, Indeks EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*), Indeks ETO (*Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Ordonata*) dan Indeks rasio EPT/C (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*/*Chironomidae*)

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. *Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup*, Jakarta.
- Kurniawan, Agung. 2019. *Dasar-Dasar Analisis Kualitas Lingkungan*, Wineka Media, Malang.
- Maknun, D. 2017. *Ekologi : Populasi Komunitas dan Ekosistem*, Nurjati Pres, Cirebon.
- PP Republik Indonesia Nomor 22. 2021. 'Presiden republik indonesia', *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*.
- Putra, ILI, Utami, I., 2021. *Petunjuk Praktikum Ekoogi Kuantitatif*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Riani. E. 2017. *Lingkungan dan Ekologi*, Universitas Terbuka, Tangerang.
- Sallata, M.K. 2015. 'Konservasi Dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya Sebagai Sumber Daya Alam', *Buletin Eboni*, 12(1), pp. 75–86.
- Rizal, R., 2017. *Analisis Kualitas Lingkungan*, Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan UPN "Veteran" Jakarta.
- Rukandar, D. 2017. 'Pencemaran Air: Pengertian, Penyebab, dan Dampaknya', *Mimbar Hukum*, 21(1), pp. 23–34. Available at: <https://dlhk.bantenprov.go.id/upload/article-pdf/PENCEMARAN AIR, PENGERTIAN, PENYEBAB DAN DAMPAKNYA.pdf>.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH)*. Jakarta.
- Utami, I dan Putra, ILI, 2020. *Ekologi Kuantitatif : Metode Sampling dan Analisis Data Lapangan*, K-Media, Yogyakarta.

- UU Nomor 17. 2019. 'Undang-undang (UU) Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air', *Jdih Bpk Ri Database Peraturan*, (011594), p. 50. Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/122742/uu-no-17-tahun-2019>.
- Yog, M. 2016. *Cara Menghitung Indeks Diversitas, Indeks Kemerataan, Pit Fall Trap, dan Indeks Dominansi Untuk Keanekaragaman Hayati*, Jakarta.

BAB 4

MANAJEMEN FILARIASIS BERBASIS WILAYAH

Oleh Djadid Subchan

4.1 Pendahuluan

Filariasis dikenal sekitar 600 SM, dimana satu gejala filariasis bancroftian atau elephantiasis arabum disampaikan oleh umat Hindu kuno dan tabib dari Persia. Namun, ada bukti bahwa filariasis limfatik sudah dikenal sejak 1500 SM. Di Mesir di sebelah utara gunung Thebes terdapat "Lembah Para Raja" dimana makam Tutankhamen ditemukan. Replika ilustrasi yang kemungkinan menggambarkan penyakit kaki gajah dapat dilihat di sisi kanan dinding kapur lapisan kedua kuil pemakaman Ratu Hatshepsut yang hidup pada 1501-1480 SM di sepanjang teras tengah (Otsuji, 2011).

Menurut Depkes (1999) filariasis pertama kali ditemukan di Indonesia oleh Haga bersama Van Eecke pada tahun 1889 di Jakarta yaitu dengan didapatkannya penderita filariasis pada skrotum. Diketahui, pada saat itu Jakarta sedang endemik filariasis limfatik yang disebabkan oleh *Brugia malayi*. Pada tahun 1937 Brug merangkum laporan filariasis dari seluruh Indonesia, kemudian telah dapat diketahui penyebab filariasis adalah dua jenis cacing filaria yaitu *Wuchereria bancrofti* (*W. Bancrofti*) dan *Brugia malayi* (*B. malayi*) (Arsin, 2016).

Penanggulangan Filariasis di dunia, dilaksanakan oleh masing-masing negara yang endemis sebagai bentuk tanggungjawab pemerintah kepada rakyatnya. Demikian pula di Indonesia, selain pemerintah pusat, Provinsi maupun

Kabupaten/Kota harus terlibat dalam upaya penanggulangan filariasis dengan melibatkan masyarakat (Kemenkes RI, 2014).

4.2 Filariasis

Filariasis adalah penyakit menular melalui vektor nyamuk yang bersifat menahun yang disebabkan oleh berbagai macam cacing filaria. Spesies cacing filaria di Indonesia ada 3 jenis yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*. Sedangkan vektor filariasis adalah nyamuk dari genus: *Mansonia*, *Culex*, *Anopheles*, *Aedes* dan *Armigeres*.

Filariasis / kaki gajah merupakan penyakit menular dan penderita berisiko menderita cacat seumur hidup, stigma sosial (dikucilkan masyarakat), hambatan psikologis, menurunkan kualitas SDM dan hilangnya kemampuan bekerja yang berakibat kerugian ekonomi.

Filariasis sebagaimana penyakit menular melalui vektor lainnya, akan terkait dengan habitat / wilayah yang cocok untuk hidup bagi vektor penular, ada manusia yang tinggal di wilayah tersebut, dan ada mikrofilaria. Demikian pula dalam pengendalian penyakit filariasis akan terkait dengan konsep kewilayahan terkait dengan kebijakan, perencanaan, pembiayaan, pelaksanaan kegiatan dan sumber daya manusia.

Penyakit termasuk filariasis/kaki gajah merupakan fenomena yang berbasis wilayah yang mencakup ekosistem, waktu, termasuk karakteristik lingkungan, kependudukan dan wilayah administratif (Achmadi, 2019).

Upaya pencegahan, pengendalian, dan pemberantasan filariasis serta akibat yang ditimbulkannya menjadi tanggung jawab bersama Pemerintah Pusat, pemerintah Provinsi, kabupaten/kota dan masyarakat. Upaya tersebut dilakukan untuk melindungi masyarakat dari penularan penyakit, mengobati penderita filariasis kronis, serta untuk mengurangi dampak sosial dan ekonomi akibat filariasis. Upaya pencegahan, pengendalian,

dan penanganan penyakit filariasis dilakukan melalui kegiatan promotif, preventif (POPM), kuratif, dan rehabilitatif bagi penderita filariasis kronis.

4.2.1 Siklus Penularan Filariasis

Penularan filariasis akan terjadi jika terdapat tiga komponen. Yakni adanya sumber penularan, manusia atau hospes reservoir yang mengandung mikrofilaria di dalam darahnya, ada vektor penular, yaitu nyamuk yang dapat menularkan filariasis (hampir semua jenis nyamuk) dan adanya manusia yang rentan terhadap filariasis.

Di Indonesia, filariasis disebabkan oleh tiga spesies cacing filaria, yaitu: *Wuchereria bancrofti* (*W. Bancrofti*) dan *Brugia malayi* (*B. malayi*) dan *Brugia timori* (*B. timori*).

Cacing filaria, secara epidemiologi diklasifikasikan dalam 6 jenis :

- 1. W. bancrofti tipe perkotaan**

Ditemukan di daerah perkotaan seperti Jakarta, Bekasi, Tangerang, Semarang, Pekalongan dan sekitarnya. Memiliki periodisitas nokturna (mikrofilaria banyak terdapat di dalam darah tepi pada malam hari, sedangkan pada siang hari banyak terdapat di kapiler organ dalam seperti paru-paru, jantung dan ginjal), ditularkan oleh nyamuk *Culex quinguefasciatus* yang berkembang biak di air limbah rumah tangga.

- 2. W. bancrofti tipe pedesaan**

Ditemukan di daerah pedesaan di luar Jawa, terutama tersebar luas di Papua dan Nusa Tenggara Timur, mempunyai periodisitas nokturna yang ditularkan melalui berbagai spesies nyamuk *Anopheles*, *Culex* dan *Aedes*.

- 3. B. malayi tipe periodik nokturna**

Mikrofilaria ditemukan di darah tepi pada malam hari. Nyamuk penularnya adalah *Anopheles barbirostris* yang ditemukan di daerah persawahan.

4. **B. malayi tipe subperiodik nokturna**

Mikrofilaria lebih banyak ditemukan di darah tepi pada malam hari, walaupun ditemukan pada siang hari namun dalam jumlah lebih sedikit. Nyamuk vektor penularnya adalah jenis *Mansonia* spp yang lazim ditemukan di daerah rawa-rawa.

5. **B. malayi tipe non periodik**

Mikrofilaria ditemukan di darah tepi baik siang maupun malam hari. Nyamuk vektor penularnya adalah *Mansonia bonneae* dan *Mansonia uniformis* yang ditemukan di hutan- hutan.

6. **B. timori tipe periodik nokturna**

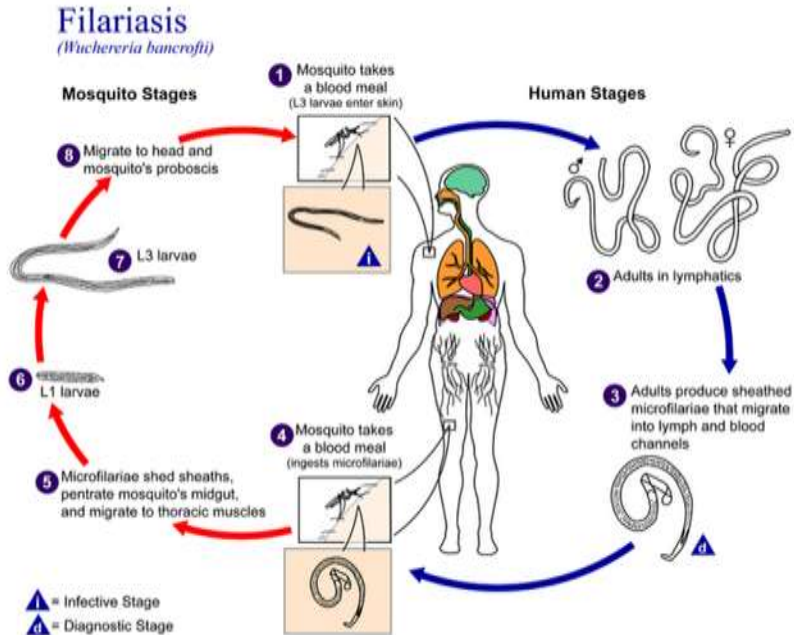
Mikrofilaria ditemukan di darah tepi hanya pada malam hari. Nyamuk vektor penularnya adalah *Anopheles barbirostris* yang ditemukan di persawahan di Nusa Tenggara Timur dan Maluku Tenggara.

Secara garis besar cara penularan filariasis, sebagai berikut :

1. Larva infeksi (L3) ditularkan melalui gigitan nyamuk vektor,
2. *W. bancrofti* ditularkan oleh berbagai spesies nyamuk, yang paling banyak adalah *Culex quinquefasciatus*, *Aedes polynesiensis*, *Anopheles gambiae*, *An. funestus*, *An. scapularis*, dan *Ae. Pseudoscutellaris*,
3. *B. malayi* ditularkan oleh berbagai spesies dari *Anopheles* , *Mansonia* dan *Aedes*,
4. *B. timori* ditularkan oleh *Anopheles barbirostris*.

Mikrofilaria di dalam tubuh nyamuk betina yang terhisap waktu menghisap darah manusia, akan melakukan penetrasi pada dinding lambung dan berkembang dalam otot thorax hingga menjadi larva infeksi (L3), kemudian ke probiosis. Pada saat nyamuk menghisap darah, larva infeksi (L3) akan ikut terbawa dan masuk melalui lubang bekas

tusukan nyamuk di kulit manusia. Larva infeksius itu akan bergerak mengikuti saluran limfe, sebelum menjadi cacing dewasa mengalami perubahan bentuk sebanyak dua kali.



Gambar 4.1. Siklus Penularan Filaria

Sumber :

https://id.wikipedia.org/wiki/Filariasis#/media/Berkas:Filariasis_01.png

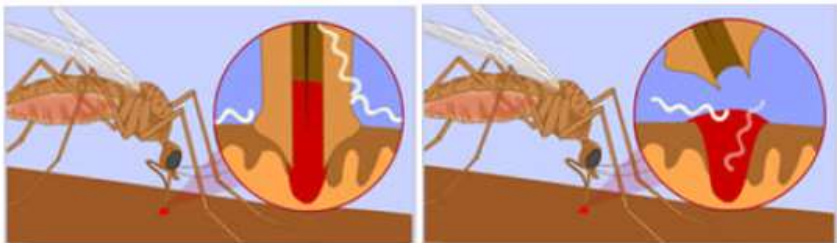
Faktor Penularan Filaria :

1. Faktor Teknik Nyamuk Menghisap Darah

Manusia bisa tertular filaria bila digigit nyamuk mengandung larva stadium 3 yang infeksius, larva keluar dari probosis menempel di kulit sekitar lubang gigitan, pada saat nyamuk selesai menghisap darah, menarik probosisnya,

larva akan berusaha masuk ke lubang bekas gigitan dan masuk ke dalam sistem limfe.

Proses perpindahan larva ke dalam tubuh manusia ternyata tidak semudah proses penularan pada malaria ataupun DBD. Sehingga diperlukan berkali-kali gigitan nyamuk, untuk bisa tertular filariasis.



Gambar 4.2. Daur Hidup Mikrofilaria Dari Nyamuk ke Manusia

Sumber : Kemenkes, 2012

2. Faktor Siklus Hidup Cacing Filaria Dalam Badan Manusia

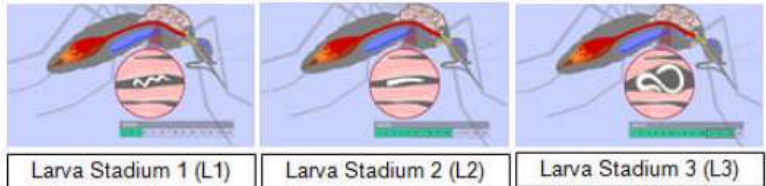
Dalam tubuh manusia, untuk menjadi dewasa dan menghasilkan mikrofilaria, diperlukan waktu 6 sampai 12 bulan.



Gambar 4.3. Siklus Hidup Mikrofilaria di Dalam Badan Manusia. Sumber : Kemenkes, 2012

3. Faktor Siklus Hidup Cacing Filaria di Dalam Tubuh Nyamuk

Dalam nyamuk, proses L1 sampai menjadi L3 diperlukan waktu 8-10 hari untuk *Brugia* dan 10-14 hari untuk *Wuchereria*.



Gambar 4.4. Perkembangan Mikrofilaria Dalam Nyamuk
Sumber : Kemenkes, 2012

4. Faktor Hunian dan Mobilitas Penduduk
Perpindahan/pergerakan penduduk yang tinggi dari daerah endemis ke daerah non endemis dan sebaliknya, menjadi faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran filariasis. Seperti rumah tinggalnya di kabuapten lain yang endemis, sedangkan tempat bekerjanya di kabupaten lain.
5. Hospes Filaria
Spesies *B. malayi* non periodik dan sub periodik dapat ditemukan pada kera dan kucing dengan nyamuk vektor mansonina. Adanya hewan yang bisa terkena filariasis (hospes) menambah sulit eliminasi filariasis.

4.2.2 Situasi Filariasis

Secara global, pada tahun 2004 ada sekitar 120 juta terinfeksi filariasis pada 83 negara. Di Indonesia, berdasarkan data survei 2000-2004 dan pendataan 2005-2011 diperoleh data penderita filariasis kronis 12.000 dan dari 497 Kabupaten/Kota terdapat 334 (67 %) Kabupaten/Kota endemis filariasis (Kemenkes RI, 2012).

Jadi terdapat 163 Kabupaten/Kota yang non endemis. Sedangkan Provinsi non endemis berjumlah enam (6) Provinsi.



Gambar 4.5. Peta Endemisitas Filariasis di Indonesia, 2011
Sumber : Subdit. Filariasis, Kementerian Kesehatan, 2011

Provinsi yang non endemis filariasis yaitu Jawa Timur, Bali, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Sulawesi Utara, dan Nusa Tenggara Barat (Kemenkes RI, 2022).

Pada tahun 2023, sekitar 1 milyar orang tinggal di 72 negara endemis filariasis, 120 juta penduduk terinfeksi. 36 juta orang mengalami kecacatan di dunia. Kasus Kronis di Indonesia 8.635 orang. 236 Kabupaten/Kota dalam 28 Provinsi di Indonesia merupakan daerah endemis filariasis, 37 Kabupaten/Kota menerima sertifikat eliminasi filariasis hingga Februari 2023. 178 Kabupaten/Kota dalam tahap surveilans sebelum penilaian eliminasi, 21 Kabupaten/Kota masih dalam tahap POPM (Kemenkes RI, 2023).

Menurut Data Profil Kesehatan 2021, dari 236 Kab/Kota Endemis filariasis, sebanyak 190 (80, 5%) Kab/Kota berhasil menurunkan angka mikrofilaria <1 %, 32 Kab./Kota (13,6%) masih

melaksanakan POPM dan 72 Kab./Kota (30,5%) telah mencapai eliminasi (Kemenkes RI, 2022).

4.2.3 Agenda dan Situasi Global

Resolution of World Health Assembly (WHA) pada tanggal 13 Mei 1997 menyatakan "*Elimination of Lymphatic Filariasis as a Public Health Problem*", didasari keprihatinan terhadap peningkatan dan penyebaran yang semakin luas secara global, ketidakpedulian akan bahaya, dan adanya kemungkinan filariasis sebagai salah satu diberantas dari enam penyakit menular yang "*potentially eradicable*". Pada tahun 2000 WHO mendeklarasikan "*The Global Goal of Elimination of Lymphatic Filariasis as a Public Health Problem by The Year 2020*", memperkuat program eliminasi filaria di seluruh dunia.

Pada saat ini, 44 negara yang masih membutuhkan kemoterapi preventif untuk menghentikan penyebaran filariasis yang pada awal program berjumlah 81 negara endemis. Dari tahun 2000-2021, secara kumulatif 9 milyar perawatan telah dilakukan pada 935 juta orang di 70 negara, yang secara signifikan mengurangi penularan di banyak negara. Populasi yang membutuhkan POMP menurun sebesar 52 % (740 juta orang) dengan angka prevalensi dibawah ambang eliminasi(WHO, 2023)

4.2.4 Program Eliminasi Filariasis di Indonesia

Program eliminasi filariasis sudah dilaksanakan di Indonesia sejak tahun 1975 dengan prioritas di daerah endemisitas tinggi. Pada tahun 2002 dicanangkan "Program Eliminasi Filariasis Global di Indonesia".

Pokok kegiatan pada Eliminasi filariasis adalah :

1. Memutus rantai penularan filariasis dengan POMP
2. Mencegah dan membatasi kecacatan pada penderita

POMP (Pemberian Obat Masal Pencegahan) Filaria, dilaksanakan kepada masyarakat untuk memutus rantai penularan. Satuan implementasi POMP adalah kabupaten/kota. Sehingga, apabila POMP berhasil dilaksanakan, maka Kabupaten/Kota akan mendapat sertifikat eliminasi filariasis nasional.

Pada dasarnya POMP adalah pemberian obat DEC dan Albendazole untuk membunuh mikrofilaria dalam darah yang bisa dihisap nyamuk dan makrofilaria tidak memproduksi mikrofilaria. Sehingga dalam 9-12 bulan setelah pemberian albendazole dan DEC akan terputus rantai penularan. POMP yang dilakukan dalam waktu 5 tahun dengan cakupan sasaran >85 % dari jumlah penduduk sasaran atau >65 % total penduduk, akan menurunkan angka mikrofilaria <1 %. Dengan kata lain terputuslah rantai penularan.

4.3 Tahapan Eliminasi Filariasis

Eliminasi filariasis di Indonesia melalui lima tahapan. Yaitu :

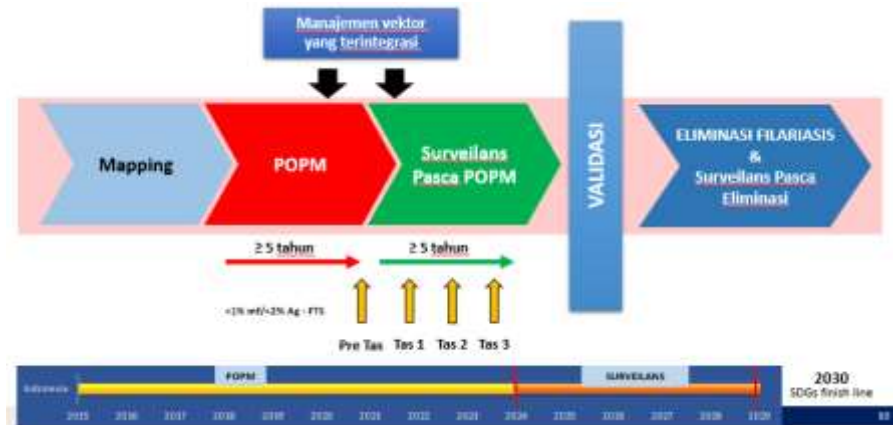
1. Tahap Pemetaan/mapping
2. Tahap Pelaksanaan POMP
3. Tahap Surveilans (pemantauan) pasca POMP
4. Tahap Sertifikasi Bebas filariasis nasional
5. Tahap Verifikasi Eliminasi Filariasis oleh WHO

Tahap pemetaan telah dilaksanakan pada masa persiapan pelaksanaan program eliminasi filariasis dengan survei dan mengumpulkan data laporan kasus dengan berbasis wilayah Kabupaten/Kota sehingga diperoleh angka Kabupaten/Kota endemis dan non endemis. Demikian pula diperoleh Provinsi yang non endemis filariasis.

Demikian pula POPM (Pemberian Obat Pencegahan Masal) telah dilaksanakan disebagaian besar wilayah Kabupaten/Kota di

Indonesia. Bahkan sudah sampai pada tahap surveilans pasca POPM.

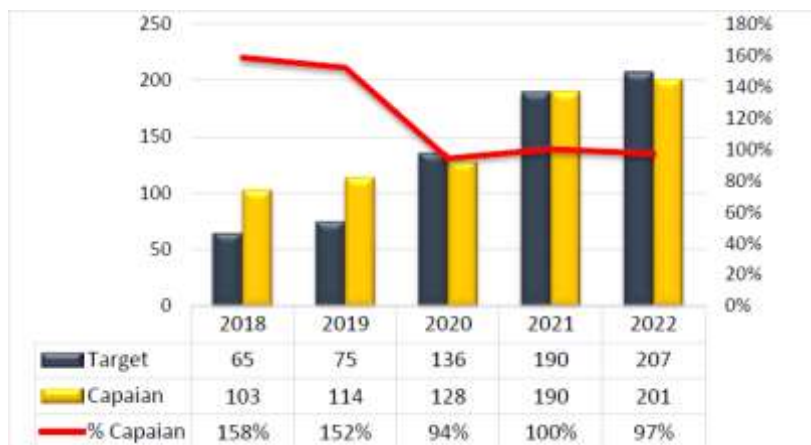
Tahapan eliminasi filariasis di Indonesia, dengan target eliminasi seluruh Kabupaten/Kota pada tahun 2030, dapat dijelaskan dengan gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6. Tahapan Eliminasi Filariasis

Sumber : Kemenkes RI, 2023

Pada tahap surveilans pasca POPM diperoleh hasil yang sangat bagus. Angka mikrofilaria rate $<1\%$, dari 236 sebanyak 201 Kabupaten/Kota telah berhasil mencapainya. Dalam rentang tahun 2018 s.d 2021 tercapai target jumlah kabupaten/kota endemis filariasis yang berhasil menurunkan mikrofilaria rate $<1\%$, dengan sangat baik yaitu 97% bahkan pada tahun pertama mencapai 158% . Lihat grafik berikut ini.



Grafik 4.1. Banyaknya Kab/Kota Endemis Filaria yang Berhasil Menurunkan Angka Mf Rate <1% Thn 2018-2022. Sumber : Tim Kerja NTDs Tahun 2022

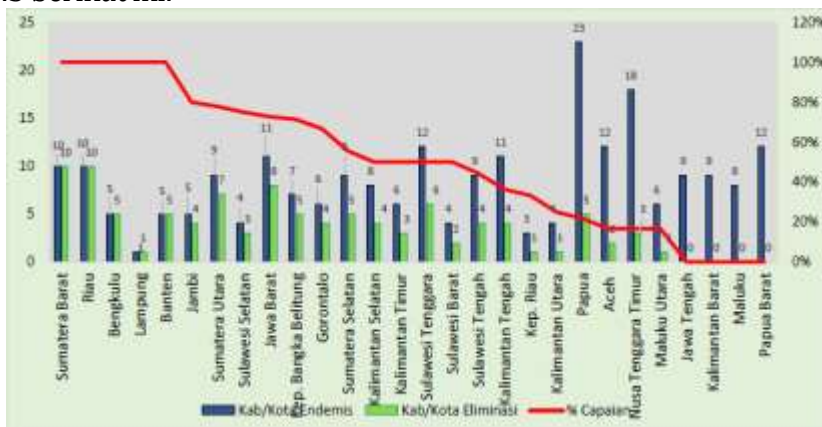
Situasi Kab/Kota per provinsi dengan Mf Rate <1 %, tampak pada grafik 4.2, dimana memperlihatkan bahwa terdapat 17 Provinsi yang seluruh kabupaten/kotanya berhasil mencapai Angka Mf Rate <1%. 17 provinsi tersebut adalah Maluku Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Kalimantan Utara, Kalimantan Selatan, Jawa Barat, Banten, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Sumatera Selatan, Bengkulu, Jambi, Riau, Sumatera Barat dan Sumatera Utara.

Provinsi yang masih ada masing-masing satu kab/kota yang belum berhasil menurunkan angka Mf Rate <1 % yaitu Provinsi NTT, DI Aceh, Kalteng, Jawa Tengah, Kalbar, Maluku, Sulsel, Sulbar dan Kepulauan Riau.



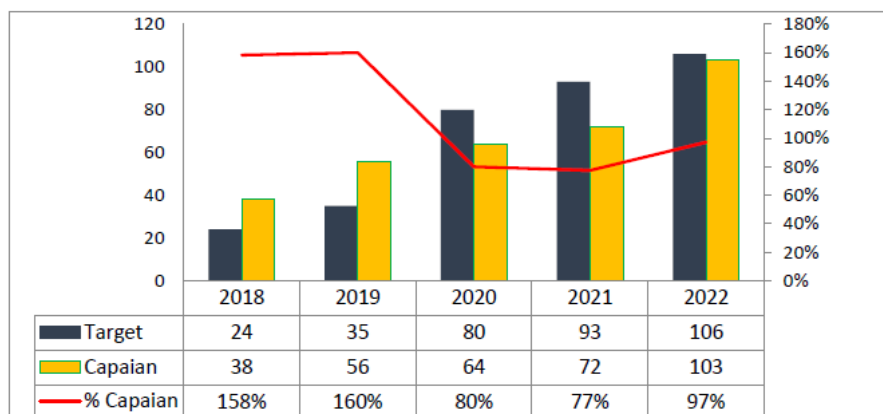
Grafik 4.2. Kab/Kota Endemis Filaria Berhasil Menurunkan Mf Rate <1% per Provinsi Thn 2018-2022
Sumber : Tim Kerja NTDs Tahun 2022

Papua hanya tercapai 40 %, bahkan Papua Barat 0 %.
Pencapaian kabupaten/kota endemis filaria yang berhasil mendapat sertifikat eliminasi per Provinsi, bisa dilihat pada grafik 4.3 berikut ini.



Grafik 4.3. Kabupaten/Kota Endemis Filaria yang Mencapai Eliminasi Filaria Per Provinsi Tahun 2022. Sumber : Tim Kerja NTDs Tahun 2022

Provinsi yang seluruh kabupaten, kota endemisnya yang berhasil mencapai eliminasi filaria pada tahun 2022 ada lima (5) yaitu Sumatera Barat, Riau, Bengkulu, Lampung dan Banten. Hingga tahun 2022, secara kumulatif sejumlah 103 (seratus tiga) kabupaten, kota dari 236 kabupaten, kota endemis filaria telah berhasil mendapat sertifikasi eliminasi filariasis. Lihat Grafik 4.4.



Grafik 4.4. Banyaknya Kabupaten/Kota Endemis Filaria yang Mendapat Sertifikasi Eliminasi Tahun 2022
Sumber : Tim Kerja NTDs Tahun 2022

Capaian tersebut diatas, pada tahun-tahun mendatang akan semakin meningkat apabila kabupaten/kota yang sekarang sementara melaksanakan POPM atau sementara dalam masa surveilans pasca POPM, memasuki tahap survei evaluasi filariasis, yang pada akhirnya dapat ditentukan kabupaten/kota tersebut mencapai eliminasi atau masih perlu penanganan lanjutan.

Demikian pula untuk kabupaten/kota yang sudah eliminasi filariasis, akan dilakukan evaluasi pasca eliminasi filariasis. Sehingga dapat dijaga agar kabupaten/kota yang sudah eliminasi tetap dalam status eliminasi.

4.3 Strategi Pencegahan

Pencegahan filariasis dilakukan dengan Pemberian Obat Pencegahan Masal (POPM) dan juga dilakukan dengan cara mencegah dari gigitan nyamuk.

4.3.1 POPM

POPM filariasis, adalah pemberian obat pencegahan filariasis berupa DEC dan Albendazole yang diberikan secara masal diberikan kepada masyarakat berumur 2-70 tahun satu kali dalam satu tahun, dilaksanakan selama paling sedikit 5 tahun secara berurutan. Cakupan sasaran adalah 85% penduduk sasaran pengobatan atau 65% dari total penduduk. Dengan cakupan tersebut selama 5 tahun berurutan akan mengurangi angka mikrofilaria rate kurang dari 1%. Dengan angka tersebut maka rantai penularan filaria dapat diputuskan. Bila dalam satu kabupaten/kota telah berhasil menurunkan Mf rate $<1\%$ dan dari hasil survei evaluasi pasca POPM Mf rate $<1\%$, maka kabupaten/kota tersebut mendapatkan sertifikasi eliminasi filariasis.

4.3.2 Mencegah Gigitan Nyamuk

Endemisitas filaria yang ditularkan melalui vektor nyamuk, berkaitan erat dengan a. Kepadatan nyamuk, b. Perilaku nyamuk dan kebiasaan masyarakat, c. Lingkungan d. Mobilitas penduduk (Arsin, 2016).

Gigitan nyamuk secara umum dapat dicegah dengan ;

1. Tidur memakai kelambu.
2. Mengoleskan repellent pada tubuh yang terbuka.
3. Memakai baju yang menutup seluruh tangan dan celana yang menutup seluruh kaki bila keluar rumah di waktu malam atau di daerah banyak nyamuk.
4. Lubang angin dirumah, dipasang kasa nyamuk.
5. Gunakan kipas angin atau AC.

6. Tidak bepergian ke daerah endemis penyakit yang ditularkan vektor nyamuk
7. Kontrol populasi nyamuk dalam rumah dengan 3 M, mengurangi baju digantung dan menyemprot dengan insektisida

Cara-cara pencegahan tersebut, lebih bersifat perorangan atau per keluarga. Akan lebih efektif apabila semua keluarga bisa menerapkan cara-cara pencegahan tersebut.

Kegiatan *fogging* pada pemberantasan nyamuk BDB, atau pemberantasan nyamuk pada program P2 Malaria, secara langsung menurunkan populasi nyamuk dan dampaknya menurunkan penyebaran mikrofilaria oleh nyamuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U.F. 2019. 'Manajemen Penyakit Lingkungan Berbasis Wilayah', *Jurnal Manajemen Pelayanan Kesehatan*, 11(02), pp. 72–76.
- Arsin, A.A. 2016. *Epidemiologi Filariasis di Indonesia*, Magenta Press.
- Kemenkes RI. 2012. 'Program eliminasi filariasis', in, pp. 1–41.
- Kemenkes RI. 2014. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 94 Tahun 2014 Tentang Penanggulangan Filariasis, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 94 Tahun 2014 Tentang Penanggulangan Filariasis*.
- Kemenkes RI. 2022. *Profil Kesehatan Indonesia 2021*, Pusdatin.Kemenkes.Go.Id.
- Kemenkes RI. 2023. *Kebijakan P2 Filariasis, Materi Pelatihan Transmission Assesment Survey 23 Mei 2023*.
- Otsuji, Y. 2011. 'History, epidemiology and control of filariasis.', *Tropical Medicine and Health*, 39(1), pp. 3–13.
- WHO. 2023. 'Filariasis Limfatik'. WHO, pp. 1–5. Available at: https://www-who-int.translate.goog/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc.

BAB 5

TEKNIK PENGUKURAN BAHAN BERBAHAYA DI UDARA SEBAGAI FAKTOR RESIKO

Oleh Redemptus

5.1 Pendahuluan

Untuk menilai paparan terhadap bahan berbahaya, membantu dalam penciptaan atau penilaian langkah-langkah kontrol, dan membuktikan kepatuhan dengan persyaratan hukum, pengambilan sampel udara digunakan. Jenis sampel udara yang dipilih ditentukan oleh tujuan sampel ini.

Metode terbaik untuk menentukan paparan karyawan terhadap polutan udara adalah pengambilan sampel udara pribadi. Sampel udara diambil saat karyawan mengenakan alat pengambilan sampel. Untuk mendapatkan data yang hampir mirip dengan konsentrasi yang dihirup, peralatan pengambilan sampel ditempatkan sesegera mungkin dekat dengan zona pernapasan pekerja, yang didefinisikan sebagai belahan bumi dengan radius 6–9 inci di depan bahu. (*Concentration is calculated by dividing the mass of the collected contaminant by the amount of air that flowed through the collecting device.*)

Sampel udara area dapat digunakan untuk menilai konsentrasi latar belakang, mengidentifikasi sumber paparan, atau mengukur keberhasilan tindakan pencegahan. Di area minat, peralatan sampel ditempatkan dengan hati-hati di tempat yang tetap.

Misalnya, banyak sampel area yang diambil di titik strategis dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber kebocoran dalam proses. Karena kondisi di lokasi tetap tidak bisa sama dengan apa yang dialami pekerja, jenis pengambilan sampel ini biasanya tidak digunakan untuk menghasilkan perkiraan paparan pekerja.

Pengambilan sampel diambil untuk menilai konsentrasi udara suatu zat selama periode waktu yang singkat. (often less than 5 minutes). Sampel yang diambil secara lokal atau secara pribadi digunakan untuk menentukan konsentrasi puncak atau langit-langit.

Sampel Grab sendiri jarang digunakan untuk menghitung eksposur rata-rata karyawan yang ditimbang waktu selama delapan jam. Hal ini dilakukan agar interval antara sampel tidak diperhitungkan.

Namun, mereka dapat digunakan sebagai teknik pemeriksaan untuk memastikan apakah pengambilan sampel yang lebih menyeluruh diperlukan. Misalnya, mungkin tidak perlu untuk mengambil sampel untuk seluruh pergeseran jika sampling dan pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi bahan kimia jauh di bawah batas eksposur rata-rata yang ditimbang delapan jam.

5.2 Alat pengambilan sampel udara

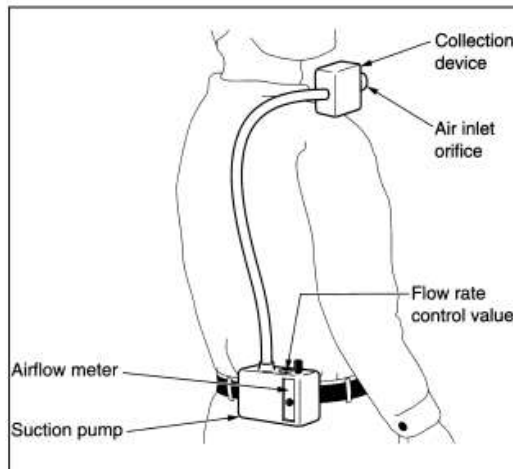
Peralatan untuk sampling udara dibagi ke dalam dua kategori: perangkat pengambilan sampel dan instrumen pembacaan langsung. Perangkat membaca langsung memberikan pembacaan fokus yang akurat segera. Udara diambil dari peralatan pengambilan sampel dan kemudian dianalisis atau ditimbang di laboratorium. Bab ini berfokus pada gadget ini.

Lima komponen dasar dari peralatan pengumpulan sampel udara adalah lubang masuk udara, perangkat pengumpulan, meter aliran udara, katup kontrol aliran, dan pompa aspirasi. (lihat gambar 5.1).

Udara diperkenalkan ke dalam kereta sampel melalui lubang, dan bahan kimia kemudian dikumpulkan pada media pengumpulan, seperti filter.

Menggunakan katup kontrol tingkat, tingkat aliran udara disesuaikan. Biasanya, aliran udara diukur dalam liter atau sentimeter kubik per menit.

Banyak pompa pengambilan sampel udara dilengkapi dengan meter arus internal sehingga pengguna dapat melihat arus. Semua komponen kereta sampel beredar dengan udara melalui pompa aspirasi.



Gambar 5.1. Alat yang biasa dipakai mengumpulkan sample partikel udara

5.2.1 Teknik pengumpulan gas dan uap

Cairan tanpa bentuk, gas dan uap mengambil seluruh volume wadah atau wadah. Ketika suatu zat berada pada 70 derajat Fahrenheit dan 760 milimeter merkuri, ia dikatakan berada dalam gas karena itulah cara normalnya berperilaku secara fisik. Fase gas suatu zat, yang dikenal sebagai uap, hadir ketika ia berada dalam

keseimbangan dengan homolognya cair atau padat dalam keadaan normal.

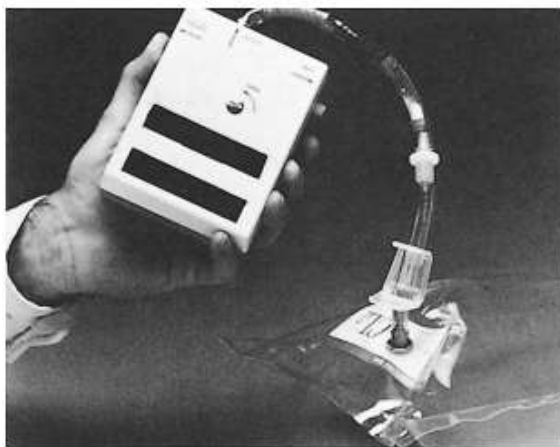
Bahan kimia kadang-kadang bisa menjadi gas atau uap dan partikel padat pada saat yang sama. Contohnya adalah polyaromatic hydrocarbons. Peralatan untuk kedua fase gas dan padat pengumpulan harus digunakan untuk senyawa ini.

Uap berperilaku mirip dengan gas. Karena volume mereka dipengaruhi oleh variasi suhu dan tekanan, mereka mematuhi hukum gas ideal. Mereka dengan mudah menggabungkan dengan gas lain untuk membentuk campuran homogen dan dengan bebas bercampur dengan atmosfer sekitarnya.

Meskipun perangkat membaca langsung biasanya digunakan untuk pengambilan sampel, juga mungkin untuk mengumpulkan volume udara yang diketahui untuk analisis laboratorium berikutnya. Contoh dari dua metode pengumpulan yang paling sering digunakan, wadah evakuasi dan kantong sampel gas, ditunjukkan dalam Gambar 5.2 dan 5.3.



Gambar 5.2. Sebuah kontainer yang dibuang digunakan untuk mengumpulkan udara untuk analisis (MDA Scientific)



Gambar 5.3. Kantong sampel gas plastik yang fleksibel berisi udara dengan pompa portabel berbaterai untuk pemeriksaan (MSA)

Pengambilan sampel adalah keuntungan karena murah, mudah dilakukan, dan biasanya mengumpulkan 100% dari bahan kimia. Kelemahan adalah bahwa kecuali sampel dianalisis dengan cepat, biasanya tidak mungkin untuk menggunakannya untuk sampel gas reaktif seperti hidrogen sulfida, nitrogen dioksida, dan sulfur dioxide. Gas reaktif dapat bereaksi secara tidak tepat dengan partikel debu lingkungan, gas lain, kelembaban, bahan kimia penyegelan untuk wadah, atau bahkan wadah itu sendiri.

5.3 Integrasi Sampel Udara

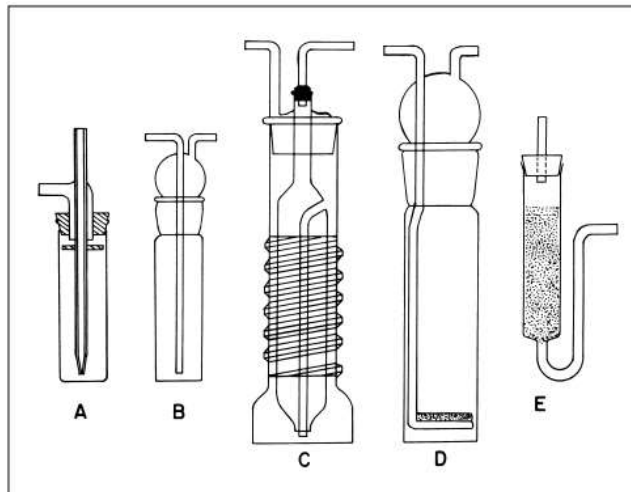
Dalam sampling udara terintegrasi, gas atau uap diambil dari aliran udara sampel dan kemudian dianalisis di laboratorium. Dua metode ekstraksi yang umum adalah absorpsi dan adsorpsi.

5.3.1 Absorpsi

Gas atau uap dari aliran udara dihilangkan menggunakan teknik penyerapan saat melewati cairan penyerap. Cairan dapat mengandung reagen reaktif atau sangat larut dan tidak reaktif dengan gas atau uap. Asam sangat larut dalam air, oleh karena itu

satu solusi penyerapan populer untuk asam adalah air deionisasi. Reagen penyerapan reaksi dengan cepat bereaksi dengan gas atau uap untuk menghasilkan produk yang lebih stabil yang dapat diperiksa di laboratorium, sehingga menangkapnya. Reagen T Girard, yang digunakan untuk sampel untuk acetaldehida, adalah salah satu contohnya.

Botol cuci gas, spiral absorber, dan bubblers goreng adalah contoh dari peralatan absorpsi (Gambar 5.4). Botol cuci gas, yang mendorong udara ke dalam larutan penyerap melalui pipa, adalah yang paling dasar. Dua impinger dapat digunakan secara berurutan karena penyelesaian penyerapan mungkin tidak selalu menangkap semua gas atau uap yang mengalir melalui. Akibatnya, lebih banyak uap atau gas akhirnya dikumpulkan. Udara dipaksa untuk bergerak melalui cairan dalam pola spiral oleh penyerap spiral, meningkatkan jumlah waktu udara dan cairan berada dalam kontak. Jumlah zat yang diserap meningkat dengan waktu kontak yang lebih lama. Bubble yang dipanggang, yang menciptakan banyak gelembung kecil saat udara mengalir melalui permukaan yang dimasak, menggunakan prinsip yang sama. Ini memperluas area permukaan udara dalam kontak dengan bahan penyerap.



Gambar 5.4. Pembersihan gas (A dan B), helical (C), bubbler panas (D), dan kolom kaca (E) adalah contoh absorber dasar. Mereka menyediakan kontak antara permukaan cair dan udara yang diukur untuk memungkinkan polutan gas untuk diserap. (Powell CH, Hosey AD (eds. PHS Publikasi No. 614-1965, Lingkungan Industri: Penilaian dan Kontrolnya.)

Untuk senyawa gas yang hanya moderat larut atau yang bereaksi perlahan-lahan dengan cairan menyerap, absorber spiral dan bubbler goreng digunakan.

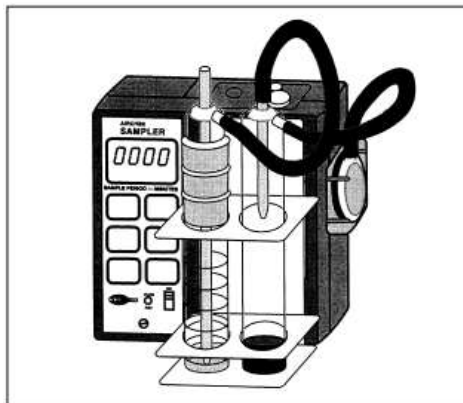
Midget impinger adalah botol cuci gas yang paling sering digunakan. Kolar baju pekerja terpasang pada holster, yang disimpan di dalam impinger. Pekerja mungkin secara tidak sengaja membalikkan impinger selama operasi, menarik cairan menyerap ke dalam pompa sampel. Untuk mencegah hal ini, kereta sampel diikat ke botol kosong atau impinger untuk mengumpulkan cairan yang dibuang.

Pencegahan ini melindungi pompa dari kerusakan, tetapi cairan yang diambil tercemar dan tidak cocok untuk analisis.

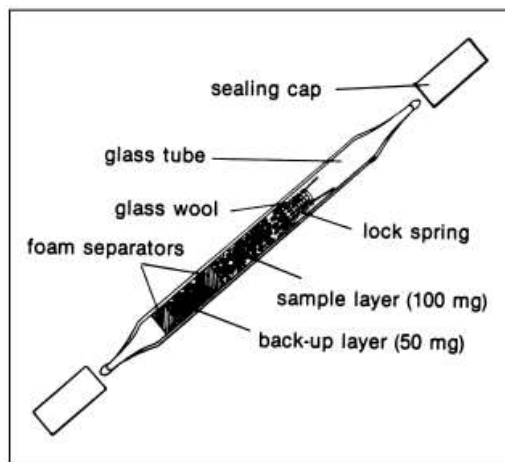
Spillproof midget impingers telah membantu mengurangi masalah ini.

Untuk senyawa gas yang hanya moderat larut atau yang bereaksi perlahan-lahan dengan cairan menyerap, absorber spiral dan bubbler goreng digunakan.

Midget impinger adalah botol cuci gas yang paling sering digunakan. Kolar baju pekerja terpasang pada holster, yang disimpan di dalam impinger (Gambar 5.5). Pekerja mungkin secara tidak sengaja membalikkan impinger selama operasi, menarik cairan menyerap ke dalam pompa sampel. Untuk mencegah hal ini, kereta sampel diikat ke botol kosong atau impinger untuk mengumpulkan cairan yang dibuang.



Gambar 5.5. Pengambilan sampel udara individu memakai impinger midget. (SKC, Inc.)



Gambar 5.6. Tabung karbon aktif standar yang digunakan dalam pengambilan sampel uap organik. (SKC, Inc.)

Pencegahan ini melindungi pompa dari kerusakan, tetapi cairan yang diambil tercemar dan tidak cocok untuk analisis. Spillproof midget impingers telah membantu mengurangi masalah ini.

5.3.2 Absorpsi

Pipa yang diisi dengan gel karbon aktif atau silika sering digunakan untuk sampel udara saat mencari senyawa gas yang tidak larut atau nonreaktif. Untuk ekstraksi dan analisis laboratorium berikutnya, gas atau uap disimpan atau diserap, secara fisik dan kimia tidak rusak, ke permukaan sorbent.

Sorbent padat yang paling populer untuk adsorpsi uap organik adalah karbon aktif. Kopi kelapa adalah yang paling sering digunakan untuk membuat batubara. Karena area permukaan adsorpsi yang besar dan nonpolaritas listriknya, batubara kulit kelapa preferensial menyerap uap organik dibandingkan dengan molekul kutub seperti uap air. Sebuah tabung batubara khas memiliki dua bagian yang masing-masing panjang 7 cm dan lebar 4

mm. Sebuah serat kaca, wol kaca, atau urethane foam plug dan 100 mg batubara keduanya hadir di bagian pertama, sementara 50 mg batubara ada di bagian cadangan (Gambar 5.6). Ada beberapa ukuran yang tersedia.

Batubara aktif memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi, meskipun polutan tertentu selalu melewati lapisan awal. Bagian cadangan menyerap sebagian dari material yang awalnya hilang, meningkatkan efisiensi pengumpulan. Ketika sistem pengumpulan gas atau uap mengalami terobosan, massa gas atau vapor di bagian cadangan lebih besar dari 10% dari massa di bagian depan. Ini menunjukkan bahwa sejumlah besar polutan mungkin tidak ditangkap. Dengan demikian, keaslian konsentrasi komputasi dipertanyakan. Untuk menghindari terobosan, teknik sampling harus menentukan volume sampel maksimum dan tingkat aliran yang diusulkan.

Untuk berbagai jenis uap organik, tabung batubara memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi. Mereka dapat digunakan untuk menguji berbagai jenis uap secara bersamaan. Untuk mengetahui apakah salah satu uap organik yang diuji perlu dikumpulkan secara terpisah atau jika ada batasan pada jumlah uap Organik yang dapat diekstraksi, laboratorium analisis harus dikonsultasikan.

Gas dan uap yang tidak dapat secara efektif diekstrak atau dikumpulkan dari batubara aktif diambil sampel menggunakan tabung gel silika. Mereka dibuat dengan cara yang sama seperti tabung batubara, dengan pengecualian bahwa bahan adsorbent adalah jenis silika amorf. Karena secara elektrik polar dan cenderung menarik molekul polar yang mengganggu seperti uap air, gel silika tidak digunakan secara luas sebagai batubara aktif.

Banyak bahan sorbent padat berlapis kimia telah dikembangkan untuk sampel untuk gas dan uap reaktif yang sulit untuk ditangkap secara efektif oleh batubara atau gel silika.

5.4 Teknik Sampling

Pilihan teknik sampel dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk: tujuan sampel (dokumen paparan, menentukan kepatuhan, dan mengidentifikasi sumber paparan); sifat fisik dan kimia dari bahan kimia; kehadiran bahan kimia lain yang mungkin mengganggu pengumpulan atau analisis kimia; akurasi dan presisi yang dibutuhkan; persyaratan regulasi; portabilitas dan kemudahan penggunaan; biaya; keandalan; dan persyaratannya untuk keakuratan dan ketepatan. Jenis sampel yang diperlukan (personal, grab, integrated, dan/atau in-person) jangka waktu untuk pengambilan sampel

Semua informasi yang diperlukan untuk sampel udara untuk bahan kimia tertentu disediakan oleh teknik sampling standar. NIOSH *Manual of Analytical Methods* dan OSHA *Chemical Sampling Information* CD-ROM keduanya menyediakan proses analisis. Meskipun standar OSHA tidak meresepkan teknik sampel tertentu, mereka menuntut bahwa teknik yang digunakan memiliki tingkat akurasi tertentu dan mapan.

Beberapa laboratorium analisis telah menciptakan protokol mereka sendiri yang setara dengan atau lebih baik dari persyaratan OSHA.

Rekomendasi laboratorium yang dipilih akan menentukan teknik pengambilan sampel yang akan digunakan.

Laboratorium harus diakreditasi oleh AIHA, memiliki kompetensi dengan teknik sampling kebersihan industri, dan berpartisipasi dalam Program Pengujian Analisis Keahlian NIOSH. Organisasi-organisasi ini memantau kinerja laboratorium untuk menjamin akurasi data dan temuan analisis.

Hygienist industri dan laboratorium menerima informasi dari teknik pengambilan sampel asam asetat ini. Prosedur ini membutuhkan tabung yang terbuat dari batubara kulit kelapa (100 mg batubara dengan porsi cadangan 50 mg), kecepatan aliran udara 0,01 hingga 1,0 L/min, dan volume sampel udara 20 hingga

300 L. Untuk menghindari interferensi dengan analisis, tindakan pencegahan termasuk menganalisis sampel dalam waktu tujuh hari dari pengumpulan dan memastikan bahwa asam formik tidak ada di lingkungan yang dievaluasi.

Volume sampel udara yang ditetapkan harus diikuti sebagai kriteria penting. Volume udara terkecil yang diperlukan untuk mempertahankan akurasi analisis dikenal sebagai volume sampel udara minimum. Selain itu, ini memungkinkan laboratorium untuk menganalisis bahan pada konsentrasi yang jauh di bawah batas paparan bahan kimia. Jumlah terkecil dari bahan kimia yang dapat dideteksi oleh laboratorium dikenal sebagai batas deteksi terendah dari metode pengambilan sampel.

5.5 Kalibrasi

Aliran udara yang ditunjukkan dalam prosedur sampel harus dikalibrasi ke dalam pompa aspirasi yang digunakan untuk pengambilan sampel udara. Karena volume sampel udara ditentukan oleh tingkat aliran dan waktu yang berlalu, kalibrasi sangat penting. Kategori dasar dan sekunder dari perangkat kalibrasi ada. Airflow dapat diukur langsung menggunakan peralatan primer. Ini termasuk spirometer dan meter sabun gelembung. Aliran udara diukur secara tidak langsung dengan menggunakan perangkat kalibrasi sekunder, yang harus secara rutin dikalibrasi dengan perangkat Kalibrasi primer. Rotometer, meter tes basah, dan meter tes kering adalah beberapa di antaranya.

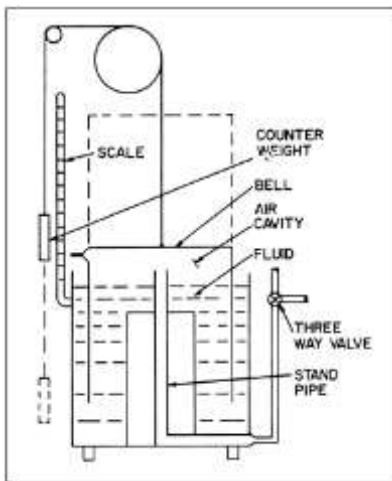
5.5.1 Kalibrasi pertama : spirometer.

Pergerakan udara digunakan oleh spirometer untuk menghitung volume (Gambar 5.7). Ini memiliki bentuk gelombang silinder, mengandung volume udara yang diketahui, dan memiliki ujung terbuka yang tenggelam di bawah segel cair. Udara dipindahkan dan didorong keluar dari silinder melalui peralatan pengambilan sampel udara ketika cairan dilepaskan. Dimensi

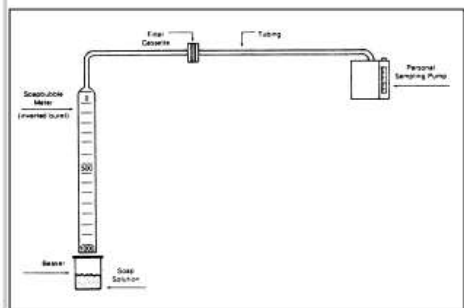
silinder digunakan untuk menghitung volume udara yang dipindahkan.

5.5.2 Kalibrasi pertama : Sabun Bubble Meter.

Pengukur bubuk sabun adalah alat kalibrasi utama yang paling sering digunakan. Ini terdiri dari buret volumetrik terbalik yang terhubung dengan kereta sampel. Karena masing-masing perangkat menghasilkan penurunan tekanan yang berbeda, kereta pengambilan sampel harus berisi jenis alat pengumpulan yang akan digunakan untuk melakukan peminjaman udara. Kalibrasi harus mempertimbangkan bagaimana penurunan tekanan akan mempengaruhi laju aliran pompa sampel.



Gambar 5.7. Skema spirometer
(Powell CH, Hosey AD, eds)



Gambar 5.8. Pengaturan kalibrasi untuk pompa sampling pribadi dengan kaset filter.

Proses umum untuk mengkalibrasi meter gelembung sabun adalah sebagai berikut:

1. Sebelum mengumpulkan perangkat, basahi bagian dalam buret dengan air sabun atau larutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.
2. Berikan pompa sampel lima menit untuk beroperasi. Periksa baterai di pompa sampel. Pompa harus diisi ulang jika baterai rendah. Untuk cara yang benar untuk menguji dan mengisi ulang baterai, lihat instruksi produsen.
3. Menghubungkan buret ke kereta sampel.
4. Untuk membuat gelembung, secara singkat menenggelamkan pembukaan burette dan kemudian menarik dua atau tiga gelombang ke atas panjangnya.
5. Tetapkan tingkat aliran nominal pompa seperti yang diinginkan.
6. Buat gelembung sabun, dan waktu berapa lama yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan melalui volume kalibrasi yang nyaman menggunakan timer. Sebuah burette 1000-mL digunakan untuk pompa volume tinggi, dan lintasan gelembung dari 0 hingga 1000 mL diatur waktu. Penggunaan buret 100 ml diperlukan untuk pompa aliran rendah.
7. Tentukan tingkat aliran. Waktu yang dibutuhkan untuk gelembung untuk bergerak antara dua penanda skala digunakan untuk menghitung tingkat aliran. Misalnya, jika dibutuhkan gelembung 30 s untuk pindah dari titik 0-mL ke titik 1.000-ml, tingkat aliran akan dihitung sebagai berikut:

$$\frac{1,000\text{ mL}}{30\text{ s}} \times \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} = 2,000\text{ mL/min or } 2\text{ L/min}$$

8. Jika kecepatan aliran yang berbeda diinginkan, sesuaikan pompa dan ulangi prosedur.
9. Ulangi keputusan ini setidaknya dua kali. Menghitung rata-rata tingkat aliran

10. Catatlah yang berikut:

- a. Volume yang diukur
- b. Waktu yang berlalu
- c. Suhu Udara
- d. Tekanan Atmosfer
- e. Membuat, model, dan nomor seri pompa sampling
- f. Alat Koleksi yang Digunakan
- g. Nama dan tanggal orang yang melakukan kalibrasi

DAFTAR PUSTAKA

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants*, 9th ed. Cincinnati: ACGIH, 2001.
- ACGIH. *2001 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati: ACGIH, 2001.
- Caravanos J. *Quantitative Industrial Hygiene: A Formula Workbook*. Cincinnati: ACGIH, 1991.
- Clayton GD, Clayton FE, eds. *General Principles*. In Clayton GD, Clayton FE, eds. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, 4th ed., vol. I. New York: Interscience Publishers, 1991.
- Glenn RE, Craft BF. Air sampling and analysis for particulates. In Merchant JA, ed. *Occupational Respiratory Diseases*, DHHS (NIOSH) Pub. No. 86-102. Washington, DC: Superintendent of Documents, GPO, 1986.
- Leidel NA, Busch KA, Lynch JR. *Occupational Exposure Sampling Strategy Manual*, Pub. No. PB-274-792. Springfield, VA: National Technical Information Service (NTIS), 1977.
- McCammon CS, Woebkenberg ML. General considerations for sampling airborne contaminants. In *NIOSH Manual of Analytical Methods*. Cincinnati: NIOSH, 1998 or www.cdc.gov/niosh
- National Institute for Occupational Safety and Health. *Manual of Analytical Methods*, 4th ed. (updated regularly), DHHS (NIOSH) Pub. No. 94-113. Springfield, VA: NTIS, 1994.
- NIOSH. *The Industrial Environment--Its Evaluation and Control*. Washington, DC: GPO, 1973.
- OSHA. OSHA Instruction TED 1.15, *OSHA Technical Manual* (updated regularly). Washington, DC: OSHA, 1995.

- Peach MJ, Carr WG. Air sampling and analysis for gases and vapors.
In Merchant JA, ed. *Occupational Respiratory Diseases*, DHHS
(NIOSH) Pub. No. 86-102. Washington, DC
- Powell CH, Hosey AD, eds. *The Industrial Environment--Its
Evaluation and Control*, 2nd ed. Public Health Service Pub.
No. 614, 1965

BAB 6

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI AGENT

Oleh Nova Oktavia

6.1 Pengertian Agent

Agent merupakan salah satu faktor terjadinya penyakit, agent disebut juga sebagai penyebab dari timbulnya suatu penyakit. Agent penyakit yang bersifat tunggal dan pasti, sering terjadi pada penyakit menular, contoh penyakit Diare yang sangat jelas disebabkan oleh faktor infeksi karena kuman, malabsorpsi dan makanan. Infeksi kuman penyebab diare yang sering terjadi pada Balita yaitu *e.coli*, *salmonella*, *vibrio cholera*. Sedangkan agent penyakit berupa faktor resiko atau faktor-faktor yang menyebabkan seseorang sakit sering terjadi pada penyakit tidak menular dimana agent penyebab penyakit sulit didiagnosis karena harus melalui beberapa pemeriksaan agar diagnosa penyakit dapat ditegakkan seperti penyakit jantung, gagal ginjal, kanker dan lain-lain (Irwan, 2017).

6.2 Faktor Agent

Menurut Irwan (2017), secara umum agent penyebab penyakit menular terdiri dari 3 unsur yaitu agent fisik, kimia dan biologis, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Agent Fisik

Agent fisik merupakan agent yang dapat menyebabkan cedera atau penyakit yang diakibatkan oleh radiasi, kebisingan, suhu dan trauma. Agent fisik dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Trauma

Trauma pada agent fisik adalah segala bentuk kerusakan tubuh, termasuk kecelakaan atau cedera akibat penyerangan. Cedera fisik dapat disebabkan oleh benturan pada tubuh (kecelakaan mobil atau jatuh), pukulan di kepala, panas, dingin, tekanan, getaran, atau efek bahan kimia pada tubuh. Misal terjadi trauma ginjal akibat benturan dari kecelakaan bermotor, terjatuh, atau trauma (memar, terkilir/keseleo) pada saat olahraga. Cedera pada ginjal dapat mengakibatkan hematuria (darah dalam urin) sehingga urin berwarna kemerahan. Cedera pada saat olahraga disebabkan karena tidak melakukan pemanasan secara benar. Jenis cedera sering terjadi pada olahraga patah tulang, robekan tulang rawan, geger otak, dislokasi, tendonitis, kram otot dan lain-lain

b. Radiasi

Adalah energi yang dipancarkan dalam bentuk partikel atau gelombang melalui suatu benda sebagai penghantarnya. Dalam kehidupan sehari-hari kita sering terpapar sumber radiasi yang berasal dari alat rumah tangga seperti alat pemanas makanan; alat komunikasi dan informasi seperti televisi, radio dan *handphone*, lampu penerangan; computer/laptop dan lain-lain.

Pancaran cahaya dari lampu saat tidur di malam hari dapat menghambat terbentuknya melatonin. Melatonin merupakan hormon alami tubuh yang berperan dalam mengatur pola tidur, sehingga pada malam hari sebaiknya meminimalkan penggunaan lampu terutama pada saat tidur (Adrian, 2021)

Radiasi juga dapat ditemukan pada sinar ultra violet, radiasi dari tindakan medis (seperti sinar X atau rontgen), radiasi dari reactor nuklir (orang yang tinggal disekitar pembangkit listrik tenaga nuklir).

c. Kebisingan

Bising merupakan suara yang dihasilkan oleh aktifitas alam seperti gunung meletus dan kegiatan manusia (mendengkur, knalpot motor, alat gergaji besi, dan lain-lain). Sumber kebisingan dapat berasal dari ledakan bom, ledakan akibat adanya kebocoran pipa gas dan lain-lain. Bising merupakan bunyi yang tidak dikehendaki atau dihindari karena dapat menimbulkan ketidaknyamanan. Kebisingan dapat mengganggu pendengaran, jika kita terpapar dalam waktu yang cukup lama dapat mengakibatkan tuli permanen.

Kebisingan juga dapat menyebabkan kecelakaan di lingkungan kerja. Nilai ambang batas tingkat kebisingan yang dianjurkan di tempat kerja yaitu 85 dBA untuk 8 jam kerja sehari. Dampak kebisingan terhadap kesehatan yaitu

1) Gangguan fisiologis

Menurut (Azrin, 2022), paparan kebisingan ditempat kerja dapat meningkatkan denyut jantung dan secara fisiologis dapat meningkatkan tekanan darah. Hasil penelitian (Mukhlis, 2018), didapatkan bahwa terjadi peningkatan tekanan darah sistole, diastole dan denyut nadi sebelum dan setelah terpapar kebisingan ditempat kerja

2) Gangguan Psikologi

Kebisingan dapat menyebabkan gangguan Psikosomatis yaitu penyakit yang berkaitan dengan pemikiran (psikis) yang dapat mempengaruhi kondisi tubuh. Awal mula munculnya gangguan

psikosomatis biasanya dari masalah kesehatan mental yang dialami seseorang seperti rasa takut, stress, depresi atau cemas. Penderita gangguan psikosomatis biasanya akan merasakan sakit atau keluhan pada bagian tertentu tubuhnya, tapi setelah dilakukan pemeriksaan fisik maupun pemeriksaan penunjang tidak ditemukan kelainan

3) Gangguan Keseimbangan

Bising dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan pusing/sakit kepala karena bising dapat merangsang reseptor vestibular dalam telinga yang dapat menimbulkan penyakit vertigo, dimana seseorang merasa melayang atau seperti berada dalam ruang angkasa.

4) Gangguan Komunikasi

Kebisingan dapat menghambat penerima pesan (komunikasikan) menerima informasi dari komunikator pada saat melakukan komunikasi, sehingga informasi yang diterima kurang jelas dan bahkan salah tafsir. Akibat kesalahan mendengar isyarat/symbol/tanda yang diterima dalam kondisi bising dapat menimbulkan bahaya/kecelakaan.

d. Suhu

Agent fisik yang berasal dari suhu lingkungan dapat mempengaruhi organ tubuh. Suhu ekstrim (terlalu dingin atau panas) dapat mengganggu seseorang dalam bekerja sehingga suhu merupakan salah satu jenis bahaya yang berasal dari faktor fisik yang dapat mengakibatkan bahaya pada manusia. Menurut Permenaker Trans No. 13 Tahun 2011 tentang faktor fisik dan Kimia di tempat kerja, suhu yang diperbolehkan adalah 18°C - 30°C. Jika suhu ditempat kerja > 30°C dapat mengganggu kesehatan seperti heat

rash, heat cramp, heat exhaustion, heat stroke (Setyaningsih, 2018). Gangguan suhu pada organ tubuh dapat mengakibatkan:

1) Demam

Adalah pengeluaran panas dari tubuh yang melebihi dari suhu tubuh normal. Seseorang dikatakan demam jika mengalami panas tubuh dengan suhu $\geq 38^{\circ}\text{C}$. Demam merupakan bagian dari proses kekebalan tubuh yang sedang melawan infeksi akibat virus, bakteri atau parasite (Veronica, 2017)

2) *Heat Rash* (miliaria rubra/biang keringat)

Ditandai dengan pinpoint eritema popular yang sering kali disertai dengan rasa gatal dan dapat terjadi erupsi pada daerah yang tertutup pakaian. Biasanya terjadi di daerah pinggang atau daerah yang sering berkeringat seperti wajah, ekstremitas atas dan leher. Salah satu pencegahan yang dapat dilakukan adalah menggunakan pakaian yang longgar

3) *Heat Cramps*

Merupakan salah satu indikasi awal penyakit akibat panas berupa spasme otot sehingga tidak mampu melanjutkan aktivitas dalam waktu yang singkat. Pada pemeriksaan laboratorium ditemukan hyponatremia, hipokloremia, hipokalemia dengan sodium urin yang rendah. Penatalaksanaan heat cramps dengan intake cairan dan elektrolit yang adekuat (Ashar, 2017)

4) *Heat Exhaustion*

Adalah suatu keadaan kelelahan akibat terpapar panas selama berjam-jam yang mengakibatkan banyaknya cairan (keringat) keluar. Tanda dan gejala yang dirasakan penderita yang mengalami

heat exhaustion yaitu kecemasan meningkat serta badan basah kuyup karena keringat; kulit menjadi dingin, pucat dan lembab; penderita menjadi linglung/bingung hingga terkadang pingsan (Ashar, 2017)

5) Heat stroke

Adalah tubuh terpapar panas dalam waktu yang sangat lama, penderita tidak dapat mengeluarkan keringat yang cukup untuk menurunkan suhu tubuhnya. Tanda gejala seseorang terkena heat stroke diantaranya: sakit kepala dan kepala terasa berputar; denyut jantung meningkat (160-180 x/mnt); suhu tubuh meningkat hingga 40°C-41°C tubuh terasa terbakar (Ashar, 2017)

Selain dari penjelasan di atas, agent fisik pada makanan dapat mengakibatkan penyakit yang disebut food borne disease. Salah satu penyebabnya adalah suhu penyimpanan makanan yang tidak baik. Dalam keamanan pangan, kondisi ruangan yang tidak mendukung seperti sirkulasi udara yang kurang baik, temperature ruangan yang panas dan lembab, dapat menyebabkan bahan makanan maupun makanan yang telah diolah menjadi rusak. Kontaminasi makanan oleh faktor fisik dapat di sebabkan karena makanan terkena sinar matahari langsung yang mengakibatkan makanan tersebut berubah warna dan berubah rasa sehingga menimbulkan reaksi alergi pada tubuh manusia (Ramlan, 2018)

2. Agent Kimia

Menurut (Ramlan, 2018), pajanan oleh bahaya kimiawi dapat masuk ke dalam tubuh dengan cara terhirup, tertelan, absorpsi melalui kulit atau dengan mengiritasi kulit. Jika bahan kimia tersebar di udara bebas,

dapat menimbulkan gangguan secara lokal maupun sistemik. Gangguan lokal adalah bahan kimia kontak dengan tubuh seseorang melalui kulit dan selaput lendir yang menimbulkan gejala iritasi mukus dan kanker. Sedangkan gangguan sistemik adalah jika bahan kimia masuk ke dalam peredaran darah.

Pencemaran udara di atmosfer dalam jumlah yang membahayakan (diluar ambang batas) mempunyai efek yang buruk bagi manusia dan lingkungan. Pencemaran udara timbul akibat adanya sumber-sumber pencemaran, baik yang bersifat alami ataupun karena kegiatan manusia seperti gunung meletus dan kebakaran hutan.

Polutan berupa gas dan asap yang mencemari udara dapat berasal dari mesin-mesin pabrik, limbah industri, pembangkit listrik, gunung berapi dan kendaraan bermotor. Beberapa agent kimia yang berpengaruh pada system pernafasan, kulit, selaput lendir dan pembuluh darah diantaranya: CO (karbon monoksida), SO₂ (Sulfur dioksida), NO_x (nitrogen oksida) dan lain-lain

Karbon monoksida(CO) merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau, 80% berasal dari kendaraan bermotor. Efek terpapar CO mengakibatkan pusing, disorientasi, gangguan system syaraf pusat, paru dan jantung. Nitrogen Oksida (NO) merupakan gas beracun, yang berasal dari knalpot kendaraan, emisi dari pembangkit listrik bertenaga batu bara dan peralatan yang menggunakan bahan bakar fosil. Efek terpapar NO dalam jangka pendek dapat mengiritasi pernafasan, mata dan kulit. Sedangkan dampak jangka panjang dapat menyebabkan Asma, mutasi genetic, menurunkan kesuburan wanita dan lain-lain. Agent kimia SO₂ merupakan gas tidak berwarna, iritan kuat yang bersumber dari gunung berapi, pembusukan, batu bara dan

buangan industry. Efek terpapar SO₂ dapat mengakibatkan iritasi kuat terhadap kulit, selaput lendir dan peradangan

Faktor Kimiawi, yang masuk ke dalam tubuh melalui cara tertelan akibat sanitasi yang buruk, seperti buah dan sayur yang terkena paparan pestisida tidak di cuci dengan air mengalir atau sebelum dikonsumsi atau tidak direndam dengan air garam/air cuka/baking soda. Selain pada makanan, peralatan dapur yang mengandung material logam tidak aman digunakan untuk memasak karena menimbulkan racun berbahaya. Untuk menghindari kontaminasi bahan kimia tersebut, gunakan peralatan yang telah memiliki standar food grade.

Menurut (Irwan, 2017), zat-zat yang membahayakan kesehatan yang secara sengaja (karena ketidaktahuan) dimasukkan kedalam makanan, misalnya zat pengawet dan pewarna, ataupun yang secara tidak sengaja dapat merusak organ tubuh manusia. Salah satu bahan makanan yang tidak baik digunakan dan jumlah penggunaannya melebihi batas yang dianjurkan seperti Sakarin, Nitrosamin (sodium nitrit), Monosodium Glutamat (MSG), dan lain-lain.

Sakarin berbentuk bubuk Kristal putih, tidak berbau dan sangat manis, kira-kira 550 kali lebih manis dari pada gula biasa yang digunakan sebagai bahan pengganti gula. Belum banyak penelitian yang membuktikan bahwa sakarin dapat mengakibatkan kanker, namun sakarin dengan kadar gula yang tinggi sebaiknya dihindari agar tidak terjadi obesitas dan penyakit diabetes.

Sodium nitrit atau natrium nitrit merupakan senyawa garam natrium anorganik yang digunakan sebagai antidotum keracunan sianida. Sodium nitrit berbentuk seperti bubuk, butir-butir atau bongkahan dan tidak berbau. Garam ini sangat di gemari, antara lain untuk mempertahankan warna asli daging serta memberikan

aroma yang khas seperti sosis, keju, kornet, dendeng, ham, dan lain-lain. Untuk pembuatan keju di anjurkan supaya kandungan sodium nitrit tidak melampaui 50 ppm, sedangkan bahan pengawet daging dan pemberi aroma yang khas bervariasi antara 150-500 ppm.

Monosodium glutamate (MSG) atau vetsin sering dijadikan sebagai penyedap masakan yang digunakan oleh ibu rumah tangga dalam memasak, makanan ringan yang disukai anak-anak banyak mengandung vetsin. Pada hewan percobaan, MSG dapat menyebabkan degenerasi dan nekrosis sel-sel neutron, degenerasi dan nekrosis sel-sel saraf lapisan dalam retina, menyebabkan mutasi sel, mengakibatkan kanker kolon, hati, ginjal dan otak.

3. Agent Biologi

Menurut (Schwela, 2014), Agen biologis adalah kelompok partikel atau bahan kimia heterogen yang berasal dari mikroba, hewan, atau tumbuhan. Agent biologi tersebut muncul dari berbagai sumber, beberapa di antaranya:

- a. Bagian dari barang-barang yang digunakan sehari
- b. Biasanya berupa bahan yang berbahaya dan butuh penanganan secara khusus
- c. Biasanya ditemukan di lingkungan dalam ruangan

Udara dalam ruangan dapat mengandung berbagai macam kontaminan biologis seperti bakteri, virus, jamur, alergen dari serangga dan bagian serangga, bulu binatang, dan komponen beracun seperti endotoksin dan mikotoksin.

Misalnya, bakteri yang termasuk dalam mikroflora pada kulit manusia normal secara terus menerus menyebar di lingkungan dalam ruangan. Menjadi organisme hidup, agen biologis dapat meningkatkan konsentrasinya di dalam ruangan meskipun sumber aslinya berada di luar ruangan. Di dalam ruangan agent biologis tersebut dapat membentuk spora, metabolisme dan

produk lainnya di ruang yang lebih besar. Sporanya mampu menembus ke dalam bangunan melalui ruang udara atau lubang masuk,

Hal yang relative penting bagi kesehatan individu, agent biologis sebagai sumber alergen di lingkungan dalam ruangan yang masih perlu dikaji kecuali dari tungau debu rumah atau rambut/bulu dari hewan peliharaan. Sementara banyak di antaranya nonpatogen, yang lain menginduksi penyakit melalui infeksi saluran pernapasan atau dengan cara imunologis, seperti alergi.

Kelembaban dan kondisi lembab dapat mengatur kontaminasi biologis lingkungan dalam ruangan. Kondisi lingkungan yang lembab dapat menyebabkan kerusakan pada bahan bangunan dan mendukung pertumbuhan mikroba pada permukaan, sering terlihat seperti jamur . Seseorang yang terpapar agent biologis di ruang yang lembab dapat mengganggu kesehatan dan kesejahteraan penghuninya.

Aspergillus flavus, menghasilkan aflatoksin, karsinogen kuat, dan *Aspergillus versicolor*, yang menghasilkan prekursor aflatoksin. *Aspergillus versicolor* umum berada pada bangunan dengan kelembaban yang buruk

Studi yang dilakukan di berbagai negara, dalam kondisi iklim yang berbeda, dan pada subpopulasi atopik dan nonatopik menunjukkan bahwa seseorang yang tinggal dalam ruangan yang lembab atau berjamur berisiko lebih tinggi terkena:

- a. Gejala Pernapasan;
- b. Rinitis Alergi (Hay Fever);
- c. Infeksi Pernapasan;
- d. Eksaserbasi Asma

Udara dalam ruangan mungkin mengandung agen biologis yang mampu menimbulkan respons alergi. Respon alergi ditandai dengan produksi imunoglobulin (antibodi) spesifik yang disebut IgE.

Alergen dalam ruangan yang sangat umum adalah tungau debu, kecoak, bulu binatang dari hewan peliharaan, dan jamur. Alergen dalam ruangan, kecuali jamur, seringkali hadir dalam konsentrasi yang lebih besar di perumahan daripada di bangunan lain.

Dapat disimpulkan, efek agen infeksius adalah infeksi spesifik, seperti

1. Bakteri: penyakit Legionnaire (pneumonia), *tuberculosis*, *brucellosis*;
2. Virus: Penyakit demam akut (influenza, pilek, cacar air, cacar, campak);
3. Jamur: *Histoplasmosis*, *cryptococcosis*, *coccidioimycosis*;
4. Protozoa: *pneumocystosis*, *acanthamoebiasis*;
5. Mikotoksin: Kanker paru-paru.

Meskipun ada sejumlah sumber potensial agen infeksius di lingkungan dalam ruangan, manusia adalah penyebab utama patogen yang bertanggung jawab atas sebagian besar penyakit akibat virus dan bakteri yang ada di udara. Benda tak hidup juga dapat menjadi perantara agen infeksius, contohnya yaitu bakteri *Legionella pneumophila*, yang menyebar melalui udara dari pendingin udara (AC) yang terkontaminasi dan dapat menimbulkan penyakit Legionnaires.

Menghirup aerosol dari humidifier yang terkontaminasi bakteri gram negatif dan protozoa dapat mengakibatkan demam humidifier. Endotoksin dari *Flavobacterium* dan dari spesies *Pseudomonas* terbukti menjadi agen potensial dari dua wabah demam humidifier.

Tuberkulosis (TB) disebabkan oleh salah satu jenis basil tuberkel pada manusia, sapi, atau unggas, jenis bakterinya yaitu *Mycobacterium tuberculosis*. Jumlah bakteri tuberkulosis dalam ruang umumnya rendah, tetapi karena TB menular, paparan yang

relevan secara klinis mungkin hanya beberapa bakteri. Secara global, TB terus meningkat, terutama di negara berkembang

Kanker paru-paru melalui paparan di lingkungan dalam ruangan dapat disebabkan oleh mikotoksin karsinogenik, metabolic sekunder yang dihasilkan oleh miselium jamur dan spora. Jenis penyakit paru lainnya yang dimediasi secara imunologis adalah pneumonitis hipersensitivitas. Ini secara akut ditandai dengan gejala mirip flu, termasuk demam, batuk, dan menggigil, tetapi dalam keadaan kronis dapat menyebabkan penurunan fungsi paru yang lambat dan progresif.

Selain penjelasan di atas, faktor biologis yang disebabkan oleh bakteri atau mikroorganisme patogen dan virus dapat terjadi akibat terbawa dalam bahan makanan maupun akibat proses pengolahan makanan yang tidak higienis. Beberapa mikroorganisme patogen yang disebabkan kontaminasi makanan dari faktor biologi diantaranya (Ramlan & Sumihardi, 2018):

1. *Staphylococcus aureus*

Makanan biasanya tercemar terutama karena pengolahan makanan yang buruk seperti dengan tangan, tidak dimasak dengan sempurna atau karena proses pemanasan atau penyimpanan yang kurang baik. Gejala yang timbul jika terpapar bakteri ini yaitu kejang-kejang, mual dan muntah, lemas tak berdaya dan sering disertai dengan diare kadang-kadang disertai suhu tubuh di bawah normal dan tekanan darah rendah, namun kematian jarang sekali terjadi. Masa inkubasi *staphylococcus aureus* adalah 1 – 6 jam. Pencegahan bakteri mikroorganisme ini dengan perhatikan personal hygiene dan sanitasi praktek yg baik, tangani makanan dengan benar, dan jangan mengizinkan karyawan yg sakit untuk menangani makanan

2. *Escherichia coli*

Sumber dan cara penularan bakteri ini melalui makanan, minuman dan daging sapi terutama bagian dalam yang terkontaminasi *E. Coli* dan tdk dimasak dgn menggunakan suhu tinggi atau memasaknya tdk cukup lama. Gejala yang muncul jika terpapar bakteri ini yaitumual, muntah, diare, kejang perut, keringat dingin, sakit kepala. Masa inkubasi bakteri *E.Coli* adalah 5 – 48 jam. Pencegahan agar terhindar dari bakteri ini adalah makanan harus dimasak secara menyeluruh, terutama daging giling, dan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik.

3. *Salmonella*

Sumber dan cara penularan salmonella melalui makanan laut, daging, unggas, susu dan telur yang terkontaminasi. Gejala klinis dari bakteri ini yaitu mual, muntah, diare, demam, lemah, sakit perut. Masa inkubasi salmonella adalah 8 – 48 jam. Pencegahan yang dilakukan agar terhindar dari bakteri ini yaitu melakukan praktik kebersihan pribadi dan sanitasi yang baik, serta menyimpan dan memasak makanan (terutama ayam dan telur) dengan benar.

Salah satu contoh sumber cemaran bakteri salmonella yaitu produk unggas yang berasal dari telur. Cemaran *Salmonella* pada telur dapat berasal dari kotoran ayam dalam kloaka atau dalam kandang. Secara alami, cangkang telur merupakan pencegah yang baik thdp cemaran mikroba. misalnya kotoran unggas masih menempel pada cangkang telur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, K. 2021. *Ketahui Bahaya Lampu Tidur Bagi Kesehatan*. alodokter.com.
- Ashar, T. S. 2017. Penyakit Akibat Panas. *Medula*, 7((5)), 219-223.
- Azrin, M. S. 2022. Effects of Noise Hazards towards Physiology Especially Heart. *Iran J Public Health*, 51, 1706-1717.
- Irwan. 2017. *Epidemiologi Penyakit Menular*. Yogyakarta: CV Absolute Media.
- Mukhlis, W. S. 2018. Pengaruh Kebisingan Terhadap Tekanan Darah dan Nadi pada Pekerja. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17((2)), 112-118.
- Ramlan, J. S. 2018. *Sanitasi Industri dan K3 (Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan)*. Jakarta: Kemenkes R.I: BPPSDMK.
- Schwela, D. 2014. Encyclopedia of Toxicology. *Sciencedirect*.
- Setyaningsih, Y. 2018. *Buku Ajar Higiene Lingkungan Industri*. Semarang: FKM Undip Press.
- Veronica, D. 2017. *Proses Terjadinya Demam*. Jakarta: alodokter.com [Kemenkes].

BAB 7

PATOGENESIS KEJADIAN PENYAKIT

Oleh Elsa Yuniarti

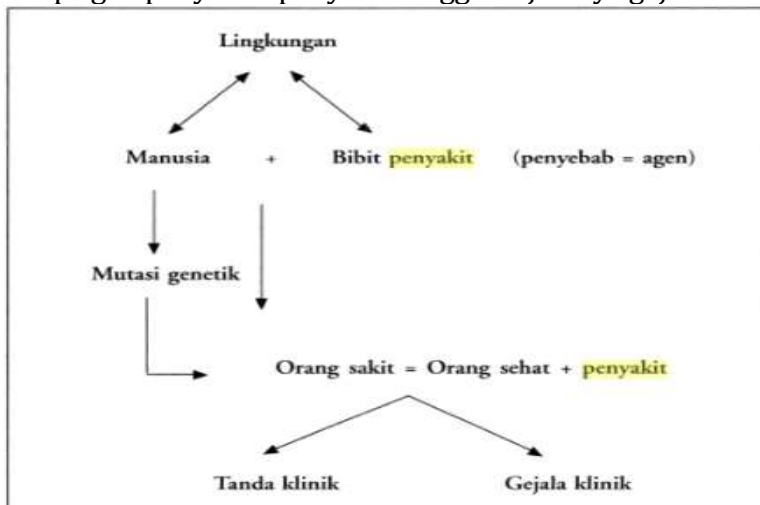
7.1 Pendahuluan

Masalah fungsi biologis yang mengurangi kapasitas tubuh dalam dunia kedokteran disebut sebagai penyakit. Ketika keseimbangan alami tubuh tidak dapat dipertahankan, maka penyakit akan berkembang. Gagasan bahwa penyakit melibatkan proses kehidupan normal seseorang dan sangat penting untuk memahami konsep penyakit. Penyakit adalah kumpulan dari proses fisiologis yang berubah, Sebagian besar penyakit akan berkembang sesuai dengan pola gejala yang khas agar dapat ditangani secara efektif. Beberapa penyakit dapat diobati sedikit atau cepat sembuh sendiri (self-limiting). Tanpa intervensi yang lebih parsial, kondisi ini menjadi kronis dan tidak pernah sepenuhnya sembuh (Nadya, 2013).

Stressor seperti pergeseran dalam kehidupan seseorang, akan menyebabkan penyakit bermanifestasi. Salah satu dari dua mekanisme adaptasi yang berhasil atau kegagalan untuk beradaptasi dapat menyebabkan stresor. Stresor fisik dapat memicu reaksi berbahaya yang mengakibatkan penyakit atau banyak tanda dan gejala yang dapat dikenali. Contohnya paparan bahan kimia. Respons maladaptif dapat terjadi akibat stres psikologis seperti kehilangan orang yang dicintai atau situasi lain yang dapat menyebabkan masalah kejiwaan. Beberapa penyakit kronis rentan kambuh akibat sindrom ini. Patogenesis merupakan istilah yang diberikan untuk proses perkembangan penyakit. Kapasitas untuk menyebabkan penyakit dengan manifestasi klinis mencolok dikenal sebagai patogenesis (Darmawan, 2016).

7.2 Definisi Patogenesis

Patogenesis adalah ilmu yang mempelajari proses biologis yang terlibat dalam terjadinya penyakit dalam tubuh manusia. Memahami patogenesis penting untuk mengidentifikasi penyebab, perkembangan, dan manifestasi penyakit, sehingga dapat membantu dalam diagnosis, pengobatan, dan pencegahan penyakit. Patogenesis merupakan waktu antara ketika suatu penyakit pertama kali bermanifestasi pada seseorang dan ketika gejala selanjutnya mulai muncul. Kemungkinan bahwa kondisi tersebut dapat sembuh, menjadi kronis, atau disembuhkan dengan meninggalkan efek samping atau kematian dapat diketahui dari tanda-tanda ini (Yusnita, dkk. 2022). Patogenesis melibatkan serangkaian langkah yang kompleks, dimulai dari paparan terhadap agen penyebab penyakit hingga terjadinya gejala klinis.



Gambar 7.3. Teori patogenesis penyakit
(Sumber :Hardjodisastro, 2006)

7.2.1 Tahapan umum patogenesis

Berikut adalah tahapan umum yang terlibat dalam patogenesis:

1. Paparan terhadap agen penyebab: Patogenesis dimulai ketika seseorang terpapar oleh agen penyebab penyakit. Agen penyebab ini dapat berupa bakteri, virus, jamur, parasit, atau faktor lingkungan seperti radiasi atau bahan kimia beracun. Paparan ini bisa terjadi melalui udara, air, makanan, kontak langsung, atau vektor seperti nyamuk atau tikus.
2. Penetrasi dan invasi: Setelah paparan, agen penyebab penyakit harus dapat menembus sistem pertahanan tubuh manusia dan menginfeksi jaringan atau organ target. Mereka menggunakan berbagai mekanisme seperti produksi enzim, penempelan pada sel inang, atau penembusan melalui luka atau membran mukosa.
3. Reproduksi dan pertumbuhan: Setelah berhasil menembus jaringan inang, agen penyebab penyakit mulai bereproduksi dan berkembang biak di dalam tubuh. Mereka menggunakan sumber daya tubuh untuk bertahan hidup dan menghasilkan potensi patogeniknya. Selama tahap ini, agen penyebab penyakit dapat merusak sel-sel inang, merusak jaringan, atau menghasilkan racun yang merugikan.
4. Respon imun: Tubuh manusia memiliki sistem kekebalan yang kompleks yang berperan dalam melawan agen penyebab penyakit. Setelah terdeteksi, sistem kekebalan akan merespons dengan memobilisasi sel-sel imun, seperti makrofag, limfosit, dan antibodi, untuk melawan infeksi. Respon imun ini melibatkan peradangan, produksi zat kimia seperti sitokin, dan proses koagulasi untuk membatasi penyebaran agen penyebab penyakit.
5. Kerusakan jaringan dan gejala klinis: Selama pertempuran antara agen penyebab penyakit dan sistem kekebalan tubuh,

kerusakan jaringan dapat terjadi. Kerusakan ini dapat menghasilkan gejala klinis yang beragam, tergantung pada organ atau sistem yang terlibat. Gejala dapat berupa demam, nyeri, pembengkakan, ruam kulit, batuk, pilek, diare, atau gangguan fungsi organ.

6. Penyembuhan atau komplikasi: Setelah fase akut penyakit, tubuh manusia berusaha untuk penyembuhan dan pemulihan. Dalam banyak kasus, sistem kekebalan tubuh mampu mengatasi infeksi dan memulihkan kesehatan. Namun, dalam beberapa situasi, penyakit dapat menyebabkan komplikasi yang lebih serius, seperti infeksi sekunder, kerusakan permanen pada jaringan, atau gangguan sistemik.

7.3 Definisi penyakit

Penyakit merupakan kondisi atau gangguan yang mempengaruhi kesehatan dan fungsi tubuh manusia. Penyakit dapat berasal dari berbagai faktor, termasuk infeksi oleh mikroorganisme, keturunan genetik, faktor lingkungan, pola hidup yang kurang sehat, atau gabungan dari faktor diatas. Memahami penyakit dan dampaknya pada kesehatan manusia sangat penting dalam upaya pencegahan, diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan kesehatan secara keseluruhan (Aysanti, *dkk.* 2023).

7.3.1 Jenis-jenis Penyakit

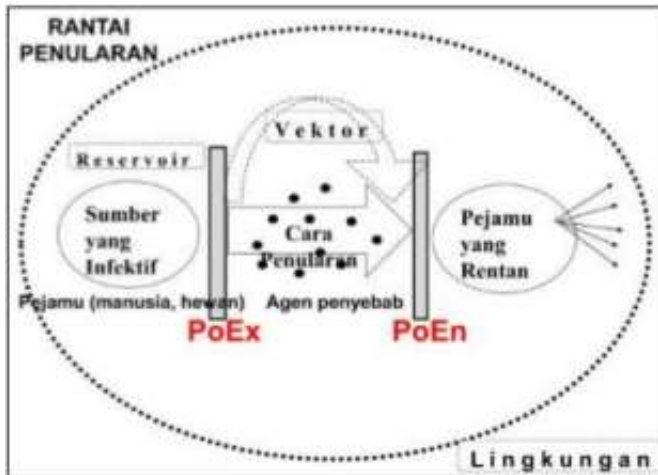
1. Penyakit menular: Kondisi ini disebabkan oleh mikroorganisme termasuk bakteri, virus, jamur, atau parasit ke dalam tubuh manusia. Contoh penyakit menular meliputi influenza, tuberkulosis, malaria, infeksi saluran kemih, atau infeksi menular seksual.
2. Penyakit kardiovaskular: Kondisi ini mempengaruhi pembuluh darah dan jantung. Gagal jantung, penyakit arteri perifer, penyakit jantung koroner, serangan jantung, dan stroke adalah contoh penyakit kardiovaskular.

3. Penyakit Pernafasan: Merupakan penyakit yang mempengaruhi sistem pernapasan manusia. Beberapa contoh penyakit pernapasan adalah pneumonia, bronkitis, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), dan asma.
4. Penyakit Metabolik: Penyakit metabolik melibatkan gangguan dalam proses metabolisme tubuh manusia, seperti diabetes melitus, obesitas, hipertensi, dan penyakit hati.
5. Gangguan autoimun: Pada gangguan autoimun, sel-sel sehat tubuh sendiri diserang oleh sistem kekebalan tubuh. Lupus, rheumatoid arthritis, penyakit celiac, dan multiple sclerosis adalah beberapa contoh penyakit autoimun.
6. Kanker: Kanker terjadi ketika tumor terbentuk sebagai akibat dari sel-sel tubuh yang tumbuh di luar kendali. Kanker payudara, kanker paru-paru, kanker prostat, dan kanker kulit adalah bentuk umum dari penyakit ini (Warganegara and Nur, 2016).

7.3.2 Daur Penularan Penyakit

Ketika patogen atau agen yang didistribusikan oleh salah satu mekanisme penularan keluar dari reservoir melalui portal keluar, siklus penularan penyakit dimulai. Jika inang dalam keadaan rentan, patogen atau agen penyebab penyakit memasuki tubuh melalui portal masuk dan menginfeksi inang. Rantai agen etiologi, sering dikenal sebagai patogen, termasuk bakteri, virus, cacing, bahan kimia, zat yang berasal dari hewan atau tumbuhan, serta agen penyebab penyakit tambahan. Lingkungan atau habitat di mana penyakit atau agen infeksi berkembang biak dengan cepat disebut sebagai sumber atau reservoir. Reservoir berisi informasi tentang manusia, hewan, dan lingkungan. Agen atau patogen menggunakan mode transmisi langsung atau tidak langsung untuk mencapai inang yang rentan setelah meninggalkan reservoir. Manusia atau hewan biasanya membentuk rantai terakhir yang

merupakan inang yang paling rentan. Jika mikroorganisme dapat menembus tubuh inang, penyakit akan mengikuti, terutama jika inang telah menurun atau kehilangan imunitas tubuh (Timmreck, 1997). Berikut adalah rantai penularan dalam skema:



Gambar 7.4. Rantai penularan penyakit
(Sumber : Sumampouw, 2012)

7.3.3 Dampak Penyakit pada Kesehatan Manusia

Penyakit dapat memiliki dampak serius pada kesehatan manusia dan mempengaruhi kualitas hidup secara keseluruhan. Dampak yang mungkin terjadi meliputi:

1. Gejala dan Ketidaknyamanan: Penyakit dapat menyebabkan gejala dan ketidaknyamanan seperti demam, nyeri, mual, kelelahan, kesulitan bernapas, atau gangguan pencernaan (Mardalena, 2018).
2. Penurunan Fungsi Tubuh: Penyakit serius dapat mempengaruhi fungsi organ tubuh dan mengganggu kinerja sistem tubuh, seperti sistem pernapasan, pencernaan, kardiovaskular, atau sistem saraf.

3. **Komplikasi dan Kerusakan Jangka Panjang:** Beberapa penyakit dapat menyebabkan komplikasi serius atau kerusakan permanen pada organ atau jaringan. Misalnya, diabetes dapat menyebabkan kerusakan ginjal, gangguan penglihatan, atau amputasi ekstremitas.
4. **Keterbatasan Aktivitas Sehari-hari:** Penyakit yang parah atau kronis dapat membatasi kemampuan seseorang untuk menjalani aktivitas sehari-hari, bekerja, atau berpartisipasi dalam kegiatan sosial.
5. **Mortalitas:** Beberapa penyakit, terutama yang serius atau tidak terdiagnosis, dapat mengakibatkan kematian.

7.3.4 Pencegahan, Diagnosa, dan Pengobatan Penyakit

Untuk mempertahankan kesehatan dan kualitas hidup, kegiatan pencegahan, diagnosis, dan pengobatan penyakit sangat penting (Etika, 2007). Makan makanan bergizi, berolahraga secara teratur, menghindari kebiasaan merokok, menjaga kebersihan diri, vaksinasi ialah langkah-langkah pencegahan penyakit. Diagnosis penyakit melibatkan evaluasi gejala, pemeriksaan fisik, tes laboratorium, pencitraan medis, dan penggunaan teknologi medis yang canggih. Setelah diagnosis, pengobatan penyakit dilakukan berdasarkan jenis, tingkat keparahan, dan karakteristik individu. Pengobatan dapat melibatkan penggunaan obat-obatan, terapi fisik, perubahan gaya hidup, pembedahan, atau kombinasi dari beberapa metode tersebut. Dalam menjaga kesehatan dan mencegah penyakit, penting untuk berkonsultasi dengan tenaga medis yang berkompeten dan mengikuti panduan medis yang diberikan. Memahami jenis-jenis penyakit, dampaknya pada tubuh, dan langkah-langkah pencegahan yang diperlukan akan membantu dalam mempertahankan kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup.

7.4 Patogenesis Kejadian Penyakit

Proses terjadinya penyakit, juga dikenal sebagai patogenesis penyakit yakni interaksi orang dan perilaku mereka dengan faktor lingkungan yang dapat menimbulkan risiko penyakit. Kita dapat mengidentifikasi simpul etiologi penyakit mana yang perlu dicegah dengan menganalisisnya. Studi tentang patogenesis penyakit, sering dikenal sebagai kejadian penyakit atau patogenesis penyakit yang termasuk salah satu aplikasi dari pemahaman ekologi manusia. Ilmu kesehatan lingkungan menyelidiki interaksi antara berbagai faktor populasi, seperti perilaku, pendidikan, dan usia, dan elemen lingkungan yang dapat memberikan risiko penyakit. Mengenai hubungan ini, variabel yang berkontribusi terhadap lingkungan sering memiliki penyakit di dalamnya atau memiliki kapasitas untuk melakukannya (Ikhtiar, 2017).

Memahami patogenesis penting untuk pengembangan strategi pencegahan dan pengobatan penyakit. Dengan mengetahui tahapan-tahapan dan mekanisme yang terlibat, peneliti dan praktisi medis dapat mengidentifikasi target yang efektif untuk intervensi yang dapat menghentikan atau memperlambat proses patogenesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aysanti, dkk. 2023. *Epidemiologi Dasar*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Darmawan, A. 2016. 'Pedoman Epidemiologi Penyakit Menular dan Tidak Menular', *Jmj*, 4(2), 195–202. <https://doi.org/10.22437/jmj.v4i2.3593>.
- Etika, S. A. 2007. *Hukum kesehatan*. Makasar: Hasanuddin University.
- Hardjodisasastro. 2006. *Menuju seni ilmu kedokteran*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Ikhtiar, Muhammad. 2017. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Makassar: CV. Social Politic Genius (SIGn)
- Mardalena. 2018. *Asuhan Keperawatan Pada Pasien Dengan Gangguan Sistem Pencernaan*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Nadya. 2013. "Konsep Sehat Dan Sakit." 4 Januari 2013. <https://uin-alauddin.ac.id/tulisan/detail/konsep-sehat-dan-sakit>
- Sumampouw, Jufri Oksfriani. 2012. "Outline Buku Ajar." Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado: 1–250.
- Timmreck, T.C. 1997. *An Introduction to Epidemiology Second Edition*. Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Warganegara, E. and Nur, nida nabilah. 2016. 'Faktor Risiko Perilaku Penyakit Tidak Menular', *Majority*, 5(2), pp. 88–94. <http://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/1082>.
- Yusnita, dkk. 2022. *Dasar-Dasar Epidemiologi*. Padang: Pt Global Eksekutif Teknologi.

BAB 8

DASAR SISTEM KOMUNITAS DAN PENYAKIT

Oleh Desif Upix Usmaningrum

8.1 Pengantar

Kesehatan merupakan aspek essensial kehidupan manusia, sekaligus menjadi landasan untuk individu mampu menjalankan kehidupan produktif, secara sosial maupun ekonomi. Hal tersebut sejalan dengan konsep kesehatan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, dimana konsep sehat tidak hanya dititikberatkan pada aspek fisik semata tetapi juga aspek psikis, spiritual, serta sosial, ekonomi.

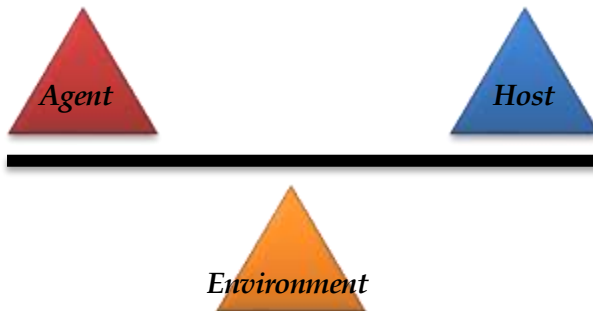
Terwujudnya kesehatan merupakan manifestasi dari berbagai aspek. Permasalahan kesehatan yang ditimbulkan pun multikausal, sehingga harus diselesaikan oleh multidisiplin ilmu kepakaran (Irwan, 2018). Konsep tersebut sejalan dengan teori Hendrik L. Bloom (1974) dalam (Azwar, 1992) yang menyatakan bahwa derajat kesehatan masyarakat tidak bergantung pada kualitas pelayanan kesehatan semata tetapi ditunjang dengan faktor lain, yaitu lingkungan, perilaku dan genetika.

Transisi epidemiologi dalam konsep kesehatan pun menjadi jembatan guna menguatkan peran dan partisipasi individu dalam komunitas untuk bersama meningkatkan derajat kesehatan. Hal tersebut digiatkan melalui penguatan upaya kesehatan dan pemberdayaan masyarakat guna mencegah terjadinya penyakit sekaligus meningkatkan derajat kesehatan masyarakat (Rachmat, 2018).

8.2 Penyebaran Penyakit

Penyakit menjadi salah satu permasalahan kesehatan yang terjadi karena ketidakseimbangan atau penyimpangan keadaan normal, baik secara struktur maupun fungsi anatomi fisiologi tubuh. Permasalahan kesehatan terjadi secara multikausal, sehingga perlu melibatkan multidisiplin ilmu dalam merumuskan solusi penyelesaiannya (Nangi *et al*, 2019) .

Trias epidemiologi menjadi konsep dasar epidemiologi yang menggambarkan hubungan faktor utama terjadinya permasalahan kesehatan, yaitu *host* (pejamu), *agent* (penyebab), dan *environment* (lingkungan) (Irwan, 2017).



Gambar 8.1. Interaksi seimbang *host*, *agent*, dan *environment*.

Penyakit tropis diidentikkan dengan cara hidup tidak sehat, *hygiene* diri dan sanitasi lingkungan yang buruk, serta penyakit menular yang umumnya terjadi di kawasan iklim tropis sekitar garis khatulistiwa. Dalam perjalanannya, penyakit tropis sangat berpotensi menjadi wabah dengan tingkat penularan cepat, bahkan terkadang meningkatkan angka kematian (Ruminem *et al*, 2020).

Penanggulangan dan pengendalian penyakit tropik bukan sekedar tanggung jawab individu tetapi komunitas pun memiliki tanggung jawab yang sama untuk secara bersama berkesinambungan menyeimbangkan interaksi *agent*, *host*, dan *environment*. Upaya pencegahan juga dapat dilakukan dengan

penerapan dan pembentukan perilaku sehat, meminimalisasi faktor risiko guna memutus rantai penularan penyakit, serta perbaikan kualitas lingkungan dan pengendalian vektor (Saputra *et al.*, 2023).

8.3 Epidemiologi dan Surveilans

Epidemiologi menjadi rambu yang digunakan untuk dapat menerjemahkan permasalahan kesehatan masyarakat beserta distribusi, frekuensi, dan determinan dalam kelompok, komunitas, atau populasi. Penerapan epidemiologi dalam konsep penyakit tropis mengantarkan pada jawaban atas pertanyaan siapa yang terkena (*who*), dimana (*where*), kapan (*when*), mengapa (*why*), dan bagaimana (*how*) (Murti, 2022). Sebagai tindak lanjut, upaya surveilans dilakukan secara sistematis dan terus menerus guna menggali informasi epidemiologi terkait permasalahan kesehatan. Kegiatan surveilans dilakukan sejak proses pencatatan/perekaman kasus, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta interpretasi data (Arwanti *et al.*, 2017).

Surveilans menjadi bagian tak terpisahkan dalam konsep epidemiologi, sekaligus menjadi titik tolak keberhasilan epidemiologi dalam mencegah, menanggulangi, dan mengendalikan permasalahan kesehatan masyarakat. Kegiatan surveilans yang berlangsung secara sistematis, cepat, tepat dan akurat bertujuan untuk menjelaskan (*Explanation*), memprediksi (*Prediction*), dan mengendalikan (*Control*) fenomena kesehatan masyarakat.

Berdasarkan bentuk penyelenggaraan surveilans epidemiologi terdiri dari (Priatna *et al.*, 2021):

1. Surveilans berbasis indikator

Kegiatan ini dilakukan guna memberikan gambaran penyakit, faktor risiko, dan masalah kesehatan atau masalah yang berdampak terhadap kesehatan dengan menggunakan sumber

data terstruktur. Contoh : Surveilans AFP, campak, diare, DBD, TB, kusta, dll.

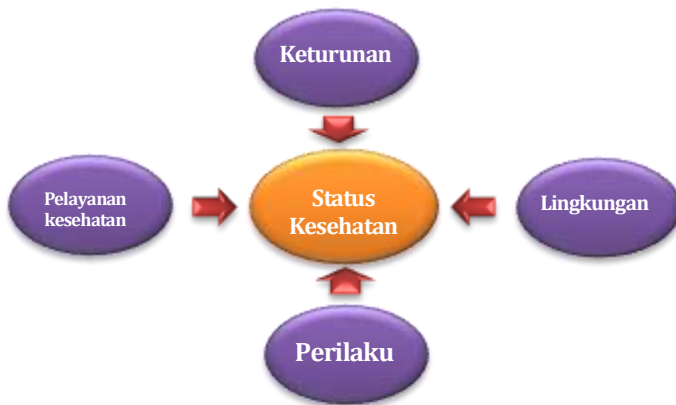
2. Surveilans berbasis kejadian

Kegiatan dilakukan guna menangkap dan memberikan informasi secara cepat dan tepat tentang penyakit, faktor risiko, dan masalah kesehatan lain dengan menggunakan data yang terstruktur. Contoh : Keracunan pangan.

8.4 Kesehatan Masyarakat dan Promosi Kesehatan

Kesehatan masyarakat merupakan ilmu dan seni yang berpadu guna mencegah penyakit, memperpanjang usia hidup, meningkatkan kesehatan fisik dan mental, serta meningkatkan pengorganisasian masyarakat (Cholifah *et al*, 2019). Konsep kesehatan masyarakat diselenggarakan bagi semua kalangan masyarakat, baik sehat maupun sakit, dengan tingkat risiko masing – masing.

Teori klasik H.L. Bloom (1974) menjabarkan bahwa terdapat 4 determinan utama yang mempengaruhi derajat kesehatan, baik individu, keluarga, komunitas, atau masyarakat, digambarkan sebagai berikut:



Gambar 8.2. Teori H.L. Bloom (1974)

Berdasarkan teori Bloom, diketahui bahwa 4 determinan kesehatan tersebut saling mempengaruhi, baik menuju arah status kesehatan positif maupun negatif bagi individu, bahkan masyarakat. Menurut teori H.L. Bloom, derajat kesehatan ditentukan oleh 40% faktor lingkungan, 30% faktor perilaku, 20% faktor pelayanan kesehatan, dan 10% faktor genetik (keturunan).

8.4.1 Ruang Lingkup Kesehatan Masyarakat

Kesehatan masyarakat merupakan lingkup kegiatan yang dilaksanakan secara terpadu, menyeluruh, berkesinambungan oleh praktisi kesehatan maupun masyarakat (Indonesia, 2009), meliputi:

1. Promotif

Promotif merupakan upaya pelayanan kesehatan guna meningkatkan serta mengoptimalkan derajat kesehatan, melalui upaya peningkatan pengetahuan masyarakat. Upaya ini sejalan dengan konsep paradigma sehat yang menitikberatkan penggiat kesehatan terfokus bagaimana mengelola orang sehat tetap sehat dan orang sakit berangsur menjadi sehat.

2. Preventif

Preventif merupakan upaya pencegahan terjadinya penyakit.

Menurut Leavel dan Clark, terdapat 5 tingkatan pencegahan, yaitu:

- a. Level 1 *Health Promotion* (Promosi Kesehatan)
- b. Level 2 *Spesific Protection* (Perlindungan Khusus)
- c. Level 3 *Early Diagnosis and Prompt Treatment*
(Penegakkan diagnosis dini dan pengobatan secara tepat)
- d. Level 4 *Disability Limitation* (Pembatasan Kecacatan)
- e. Level 5 *Rehabilitation* (Rehabilitasi)

Konsep pencegahan dilakukan dengan mengidentifikasi kelompok berisiko pada masing – masing permasalahan kesehatan hingga kemudian menganalisis dan mengeliminasi potensi risiko tersebut.

3. Kuratif

Kuratif merupakan upaya kesehatan terkait pengobatan kepada orang sakit agar sembuh dan penyakit tidak semakin parah. Pengobatan dilakukan oleh ahli sesuai kewenangan profesi.

4. Rehabilitatif

Rehabilitatif merupakan upaya kesehatan guna pemeliharaan dan pemulihan kondisi pasca sakit agar tidak cacat.

8.4.2 Promosi Kesehatan

Promosi kesehatan didefinisikan sebagai segala bentuk upaya yang dilakukan guna meningkatkan kemampuan individu atau masyarakat melalui pembelajaran mandiri dari, oleh, dan untuk masyarakat agar mampu menolong kesehatan diri sendiri, serta mengembangkan kegiatan bersumberdaya masyarakat sesuai dengan kultur budaya setempat dan didukung dengan kebijakan publik yang berwawasan kesehatan (Kemenkes, 2011). Sinergi inilah yang diperlukan dimana penguatan konsep promosi kesehatan pada akar rumput masyarakat diharapkan mampu secara signifikan meningkatkan status kesehatan pada masyarakat, termasuk terbentuknya sistem kekebalan komunitas dalam menangkal segala bentuk permasalahan kesehatan.

Penyelenggaraan promosi kesehatan dalam kesehatan masyarakat memuat tiga komponen, yaitu (Tannahill, 2008):

1. Pendidikan Kesehatan (*Health Education*)

Pendidikan kesehatan dirancang berdasarkan pengalaman guna mempengaruhi, mengaktifkan, dan memperkuat perilaku kesehatan individu secara sukarela, sehingga memungkinkan individu, keluarga, dan komunitas untuk menentukan keputusan berdasarkan informasi dan praktik kesehatan.

2. Pencegahan Penyakit (*Disease Prevention*)

Pencegahan penyakit dilakukan melalui serangkaian kegiatan yang terpadu, terintegrasi, dan berkesinambungan guna menghindari dan mengurangi risiko dan dampak buruk penyakit. Upaya pencegahan dilakukan secara spesifik untuk mengantisipasi munculnya penyakit tertentu, sehingga angka insidensi dan prevalensi penyakit pada populasi dapat ditekan.

3. Perlindungan Kesehatan (*Health Protection*)

Perlindungan kesehatan berfungsi untuk mengurangi kerentanan individu atau komunitas terjangkit penyakit atau permasalahan kesehatan lain. Pada era kesehatan masyarakat modern, konsep perlindungan kesehatan terfokus pada pencegahan dan pengendalian infeksi penyakit serta perlindungan paparan radiasi, bahan kimia, dan bahan pencemar lingkungan lain.

Aspek perilaku dalam konsep promosi kesehatan pada masyarakat merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh individu maupun kelompok masyarakat hingga menghasilkan aktivitas positif yang mendukung perbaikan status kesehatan (Notoatmodjo, 2011). Sejalan dengan teori H.L. Bloom, terbentuknya perilaku pada individu atau komunitas dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genetik. Lingkungan merupakan lahan perkembangan dan proses terbentuknya perilaku, sedangkan

genetik/herediter menjadi konsep dasar perkembangan perilaku tersebut.

Menurut Benyamin Bloom (1908) dalam (Anggraeni, 2018), proses pembentukan perilaku terbagi dalam 3 domain, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Teori tersebut menjadi dasar guna modifikasi pengukuran hasil pendidikan kesehatan dalam upaya pembangunan kesehatan masyarakat, yaitu:

1. Pengetahuan (*Knowledge*)

Pengetahuan didefinisikan sebagai hasil dari tahu setelah individu melakukan penginderaan terhadap suatu objek (Maulana, 2009). Pengetahuan menjadi bagian dari aspek kognitif memiliki 6 tingkatan, yaitu:

- a. Tahu (*Know*), mengindikasikan kemampuan individu dalam mengingat materi yang telah dipelajari. Tahapan ini merupakan tingkat pengetahuan paling rendah.
- b. Memahami (*Comprehension*), didefinisikan sebagai kemampuan untuk menjelaskan objek dan menginterpretasikan materi secara benar.
- c. Aplikasi (*Application*), mengindikasikan kemampuan memanfaatkan materi yang dipelajari dalam realita.
- d. Analisis (*Analysis*), menjadi tolak ukur kemampuan untuk menjelaskan objek ke dalam komponen – komponen yang masih berkaitan satu sama lain.
- e. Sintesis (*Synthesis*), merujuk pada kemampuan untuk meletakkan atau menghubungkan objek dalam bentuk baru.
- f. Evaluasi (*Evaluation*), terkait dengan kemampuan justifikasi terhadap objek.

Pengetahuan ini menjadi dasar pembentukan sikap dan tindakan individu.

2. Sikap

Sikap merupakan kesiapan reaksi terhadap objek atau stimulus sosial dan bersifat emosional (Maulana, 2009).

3. Tindakan

Tindakan menjadi rumusan sikap yang didukung dengan faktor pemungkin.

Keterkaitan tersebut yang menguatkan teori diperlukannya strategi promosi kesehatan dalam konsep pembangunan kesehatan masyarakat. Menurut Syafruddin dan Theresia (2009) dalam kesehatan masyarakat diselenggarakan dengan menerapkan prinsip berikut:

- a. Keluarga merupakan unit terkecil pelayanan kesehatan
- b. Sasaran pelayanan kesehatan meliputi individu, keluarga, kelompok, dan masyarakat
- c. Pelayanan kesehatan bekerja dengan mengikutsertakan individu, keluarga, kelompok, dan masyarakat dalam penanggulangan masalah kesehatan masyarakat
- d. Dasar pelaksanaan perawatan kesehatan masyarakat menggunakan metode pemecahan masalah dalam pelayanan kesehatan
- e. Kegiatan utama pelayanan kesehatan dilaksanakan di masyarakat dan tidak di rumah sakit
- f. Tenaga kesehatan masyarakat bersifat general
- g. Peran tenaga kesehatan adalah sebagai pendidik (*Health Educator*) dan agen perubahan (*Agent of change*)
- h. Praktik kesehatan masyarakat merupakan formulasi dari kebutuhan aspirasi dan permasalahan yang bersumber dari masyarakat
- i. Praktik kesehatan masyarakat dipengaruhi oleh perubahan dan perkembangan masyarakat
- j. Praktik kesehatan masyarakat menjadi bagian penting sistem kesehatan masyarakat
- k. Penyelenggaraan kesehatan masyarakat menyesuaikan program profesi pada setiap negara

1. Praktik kesehatan masyarakat menjadi gambaran program kesehatan masyarakat

Pembangunan kesehatan diselenggarakan berdasarkan implementasi paradigma sehat, yaitu suatu pola berpikir atau sudut pandang pembangunan kesehatan yang bersifat holistik, proaktif, antisipatif, dengan mempertimbangkan permasalahan kesehatan bersifat multikausal serta perlu diselesaikan secara kolaboratif multisektor dan multidisiplin ilmu (Setyawan, 2010).

8.5 Manajemen Penyakit dan Respons Darurat

Perspektif terjadinya penyakit dalam kesehatan masyarakat didasarkan pada proses atau fenomena yang terjadi dengan memperhatikan keterlibatan faktor ruang dan waktu berbasis ekosistem wilayah, meliputi ketinggian wilayah, jenis tanah, iklim, suhu, tanaman, kepadatan dan perilaku penduduk, bentuk rumah, budaya, arah dan kecepatan angin, serta unsur lain yang berisiko (Achmadi, 2009). Konsep manajemen penyakit merujuk pada upaya pengendalian dan pencegahan penyakit dengan mengendalikan faktor risiko penyakit.

Manajemen penyakit dalam konsep kesehatan masyarakat merupakan rangkaian respon masyarakat terhadap potensi terjadinya penyakit, meliputi kegiatan penemuan kasus, karantina/isolasi bila diperlukan, pemeriksaan spesimen, notifikasi kasus, penyidikan epidemiologi dan pelacakan kontak erat, komunikasi risiko dan pemberdayaan masyarakat, serta pemulasaran jenazah (Kemenkes, 2021).

Manajemen penyakit diterapkan sejalan dengan sistem kewaspadaan dini dan respons darurat penyakit. Saat ini dikembangkan dan telah dijalankan sistem ancaman indikasi Kejadian Luar Biasa (KLB) pada penyakit infeksi/menular yang disebut dengan Sistem Kewaspadaan Dini dan Respons (SKDR) atau *Early Warning Alert Response and System* (EWARS).

Mekanisme deteksi ini didasarkan pada sistem surveilans dan laporan secara berkala yang berpotensi menghasilkan sinyal *alert* peringatan dini apabila ditemukan adanya peningkatan kasus penyakit melebihi ambang batas di suatu wilayah. Peringatan ini mengharuskan pemangku kepentingan dan masyarakat untuk memberikan respons kesiapan dan penanggulangan terjadinya KLB pada wilayah tersebut. Peran epidemiolog sangat dibutuhkan pada ranah tersebut, yaitu bagaimana epidemiolog mampu memprediksi dan mengantisipasi kejadian penyakit berdasarkan fenomena data dan fakta di wilayah, sehingga tidak terjadi KLB atau terjadi KLB secara terkendali. Selain itu, berdasarkan data dan fakta yang dianalisis oleh epidemiolog diperoleh informasi untuk menggerakkan sumber daya wilayah, mengadvokasi pemangku kebijakan, serta berkolaborasi dengan profesi lain guna menanggulangi potensi dampak KLB yang terjadi.

8.6 Keterlibatan Masyarakat

Pembangunan kesehatan menjadi upaya peningkatan derajat kesehatan yang dilaksanakan oleh seluruh komponen bangsa dengan target utama meningkatkan kesadaran, kemauan, dan kemampuan hidup sehat bagi individu. Konsep ini sekaligus merupakan investasi pembangunan sumber daya manusia secara produktif, baik secara sosial maupun ekonomi. Tujuan ini sejalan dengan pembudayaan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) pada setiap tatanan kehidupan masyarakat (Sikome, Gosal and Singkoh, 2017).

Penyelenggaraan surveilans dalam menunjang tugas epidemiolog dapat dilakukan secara aktif maupun pasif. Kegiatan surveilans aktif dilaksanakan dengan melibatkan peran aktif masyarakat agar meningkatkan kualitas data dan informasi terhimpun. Selain pada tahap surveilans, peran masyarakat tentu dibutuhkan pada tiap tahap pembangunan kesehatan, mulai dari

perancangan, perancangan, pelaksanaan, sampai dengan evaluasi program kesehatan masyarakat.

Paradigma sehat sebagai salah satu prinsip penyelenggaraan Puskesmas sekaligus pilar utama Program Indonesia sehat agaknya akan semakin memperkuat arah pembangunan kesehatan di Indonesia. Upaya promotif dan preventif dalam konsep penyelenggaraan kesehatan masyarakat melibatkan peran aktif masyarakat untuk mengupayakan kesehatan dari, oleh, dan untuk masyarakat sendiri (Sobo *et al.*, 2021).

Pengembangan masyarakat (*Community development*) merupakan ciri khas praktik pekerjaan sosial sekaligus menjadi model pendekatan pembangunan (*bottoming up approach*) yang melibatkan peran aktif masyarakat beserta segala aspek budaya yang melekat (Wibisono, 2007). Pengembangan masyarakat menerapkan pendekatan berwawasan pemberdayaan (*empowerment*) dengan mempertimbangkan keragaman pengguna dan pemberi layanan.

Pemberdayaan masyarakat dimaknai sebagai proses transfer kekuasaan melalui penguatan modal sosial kelompok atau transisi dari keadaan tidak berdaya menuju kondisi penuh kontrol atas kehidupan dan lingkungannya untuk mencapai kesejahteraan sosial (Nursahid, 2006). Teori pemberdayaan masyarakat secara umum menggunakan 2 pendekatan, yaitu *Deductive Theory Construction* dan *Constructive Theory Construction*. Konsep masyarakat berdaya ini pula yang mengindikasikan peran dan partisipasi masyarakat dalam pembangunan kesehatan masyarakat.

Konsep partisipasi masyarakat tersebut bersifat terbuka, artinya segala bentuk sumber daya yang dimiliki masyarakat dapat diberikan demi kemaslahatan masyarakat. Peran serta masyarakat secara nyata dirumuskan dalam konsep Upaya Kesehatan

Masyarakat (UKM) pada pelayanan primer di Puskesmas. Bentuk – bentuk partisipasi masyarakat antara lain sebagai berikut:

1. Sumber Daya Manusia

Manusia sebagai individu dapat memegang peranan masyarakat berwawasan dan berperilaku kesehatan, serta menjalankan fungsi sebagai pemimpin masyarakat, tokoh masyarakat, dan kader kesehatan.

2. Institusi/Lembaga/Organisasi Masyarakat

Keterlibatan partisipasi masyarakat dalam institusi/lembaga/ organisasi masyarakat diwujudkan dalam berbagai kegiatan UKM, antara lain Posyandu, Poskestren, Posbindu, Pos UKK, Polindes, dan sebagainya.

Upaya pengendalian penyakit dalam konsep pembangunan kesehatan masyarakat melibatkan peran individu maupun komunitas untuk bergerak dengan penuh kesadaran mengupayakan kehidupan dan lingkungan yang sehat. Data epidemiologi berdasarkan surveilans atau bersumber data lain yang dimiliki akan menjadi tak bermakna apabila tidak didukung dengan deseminasi informasi dan tingkat partisipasi masyarakat yang baik. Penguatan upaya promotif dan preventif pada lini kehidupan paling sederhana inilah yang perlu dan harus digalakkan guna benar – benar menumbuhkan kesadaran kesehatan pada individu.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. 2009. '39821-ID-manajemen-penyakit-berbasis-wilayah', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 3(4), pp. 147–153. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/39821-ID-manajemen-penyakit-berbasis-wilayah.pdf> (Accessed: 21 June 2023).
- Anggraeni, I.N.R. 2018. 'Perilaku Masyarakat dalam Pengelolaan Kesehatan Lingkungan di Desa Segiguk'.
- Arwanti, D., Sabilu, Y. and Ainurafiq. 2017. *PELAKSANAAN SURVEILANS EPIDEMIOLOGI DI PUSKESMAS SE-KOTA KENDARI TAHUN 2016*. Universitas Halu Oleo. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/183356-ID-pelaksanaan-surveilans-epidemiologi-di-p.pdf> (Accessed: 27 May 2023).
- Azwar, A. 1992. 'Menjaga Mutu Pelayanan Rawat Jalan', *Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia*, pp. 196–201.
- Cholifah, Ameli, P. and Nisak, U.K. 2019. *Buku Ajar : Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Edited by S.B. Sartika. Sidoarjo: UMSIDA Press. Available at: <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/download/978-602-5914-93-5/1036/> (Accessed: 28 May 2023).
- Indonesia. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Sekretariat Negara RI*.
- Irwan. 2017. *Epidemiologi Penyakit Menular*. Bantul: CV. Absolute Media.
- Irwan. 2018. *Etika dan Perilaku Kesehatan*. Bantul: CV. Absolute Media.
- Kemenkes. 2011. *Pedoman Pembinaan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Maulana. 2009. *Promosi Kesehatan*. Jakarta: Komara Yudha.

- Moh. Guntur Nangi, Fitri Yanti and Sari Arie Lestari (2019) *Dasar Epidemiologi*. Sleman: Deepublish Publisher.
- Murti, B. 2022. *Metode Kuantitatif Riset Epidemiologi*. 1st edn. Surakarta: Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Sekolah Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- Notoatmodjo, S. 2011. *Kesehatan Masyarakat: Ilmu & Seni*. Revisi. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nursahid, F. 2006. *Tanggung jawab sosial BUMN: Analisis Terhadap Model Kedermawanan Sosial Krakatau Steel, PT Pertamina dan PT Telekomunikasi Indonesia*. Depok: Pustaka Media.
- Kemkes. 2021. *Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Virus Nipah di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kementerian Kesehatan RI.
- Priatna, I. et al. 2021. 'Modul Pelatihan Surveilans Epidemiologi Bagi Petugas Puskesmas'. Jakarta: Pusat Pelatihan SDM Kesehatan. Available at: http://siakpel.bppsdmk.kemkes.go.id:8102/akreditasi_kurikulum/modul_2110081027179242c88e21b52208b572d503be3c716c.pdf (Accessed: 27 May 2023).
- Rachmat, H.H. 2018. *Penguatan Upaya Kesehatan Masyarakat dan Pemberdayaan Masyarakat Bidang Kesehatan di Indonesia*. Edited by Andayani. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ruminem et al. 2020. *Modul Penyakit Tropis*. Samarinda: Gunawana Lestari.
- Saputra, M.K.F. et al. 2023. *Keperawatan Penyakit Tropis*. Edited by N. Sulung and R.M. Sahara. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Setyawan, F.E.B. 2010. 'PARADIGMA SEHAT', *Saintika Medika*, 6(1). Available at: <https://doi.org/10.22219/SM.V6I1.1012>.

- Sikome, J., Gosal, R. and Singkoh, F. 2017. *PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM MENINGKATKAN KESEHATAN LINGKUNGAN DI DESA KISIHING KECAMATAN TAGULANDANG SELATAN KABUPATEN SITARO*. Universitas Sam Ratulangi.
- Sobo, P. *et al*. 2021. 'PREVENTIF: JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT Mal Orang Sehat Sebagai Penerapan Paradigma Sehat Dan Respon Masyarakat Berdasarkan Precaution Adoption Process Model Di', 12, pp. 201–208. Available at: <http://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/preventif>.
- Syafruddin and J Theresia. 2009. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. I. Edited by Jusirman. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Tannahill, A. 2008. 'Health promotion: The Tannahill model revisited', *Public Health*, 122(12), pp. 1387–1391. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.PUHE.2008.05.009>.
- Wibisono, Y. 2007. *Membedah Konsep dan Aplikasi CSR (Corporate Social Responsibility)*. Gresik: Fascho Publishing.

BAB 9

MANAJEMEN PERENCANAAN PENGENDALIAN KASUS PENYAKIT BERBASIS LINGKUNGAN

Oleh Merry Julia Jamilah Langi

9.1 Pendahuluan

9.1.1 Definisi dan Karakteristik Penyakit Berbasis Lingkungan

Definisi dan karakteristik penyakit berbasis lingkungan mengacu pada penyakit yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti kualitas udara, air, tanah, atau paparan zat kimia yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Penyakit berbasis lingkungan sering kali terkait dengan kondisi lingkungan yang tidak sehat atau tercemar.

Para ahli di bidang kesehatan dan lingkungan telah mengidentifikasi berbagai penyakit berbasis lingkungan, termasuk penyakit yang disebabkan oleh polusi udara, air yang tercemar, paparan pestisida, atau zoonosis yang ditularkan oleh hewan.

Penyakit berbasis lingkungan merupakan penyakit yang proses kejadiannya atau fenomena penyakit yang terjadi pada sebuah kelompok masyarakat, yang berhubungan, berakar atau memiliki keterkaitan erat dengan satu atau lebih komponen lingkungan pada sebuah ruang, dimana masyarakat tersebut bertempat tinggal atau beraktivitas dalam jangka waktu tertentu (Patilaiya, 2022).

9.1.2 Penyebab dan Faktor Risiko yang Mempengaruhi Penyebaran Penyakit Berbasis Lingkungan

Penyebab dan faktor risiko yang mempengaruhi penyebaran penyakit berbasis lingkungan dapat bervariasi tergantung pada jenis penyakit dan lingkungan spesifik yang terlibat. Beberapa faktor risiko umum yang diketahui berkontribusi terhadap penyebaran penyakit berbasis lingkungan antara lain:

1. **Polusi lingkungan:** Paparan terhadap polusi udara, air, atau tanah yang mengandung zat-zat berbahaya seperti partikel debu, logam berat, bahan kimia beracun, atau bahan pencemar lainnya dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit pernapasan, gangguan kesehatan kulit, atau gangguan sistem reproduksi.
2. **Kualitas air yang buruk:** Air yang tercemar oleh mikroorganisme patogen, limbah industri, atau pestisida dapat menjadi sumber penyakit seperti diare, keracunan makanan, atau infeksi parasit.
3. **Kebersihan dan sanitasi yang buruk:** Ketidakmampuan untuk mengakses akses air bersih, sanitasi yang buruk, atau kurangnya kebiasaan kebersihan pribadi dapat memperburuk penyebaran penyakit terutama yang ditularkan melalui kontak langsung atau feses.
4. **Vektor penyakit:** Adanya vektor seperti nyamuk, lalat, atau kutu yang menyebabkan penularan penyakit seperti malaria, demam berdarah, atau penyakit yang ditularkan oleh vektor lainnya.
5. **Perubahan iklim:** Perubahan iklim seperti kenaikan suhu, perubahan pola curah hujan, atau perubahan lingkungan ekosistem dapat mempengaruhi persebaran vektor penyakit, penyebaran penyakit melalui air, atau penyebaran penyakit zoonosis.

9.1.3 Dampak Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan dari Penyakit Berbasis Lingkungan

Dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari penyakit berbasis lingkungan dapat sangat signifikan. Beberapa dampak yang sering dikaitkan dengan penyakit berbasis lingkungan antara lain:

1. **Dampak Sosial:** Penyakit berbasis lingkungan dapat memiliki dampak sosial yang luas, termasuk peningkatan angka kematian, penyakit yang menular dengan mudah di antara individu, dan meningkatnya beban penyakit pada keluarga dan komunitas. Hal ini dapat mengganggu kualitas hidup, mengurangi produktivitas, dan menyebabkan gangguan sosial dan ekonomi.
2. **Dampak Ekonomi:** Penyakit berbasis lingkungan dapat memberikan dampak ekonomi yang signifikan. Biaya perawatan medis yang tinggi, hilangnya produktivitas kerja, dan absensi kerja akibat penyakit dapat mengakibatkan penurunan pendapatan individu, keluarga, dan masyarakat secara keseluruhan. Selain itu, biaya pengobatan dan rehabilitasi, serta biaya pencegahan dan pengendalian penyakit, juga dapat memberikan tekanan pada sistem kesehatan dan pemerintah.
3. **Dampak Lingkungan:** Penyakit berbasis lingkungan sering kali terkait dengan masalah lingkungan seperti polusi udara, pencemaran air, dan degradasi ekosistem. Penyakit yang ditularkan oleh vektor, misalnya, dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan mengganggu keanekaragaman hayati. Selain itu, upaya pengendalian penyakit seperti penggunaan pestisida juga dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan.

9.2 Strategi Perencanaan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

9.2.1 Identifikasi dan Evaluasi Penyakit Berbasis Lingkungan yang Relevan

Identifikasi dan evaluasi penyakit berbasis lingkungan yang relevan melibatkan pengumpulan data, analisis, dan pemahaman tentang penyakit-penyakit yang terkait dengan faktor lingkungan tertentu. Para ahli dan peneliti melakukan studi epidemiologi dan survei untuk mengidentifikasi penyakit-penyakit tersebut dan mengkaji dampaknya terhadap populasi.

Proses identifikasi dan evaluasi penyakit berbasis lingkungan melibatkan langkah-langkah berikut:

1. **Pengumpulan Data:** Para ahli mengumpulkan data tentang insiden penyakit dan faktor lingkungan terkait melalui survei, pemantauan, atau studi epidemiologi. Data yang dikumpulkan dapat mencakup jumlah kasus penyakit, gejala klinis, lokasi geografis, serta informasi tentang paparan lingkungan.
2. **Analisis Data:** Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antara penyakit dan faktor lingkungan. Metode statistik dan model epidemiologi digunakan untuk memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang korelasi dan risiko penyakit.
3. **Evaluasi Dampak:** Dampak penyakit berbasis lingkungan dievaluasi dalam konteks sosial, ekonomi, dan kesehatan masyarakat. Evaluasi ini mencakup penilaian terhadap tingkat keparahan penyakit, beban penyakit, dan dampaknya terhadap populasi yang terkena.

9.2.2 Peran Pemerintah dan Lembaga Terkait dalam Perencanaan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Peran pemerintah dan lembaga terkait dalam perencanaan pengendalian penyakit berbasis lingkungan sangat penting untuk menjaga kesehatan masyarakat dan melindungi lingkungan. Berikut adalah beberapa peran yang telah diidentifikasi oleh para ahli:

1. **Perumusan Kebijakan dan Regulasi:** Pemerintah dan lembaga terkait bertanggung jawab untuk merumuskan kebijakan dan regulasi terkait pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Kebijakan ini dapat mencakup langkah-langkah pencegahan, pengendalian vektor, pengelolaan limbah, dan perlindungan lingkungan untuk mengurangi risiko penyakit.
2. **Pemantauan dan Surveilans:** Pemerintah dan lembaga terkait memainkan peran penting dalam pemantauan dan surveilans penyakit berbasis lingkungan. Mereka mengumpulkan data tentang insiden penyakit, paparan lingkungan, dan faktor risiko terkait untuk memantau dan memahami tren penyakit serta mengidentifikasi daerah atau populasi yang berisiko tinggi.
3. **Penelitian dan Inovasi:** Pemerintah dan lembaga terkait mendukung penelitian dan inovasi dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Penelitian ini melibatkan studi tentang penyakit, vektor, faktor lingkungan, dan strategi pengendalian yang efektif. Hasil penelitian tersebut digunakan untuk menginformasikan kebijakan dan tindakan pengendalian yang lebih baik.
4. **Koordinasi dan Kolaborasi:** Pemerintah dan lembaga terkait berperan dalam koordinasi dan kolaborasi antara berbagai sektor terkait, seperti kesehatan, lingkungan, pertanian, perikanan, dan perumahan. Kolaborasi ini

memungkinkan adanya pendekatan lintas sektor dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan, sehingga upaya pengendalian menjadi lebih efektif dan terkoordinasi.

9.2.3 Faktor-faktor yang Harus Dipertimbangkan dalam Merencanakan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Dalam merencanakan pengendalian penyakit berbasis lingkungan, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain (WHO, 2019):

1. **Epidemiologi dan Karakteristik Penyakit:** Penting untuk memahami epidemiologi dan karakteristik penyakit yang ditangani, termasuk cara penyebaran, gejala klinis, dan kelompok populasi yang rentan. Informasi ini akan membantu dalam merancang strategi pengendalian yang efektif.
2. **Faktor Lingkungan:** Lingkungan memainkan peran penting dalam penyebaran penyakit berbasis lingkungan. Faktor-faktor seperti kualitas air, sanitasi, kebersihan lingkungan, dan keberadaan vektor harus diperhatikan dalam merencanakan tindakan pengendalian.
3. **Ketersediaan Sumber Daya:** Tersedianya sumber daya yang mencakup dana, tenaga kerja, infrastruktur, dan fasilitas kesehatan menjadi faktor penting dalam perencanaan pengendalian. Sumber daya yang memadai diperlukan untuk melaksanakan strategi pengendalian yang efektif.
4. **Kebijakan dan Regulasi:** Penting untuk mempertimbangkan kebijakan dan regulasi yang ada dalam perencanaan pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Memastikan kepatuhan terhadap regulasi dan memperkuat kerangka kebijakan dapat membantu dalam pelaksanaan tindakan pengendalian.

5. Kolaborasi Antar-Sektor: Kolaborasi antar-sektor, termasuk sektor kesehatan, lingkungan, pertanian, dan perumahan, penting dalam merencanakan pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Pendekatan lintas sektor memungkinkan penggunaan sumber daya dan pengetahuan yang beragam untuk mengatasi masalah penyakit secara holistik.
6. Partisipasi Masyarakat: Melibatkan masyarakat dalam perencanaan pengendalian sangat penting. Edukasi, kesadaran masyarakat, dan partisipasi aktif masyarakat dapat meningkatkan efektivitas program pengendalian penyakit berbasis lingkungan.

9.3 Implementasi Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

9.3.1 Tahap Persiapan Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Berikut adalah tahap-tahap persiapan yang umum dalam program pengendalian penyakit berbasis lingkungan:

1. Identifikasi Masalah dan Penentuan Prioritas: Tahap awal adalah mengidentifikasi masalah kesehatan masyarakat yang berkaitan dengan penyakit berbasis lingkungan dan menentukan prioritas yang perlu ditangani. Hal ini dapat melibatkan analisis epidemiologi, konsultasi dengan ahli kesehatan masyarakat, dan pengumpulan data terkait.
2. Pengumpulan Data dan Analisis Situasi: Tahap ini melibatkan pengumpulan data terkait penyakit, lingkungan, faktor risiko, dan populasi yang terkena dampak. Data ini akan membantu dalam memahami kondisi saat ini, tren penyakit, serta menentukan sasaran dan strategi pengendalian yang tepat.
3. Perencanaan dan Perumusan Strategi: Berdasarkan analisis situasi, perlu dirancang rencana pengendalian

penyakit berbasis lingkungan. Rencana ini mencakup strategi pengendalian yang spesifik, kegiatan operasional, alokasi sumber daya, dan target pencapaian. Penting untuk melibatkan pemangku kepentingan terkait dalam proses perumusan strategi ini.

4. Koordinasi dan Kolaborasi: Tahap ini melibatkan koordinasi dengan lembaga pemerintah terkait, lembaga kesehatan, dan sektor lain yang relevan untuk memastikan kolaborasi yang efektif. Kolaborasi lintas sektor penting untuk mengintegrasikan pendekatan pengendalian penyakit berbasis lingkungan.
5. Pengembangan Rencana Kerja: Setelah strategi pengendalian ditetapkan, perlu dikembangkan rencana kerja yang terperinci. Rencana ini mencakup kegiatan, tanggung jawab, jadwal, dan penilaian risiko serta pemantauan dan evaluasi yang dilakukan secara berkala.
6. Sumber Daya dan Pembiayaan: Tahap persiapan program juga melibatkan penentuan sumber daya yang diperlukan dan pengaturan pembiayaan yang memadai untuk pelaksanaan program pengendalian penyakit berbasis lingkungan.

9.3.2 Strategi intervensi dan tindakan yang efektif dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan

Berikut adalah beberapa strategi intervensi dan tindakan umum yang telah diakui sebagai efektif dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan:

1. Peningkatan Kesadaran dan Edukasi Masyarakat: Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang penyakit berbasis lingkungan, faktor risiko, dan tindakan pencegahan yang perlu dilakukan. Edukasi yang tepat dapat membantu dalam mempromosikan perilaku hidup

- sehat, seperti mencuci tangan yang baik, pengelolaan air bersih, sanitasi yang baik, dan penggunaan kelambu.
2. **Pengendalian Vektor:** Melakukan kegiatan pengendalian vektor yang tepat, terutama untuk penyakit yang ditularkan oleh vektor seperti nyamuk. Ini mencakup penggunaan insektisida, pemusnahan sarang nyamuk, penggunaan kelambu berinsektisida, dan pengaturan lingkungan untuk mengurangi tempat perindukan vektor.
 3. **Vaksinasi dan Imunisasi:** Mengimplementasikan program vaksinasi dan imunisasi yang efektif untuk mencegah penyakit berbasis lingkungan. Vaksinasi yang tepat dapat membantu dalam mencegah penyakit seperti hepatitis A, tifus, dan penyakit lainnya yang ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi.
 4. **Pengelolaan Lingkungan:** Memperhatikan pengelolaan lingkungan yang baik untuk mencegah penyebaran penyakit. Ini termasuk pengelolaan limbah, pengawasan kualitas air, sanitasi yang baik, dan pengendalian pencemaran lingkungan.
 5. **Peningkatan Akses Terhadap Air Bersih:** Memastikan akses yang memadai terhadap air bersih dan sumber air yang aman untuk dikonsumsi. Ini melibatkan pengelolaan sumber air, perlindungan mata air, dan pengolahan air yang tepat sebelum dikonsumsi.
 6. **Monitoring dan Pengawasan:** Menerapkan sistem pemantauan dan pengawasan yang efektif untuk mendeteksi kasus penyakit berbasis lingkungan dan mengambil tindakan cepat dalam menangani wabah atau penyebaran penyakit.

9.3.3 Pemantauan dan Evaluasi Program Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Berikut adalah beberapa poin umum tentang pemantauan dan evaluasi program pengendalian penyakit berbasis lingkungan (WHO, 2019):

1. **Pemantauan Epidemiologi:** Melakukan pemantauan epidemiologi secara teratur untuk memantau kejadian penyakit, prevalensi, dan distribusi geografisnya. Ini melibatkan pengumpulan data kasus penyakit, analisis tren, dan pemetaan geografis untuk mengidentifikasi daerah risiko tinggi dan memahami pola penyebaran penyakit.
2. **Pemantauan Lingkungan:** Melakukan pemantauan lingkungan untuk mendeteksi adanya faktor risiko potensial yang berhubungan dengan penyakit berbasis lingkungan, seperti pencemaran air atau udara. Pemantauan lingkungan dapat melibatkan pengambilan sampel air, udara, atau tanah, serta pengujian laboratorium untuk mengidentifikasi kontaminan atau patogen.
3. **Evaluasi Program:** Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap program pengendalian penyakit berbasis lingkungan untuk menilai keberhasilan implementasi, dampak program, dan kecukupan strategi yang digunakan. Evaluasi ini dapat melibatkan analisis data, wawancara dengan pemangku kepentingan, survei kepuasan masyarakat, dan pemantauan indikator kinerja.
4. **Pemantauan Keberlanjutan:** Memantau keberlanjutan program pengendalian penyakit berbasis lingkungan untuk memastikan kelangsungan program dalam jangka panjang. Ini melibatkan evaluasi sumber daya yang tersedia, keberlanjutan kegiatan operasional, dan upaya untuk memperoleh dukungan jangka panjang dari pemerintah dan lembaga terkait.

5. **Diseminasi Informasi:** Mengkomunikasikan temuan pemantauan dan evaluasi kepada pemangku kepentingan terkait dan masyarakat umum. Diseminasi informasi yang tepat dapat membantu meningkatkan pemahaman dan kesadaran tentang penyakit berbasis lingkungan serta langkah-langkah yang diambil dalam program pengendalian.

9.4 Faktor Lingkungan dalam Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

9.4.1 Pengaruh Lingkungan Terhadap Penyebaran Penyakit Berbasis Lingkungan

Berikut adalah beberapa pengaruh lingkungan yang umumnya diketahui terhadap penyebaran penyakit berbasis lingkungan (WHO, 2018):

1. **Kualitas Air:** Kualitas air yang buruk, terutama yang terkontaminasi oleh bakteri, virus, atau parasit, dapat menyebabkan penyebaran penyakit berbasis air seperti diare, kolera, dan leptospirosis.
2. **Sanitasi dan Higiene:** Kondisi sanitasi yang buruk dan kebersihan yang tidak memadai dapat menyebabkan penyebaran penyakit melalui kontak langsung dengan bahan limbah manusia atau kontaminasi makanan dan air.
3. **Vektor Penyakit:** Lingkungan yang sesuai untuk perkembangbiakan vektor penyakit, seperti nyamuk, lalat, dan kutu, dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit seperti malaria, demam berdarah, dan demam kuning.
4. **Pencemaran Udara:** Polusi udara yang tinggi, termasuk polutan seperti partikel debu, asap kendaraan, dan emisi industri, dapat mempengaruhi sistem pernapasan manusia dan memperburuk kondisi seperti penyakit pernapasan akut dan kronis (WHO, 2021).

5. Keberlanjutan Ekosistem: Perubahan ekosistem seperti deforestasi, urbanisasi, dan perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit berbasis lingkungan dengan mengubah habitat vektor atau meningkatkan kontak antara manusia dan hewan penyakit.

9.4.2 Peran Lingkungan dalam Upaya Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Berikut adalah beberapa peran lingkungan dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit berbasis lingkungan:

1. Pemantauan dan Pengendalian Vektor: Lingkungan dapat berperan dalam mengendalikan populasi vektor penyakit seperti nyamuk, lalat, dan kutu. Upaya seperti pembersihan sarang nyamuk, penggunaan insektisida, penggunaan kelambu berinsektisida, dan pengelolaan lingkungan yang mengurangi tempat berkembangbiaknya vektor dapat membantu mengurangi risiko penularan penyakit (Kesehatan, 2015).
2. Pengelolaan Air dan Sanitasi: Menjaga kualitas air yang baik dan akses terhadap sanitasi yang layak adalah langkah penting dalam pencegahan penyakit berbasis air dan infeksi saluran pencernaan. Peningkatan sanitasi, pengelolaan limbah manusia dan limbah industri, serta pengolahan air minum yang aman dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit.
3. Konservasi Lingkungan dan Keberlanjutan Ekosistem: Melindungi keberlanjutan ekosistem dan menjaga keseimbangan alam dapat berdampak positif terhadap pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Upaya konservasi hutan, pemeliharaan keanekaragaman hayati, dan pengelolaan lahan yang berkelanjutan dapat mengurangi kontak manusia dengan hewan penyakit dan mengurangi risiko penularan penyakit zoonosis.

4. Edukasi dan Kesadaran Masyarakat: Lingkungan berperan dalam edukasi dan kesadaran masyarakat tentang penyakit berbasis lingkungan. Memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat tentang praktik hidup sehat, kebersihan pribadi, pengelolaan limbah, dan pentingnya menjaga lingkungan yang bersih dapat membantu mengurangi penyebaran penyakit.

9.4.3 Inisiatif Perlindungan Lingkungan yang Dapat Mendukung Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan

Berikut adalah beberapa inisiatif perlindungan lingkungan yang dapat mendukung pengendalian penyakit berbasis lingkungan (KLHK, 2017):

1. Konservasi Lingkungan: Upaya konservasi lingkungan, termasuk perlindungan hutan, pengelolaan lahan yang berkelanjutan, dan pemeliharaan keanekaragaman hayati, dapat membantu mempertahankan ekosistem yang sehat. Hal ini dapat mengurangi kontak manusia dengan hewan penyakit dan mengurangi risiko penularan penyakit zoonosis.
2. Pengelolaan Limbah yang Baik: Pengelolaan limbah yang baik termasuk pengelolaan limbah manusia, limbah industri, dan limbah pertanian. Dengan mengurangi pencemaran lingkungan dan kontaminasi air, udara, dan tanah, inisiatif pengelolaan limbah yang baik dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit berbasis lingkungan.
3. Peningkatan Sanitasi dan Hygiene: Inisiatif untuk meningkatkan sanitasi dan hygiene masyarakat sangat penting dalam pengendalian penyakit berbasis lingkungan. Ini meliputi akses terhadap fasilitas sanitasi yang layak,

penyediaan air bersih yang aman, dan edukasi tentang praktik-praktik kebersihan pribadi.

4. Pengurangan Polusi Lingkungan: Upaya pengurangan polusi udara dan air dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Inisiatif untuk membatasi emisi polutan dari industri, transportasi, dan aktivitas manusia lainnya dapat mendukung pengendalian penyakit berbasis lingkungan.
5. Peningkatan Kesadaran Masyarakat: Inisiatif yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya perlindungan lingkungan dan kesehatan dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit berbasis lingkungan. Kampanye kesadaran masyarakat, pendidikan kesehatan, dan partisipasi aktif masyarakat dapat berkontribusi pada upaya pengendalian penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Kesehatan. 2015. *Pedoman Nasional Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. *Rencana Aksi Nasional Pengendalian Polusi Udara*.
- Organization, W. H. 2018. *Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide*.
- Patilaiya, H. La. 2022. *Pengendalian Penyakit Berbasis Lingkungan*. Padang: Global Eksekutif Teknologi.
- WHO. 2019. *Guidelines for environmental surveillance of poliovirus circulation*.
- WHO. 2021. *Ambient air pollution: Health impacts*.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Yongker Baali, M.Si

Dosen Program Studi Manajemen
Fakultas IPTEK dan Keguruan Universitas Trinita

Penulis dilahirkan di Madolay BANGKEP-SULTENG pada tanggal 12 Agustus 1965. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Fakultas IPTEK dan Keguruan Universitas Trinita.

Menyelesaikan Studi S1 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri pada Institut Teknologi Minaesa Tomohon, tahun 1992 memperoleh gelar Insinyur (Ir.).

Menyelesaikan Studi S2 Jurusan Pengelolaan Sumberdaya Pembangunan minat Manajemen Perusahaan pada Program Pascasarjana UNSRAT Manado, tahun 2008 memperoleh gelar Magister Sains (M.Si).

Menyelesaikan Studi S3 Program Doktor Kajian Lingkungan dan Pembangunan pada Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, tahun 2014 memperoleh gelar Doktor (Dr.).

BIODATA PENULIS



Risnawati Tanjung, SKM. M. Kes
Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan
Poltekkes Kemenkes Medan

Penulis lahir di Medan, pada tanggal 04 Mei 1975. Ketertarikan penulis pada ilmu kesehatan lingkungan dimulai pada tahun 1994 dan memilihnya sebagai peminatan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara (USU). Pada tahun 2004 sampai dengan tahun 2006 penulis melanjutkan Pendidikan Program Pasca Sarjana (S2) ke Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta Peminatan Kesehatan Lingkungan. Karir sebagai Dosen dimulai sejak tahun 2001 di Propinsi Bengkulu dan Menjadi Dosen Tetap di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Medan pada tahun 2009 sampai sekarang. Penulis memiliki kepakaran di bidang kesehatan lingkungan khususnya terkait dengan Sanitasi Rumah Sakit, Sanitasi Industri dan K3, Sanitasi Pemukiman, Penyehatan Udara, Metodologi Penelitian. Penulis aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang didanai oleh internal perguruan tinggi dan Kemenristek DIKTI. Beberapa hasil penelitian tersebut telah dipublikasikan pada Jurnal Internasional, Nasional dan Prosiding.

BIODATA PENULIS



Drs. Bambang Suhartawan, M.MT

Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Penulis lahir di Blitar tanggal 13 Pebruari 1964. Penulis adalah dosen tetap dengan status PNS-DPK pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Kimia Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih Jayapura pada tahun 1989. Pendidikan Pasca Sarjana diperoleh dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya jurusan Manajemen Teknik Lingkungan pada tahun 2002.

BIODATA PENULIS



Djadid Subchan, SKM, MPH

Dosen Program Studi DIII Keperawatan
Poltekkes Kemenkes Palu

Penulis dilahirkan di Karanglewas Kidul, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah pada tanggal 3 Maret 1969. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi DIII Keperawatan Luwuk, Poltekkes Kemenkes Palu. Menyelesaikan pendidikan DIII Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi Purwokerto, melanjutkan S1 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat UNHAS Peminatan Epidemiologi dan melanjutkan S2 pada FK-UGM Jurusan Epidemiologi. Penulis menekuni bidang Menulis.

Sejak tahun 2020 penulis mulai aktif dalam dunia pendidikan dan menjadi seorang Pengajar pada Prodi DIII Keperawatan Luwuk, Poltekkes Kemenkes Palu. Tahun 2020 selesai PEKERTI di Akper Pelamonia Makassar, tahun 2020 menyelesaikan Pelatihan Applied Approach di Universitas Tadulako Palu.

BIODATA PENULIS



dr. Redemptus

Dosen Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa
Cendana

Penulis dilahirkan di Kota Malang Provinsi Jawa Timur pada Tanggal 22 November 1979. Merupakan anak ke-tiga dari pasangan Paulus Oba Korbafo (Alm) dan Ibu Yustina Srisuprasetianingsih. Penulis menyelesaikan program S1 di Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada lulus tahun 2006 dan sementara menjalani program S2 di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Nusa Cendana. Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah learning skills dan information technology, kegawatdaruratan dan traumatologi serta instruktur CSL. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal nasional serta aktif menulis buku ajar dan *book chapter*.

Email Penulis: rkorbafo@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. dr. Elsa Yuniarti, S.Ked, M.Biomed, AIFO-K

Dosen Program Studi Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Penulis lahir di Bandung tanggal 23 Juni 1982 . Penulis bertempat tinggal di Kelurahan Gunung Pangilun Kecamatan Padang Utara Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Telah menyelesaikan studi strata satu di Program Studi Kedokteran Universitas Andalas (2000 – 2006). Lulus strata dua di Program Studi Ilmu Biomedik Universitas Andalas (2011 – 2014). Lulus strata tiga di Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Negeri Padang (2019 – 2022).

Dan telah berkarir lama menjadi dosen di Universitas Negeri padang. Beliau sangat aktif dalam bidang akademik, penelitian, pengabdian masyarakat dan penulisan karya ilmiah, serta telah banyak berpartisipasi di berbagai kegiatan.

BIODATA PENULIS



Desif Upix Usmaningrum., S.K.M., M.K.M

Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP)

Jurusan Promosi Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Jambi

Penulis lahir di Malang pada tanggal 28 Desember 1991. Penulis adalah Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Jurusan Promosi Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Jambi. Menyelesaikan pendidikan D-III Analis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta, S-1 Kesehatan Masyarakat Minat Epidemiologi, dan melanjutkan S-2 Kesehatan Masyarakat Minat Epidemiologi dan Biostatistik. Penulis memiliki pengalaman pada bidang epidemiologi masyarakat dan lapangan.

BIODATA PENULIS



Merry Julia Jamilah Langi, SE., M.Si.

Dosen Program Studi Manajemen
Fakultas IPTEK & Keguruan

Penulis lahir di Motoling tanggal 17 Juli 1975. Penulis adalah dosen DPK pada LLDIKTI XVI yang ditugaskan pada Program Studi Manajemen Fakultas IPTEK dan Keguruan, Universitas Trinita. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Akuntansi dan melanjutkan S2 pada Program Studi Pengelolaan dan Sumberdaya Pembangunan Universitas Sam Ratulangi.

Penulis adalah juga penyelenggara Pendidikan dan menekuni menulis buku.