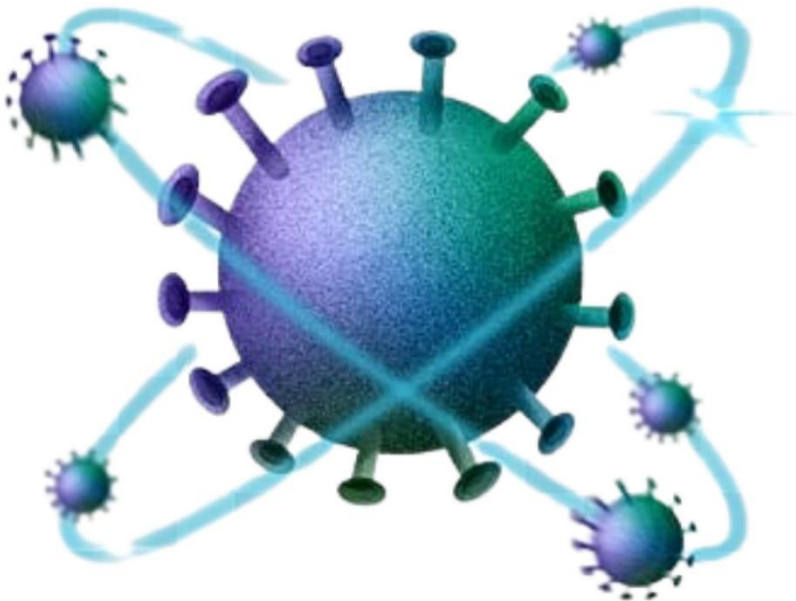


EPIDEMIOLOGI PENYAKIT MENULAR



Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes., Agung Aji Perdana, SKM., M.Epid.,
Muhammad Fikri Rayendra, S.KM., M.Epid., Elly Rosmawati, S.KM., MPH.,
Andini Rahmahdhani, S.KM., MPH., Dr. Maksuk, SKM., M.Kes.,
Agus Erwin Ashari, SKM., M.Kes., Dr. Faiza Yuniati, S.Pd., S.Kep., M.KM.,
dan Resmi Aini, M.Sc.

Epidemiologi Penyakit Menular

Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes.
Agung Aji Perdana, SKM., M.Epid.
Muhammad Fikri Rayendra, S.KM., M.Epid.
Elly Rosmawati, S.KM., MPH.
Andini Rahmahdhani, S.KM., MPH.
Dr. Maksuk, SKM., M.Kes.
Agus Erwin Ashari, SKM., M.Kes.
Dr. Faiza Yuniati, S.Pd., S.Kep., M.KM.
Resmi Aini, M.Sc.

PT BUKULOKA LITERASI BANGSA

Anggota IKAPI: No. 645/DKI/2024



Epidemiologi Penyakit Menular

Penulis : Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes., Agung Aji Perdana, SKM., M.Epid., Muhammad Fikri Rayendra, S.KM., M.Epid., Elly Rosmawati, S.KM., MPH., Andini Rahmahdhani, S.KM., MPH., Dr. Maksuk, SKM., M.Kes., Agus Erwin Ashari, SKM., M.Kes., Dr. Faiza Yuniati, S.Pd., S.Kep., M.KM., dan Resmi Aini, M.Sc.

ISBN : 978-634-250-180-1 (PDF)

Penyunting Naskah : Ahmad Fauzy Pratama, S.Pd.

Tata Letak : Ahmad Fauzy Pratama, S.Pd.

Desain Sampul : Fahri Firliansyah

Penerbit

Penerbit PT Bukuloka Literasi Bangsa

Distributor: PT Yapindo

Kompleks Business Park Kebon Jeruk Blok I No. 21, Jl. Meruya Ilir Raya No. 88, Kelurahan Meruya Utara, Kecamatan Kembangan, Kota Adm. Jakarta Barat, Provinsi DKI Jakarta, Kode Pos: 11620

Email : penerbit.blb@gmail.com

Whatsapp : 0878-3483-2315

Website : bukuloka.com

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak ciptaan tersebut pertama kali dilakukan pengumuman.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Ketentuan Pidana Sanksi Pelanggaran Pasal 2 UU Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta.

Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar berjudul *Epidemiologi Penyakit Menular* ini dapat disusun dan hadir sebagai bahan bacaan yang menjelaskan bagaimana penyebaran penyakit dapat dipahami, diantisipasi, dan dikendalikan secara lebih baik.

Penyakit menular masih menjadi tantangan besar bagi kesehatan masyarakat di berbagai belahan dunia. Pemahaman tentang pola penyebarannya sangat penting untuk mencegah dampak yang lebih luas. Buku ini ditujukan untuk masyarakat umum, termasuk tenaga kesehatan, pendamping komunitas, pengelola layanan kesehatan, serta siapa saja yang ingin mengetahui bagaimana penyakit menular menyebar dan bagaimana upaya pencegahan dapat dilakukan secara efektif.

Dengan bahasa yang mudah dicerna dan uraian yang terstruktur, buku ini diharapkan menjadi jembatan pemahaman antara masyarakat dan dunia kesehatan, agar setiap individu dapat lebih sadar dan tanggap terhadap risiko infeksi di lingkungan sekitar.

Jakarta, Agustus 2025

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Bab 1: Konsep Dasar Epidemiologi Penyakit Menular.....	1
1.1 Pengertian Epidemiologi Penyakit Menular.....	1
1.2 Ciri Khas Penyakit Menular	5
1.3 Komponen Dasar dalam Epidemiologi Penyakit Menular	10
1.4 Peran Riset Epidemiologi Penyakit Menular.....	14
1.5 Latihan Soal.....	18
Bab 2: Klasifikasi dan Karakteristik Agen Infeksius.....	19
2.1 Pengertian Agen Infeksius.....	19
2.2 Klasifikasi Agen Infeksius.....	22
2.3 Karakteristik Agen Infeksius	26
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Agen.....	29
2.5 Latihan Soal.....	32
Bab 3: Rantai Penularan dan Faktor Risiko.....	34
3.1 Konsep Rantai Penularan.....	34
3.2 Komponen Rantai Penularan	38
3.3 Faktor Risiko Penularan Penyakit Menular	41
3.4 Strategi Pemutusan Rantai Penularan	45
3.5 Latihan Soal.....	48
Bab 4: Pentingnya Surveilans Epidemiologi dan Sistem Pelaporan	50
4.1 Pengertian Surveilans Epidemiologi	50
4.2 Jenis Surveilans Epidemiologi.....	54
4.3 Komponen Sistem Surveilans.....	57
4.4 Sistem Pelaporan Penyakit Menular di Indonesia	60

4.5 Tantangan dan Inovasi dalam Surveilans	64
4.6 Latihan Soal.....	67
Bab 5: Investigasi Wabah dan Respons Kedaruratan.....	68
5.1 Pengertian Wabah dan Kedaruratan Kesehatan.....	68
5.2 Peran dan Prinsip Investigasi Wabah	71
5.3 Langkah-langkah Investigasi Wabah.....	75
5.4 Respons Kedaruratan terhadap Wabah.....	78
5.5 Tantangan dalam Investigasi dan Respons Wabah.....	81
5.6 Contoh dalam Investigasi dan Respons Wabah.....	84
5.7 Latihan Soal.....	88
Bab 6: Pencegahan Primer, Sekunder, dan Tersier	89
6.1 Konsep Pencegahan dalam Epidemiologi	89
6.2 Pencegahan Primer	92
6.3 Pencegahan Sekunder	96
6.4 Pencegahan Tersier.....	100
6.5 Implementasi di Lapangan.....	103
6.6 Latihan Soal.....	106
Bab 7: Vaksinasi dan Imunisasi dalam Pengendalian Penyakit	107
7.1 Pengertian Vaksinasi dan Imunisasi	107
7.2 Jenis-Jenis Vaksin dan Cara Kerjanya.....	110
7.3 Peran Imunisasi dalam Pengendalian Penyakit	113
7.4 Tantangan dalam Program Vaksinasi	117
7.5 Latihan Soal.....	121
Bab 8: Epidemiologi Penyakit Zoonotik dan Emerging Diseases	122
8.1 Definisi dan Konsep Dasar	122
8.2 Determinan Munculnya Penyakit	124
8.3 Rantai Penularan Zoonotik	126
8.4 Surveilans dan Deteksi Dini	128

8.5 Pemetaan dan Analisis Spasial	130
8.6 Penyakit Zoonotik Utama.....	132
8.7 Emerging Viral Diseases pada Era Modern.....	137
8.8 Strategi Pencegahan dan Pengendalian	139
8.9 Tantangan dan Peluang ke Depan	141
8.10 Latihan Soal.....	143
Bab 9: Strategi Eliminasi dan Eradikasi Penyakit Menular..	148
9.1 Pengertian Eliminasi dan Eradikasi.....	148
9.2 Syarat Eliminasi dan Eradikasi.....	151
9.3 Strategi Eliminasi dan Eradikasi di Indonesia	154
9.4 Tantangan dalam Upaya Eliminasi dan Eradikasi.....	158
Bab 10: Contoh Penyakit Menular di Indonesia dan Global.	162
10.1 Pengertian Penyakit Menular.....	162
10.2 Penyakit Menular yang Umum di Indonesia	167
10.3 Penyakit Menular yang Umum secara Global	170
10.4 Diagnosis Laboratorium Penyakit Menular.....	174
10.5 Dampak Penyakit Menular terhadap Kesehatan Masyarakat	177
10.6 Latihan Soal.....	181
Profile Penulis.....	182
Daftar Pustaka.....	192

Bab 1: Konsep Dasar Epidemiologi Penyakit Menular

Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes.

1.1 Pengertian Epidemiologi Penyakit Menular

Penyakit menular telah menjadi bagian dari sejarah manusia, seperti kolera, tuberkulosis, dan influenza yang merenggut jutaan nyawa. Memahami penyebarannya penting untuk memetakan kasus, mengenali sumber infeksi, dan menganalisis jalur penularan, guna mengurangi dampaknya bagi masyarakat. Dalam praktik sehari-hari, upaya memahami penyakit menular berfokus pada dua hal utama: bagaimana penyakit menyebar dan siapa yang paling rentan terkena dampaknya. Penyakit menular adalah penyakit yang dapat ditularkan melalui perpindahan agen penyakit. Agen penyakit yaitu bakteri, virus, atau parasit melalui media tertentu seperti air, udara, dan tanah.

Penyakit zoonosis seperti demam berdarah, malaria, atau campak menunjukkan pola penyebaran agen penyakit yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, mobilitas manusia, kepadatan populasi, serta faktor perilaku. Dengan mengenali pola tersebut, pihak berwenang dapat merancang sistem peringatan dini dan upaya

pencegahan yang lebih efektif. Misalnya, lonjakan kasus demam berdarah yang selalu terjadi saat musim hujan dapat dipetakan sebagai pola tahunan yang harus diantisipasi dengan program pengendalian nyamuk dan edukasi masyarakat (World Health Organization, 2023).

Selain memetakan persebaran, penting juga memahami faktor penyebab penyebaran penyakit, seperti sanitasi buruk, terbatasnya akses kesehatan, kebiasaan higienis, dan daya tahan tubuh. Contohnya, kolera sering muncul di daerah dengan air bersih yang kurang memadai. Kolera adalah penyakit yang disebabkan oleh sanitasi dan kondisi hidup yang buruk, dan menyebar luas di seluruh kawasan Wilayah Mediterania Timur.

Antara 2010 dan 2016, Iran, Afghanistan, Pakistan, Yaman, Irak, dan Somalia melaporkan kasus kolera. Pada 2017, wabah terbesar dalam sejarah regional terjadi di Yaman, dengan sekitar 1,3 juta kasus dan lebih dari 2.500 kematian hingga akhir 2018. Somalia juga terdampak cukup serius, dengan lebih dari 75.000 kasus dan 1.000 kematian sejak wabah dimulai pada 2017. Negara lain yang melaporkan impor kasus kolera pada 2017 meliputi Qatar, Arab Saudi, UEA, dan Iran. Terdapat kekhawatiran mengenai meningkatnya resistensi antibiotik terhadap kolera, terutama di Yaman, akibat transfer unsur genetik yang berpindah-pindah (Mostafavi, Ehsan., 2021). Oleh karena itu, penanganan kesehatan harus didukung oleh pemenuhan kebutuhan dasar, seperti pemenuhan akses air bersih dan pengelolaan limbah yang layak.

Epidemiologi adalah cabang ilmu kesehatan yang mempelajari penyebaran dan faktor-faktor yang memengaruhi kesehatan serta munculnya penyakit dalam suatu populasi. Istilah ini berasal dari bahasa Yunani, yaitu epi (di atas/di antara), demos (populasi atau masyarakat), dan logos (ilmu). Menurut Ahrens & Iris dalam buku karya Nangi, Moh.G., dkk., (2019), epidemiologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari bagaimana dan mengapa penyakit muncul serta menyebar di antara kelompok orang yang berbeda.

Selain itu, perlu dipahami bahwa penyebaran penyakit menular tidak terjadi secara acak, melainkan mengikuti pola tertentu dan lebih berisiko pada kelompok populasi tertentu. Misalnya, ibu hamil, bayi dan balita, lansia, serta individu dengan penyakit penyerta cenderung lebih rentan mengalami komplikasi serius jika terinfeksi. Oleh karena itu, upaya perlindungan harus difokuskan secara proporsional kepada kelompok-kelompok yang rentan ini. Program imunisasi atau vaksinasi merupakan salah satu strategi utama, yang bertujuan membangun kekebalan kelompok secara luas (*herd immunity*), sehingga penularan penyakit dapat dikendalikan dan perlindungan tetap diberikan kepada mereka yang belum atau tidak dapat divaksin.

Informasi dari surveilans epidemiologi merupakan kunci utama dalam pengendalian penyakit menular, meliputi data kasus, sebaran geografis, usia, dan hasil laboratorium yang membantu meramalkan tren masa depan. Sistem pencatatan dan pelaporan yang cepat dan akurat sangat penting untuk mendukung kebijakan, seperti

pembatasan mobilitas, protokol kesehatan, dan penyesuaian layanan rumah sakit. Teknologi modern, seperti sistem *surveillance real-time* dan aplikasi pelacakan kontak, mempermudah deteksi dan respons cepat, meskipun keberhasilannya tetap bergantung pada partisipasi masyarakat.

Teknologi modern seperti big data, AI, *blockchain*, IoT, dan *wearable devices* telah merevolusi epidemiologi dengan memungkinkan pemantauan dan prediksi penyakit secara lebih cepat dan akurat. Media sosial dan perangkat seluler menghasilkan volume data besar yang dapat dianalisis untuk melacak penyebaran penyakit, memantau pergerakan orang, dan memahami faktor risiko. Teknologi ini juga memungkinkan berbagi rekam medis secara aman, meningkatkan respons terhadap wabah, dan memfasilitasi komunikasi antara petugas kesehatan dan masyarakat. Meski menawarkan manfaat besar, penerapan teknologi ini memerlukan pelatihan khusus dan menimbulkan tantangan baru dalam bidang kesehatan masyarakat. Secara keseluruhan, integrasi teknologi memperkuat kapasitas sistem kesehatan dalam menanggapi ancaman global dan membutuhkan kolaborasi yang erat antara bidang kesehatan dan teknologi (Pitaloka, Cyntia P., dkk., 2024).

Selain aspek teknis, perilaku masyarakat juga memegang peranan penting, karena penyebaran penyakit sering dipicu oleh ketidaktahuan atau kelalaian dalam menjaga kebersihan. Kampanye edukasi, keterlibatan tokoh masyarakat, dan tindakan sederhana seperti mencuci tangan dan memakai pelindung saat batuk dapat secara signifikan mengurangi penularan. Pengendalian penyakit

menular membutuhkan kolaborasi lintas sektor, termasuk kesehatan, lingkungan, dan pendidikan, serta kebijakan yang memperhatikan faktor sosial dan struktural. Dengan pemahaman yang komprehensif, semua pihak dapat berperan dalam menjaga kesehatan masyarakat secara bersama-sama.

1.2 Ciri Khas Penyakit Menular

Penyakit menular menjadi salah satu tantangan utama dalam bidang kesehatan karena kemampuannya menyebar secara luas dan cepat. Berbeda dengan penyakit tidak menular, penyakit ini disebabkan oleh agen infeksius yang mampu berpindah dari satu individu ke individu lain. Oleh karena itu, memahami karakteristik khas dari penyakit menular sangat penting agar dapat dikenali, dicegah, serta dikendalikan penyebarannya di masyarakat.

Di Indonesia, penyakit menular diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama: penyakit menular langsung, penyakit yang menyebar melalui vektor dan zoonosis, serta penyakit yang bisa dicegah dengan imunisasi. Tiga penyakit yang perlu mendapat perhatian khusus adalah TB, HIV/AIDS, dan malaria, selain penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi (PD3I). Selain itu, perhatian juga diberikan pada penyakit infeksi baru yang menimbulkan keadaan darurat kesehatan masyarakat, serta penyakit tropis yang kurang mendapatkan perhatian (*neglected tropical diseases*) (Luqman et al., 2022).

1.2.1 Kehadiran Agen Infeksius

Ciri paling mendasar dari penyakit menular adalah keterlibatan *agen infeksius*, yaitu organisme mikroskopik seperti virus, bakteri, parasit, atau jamur yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem biologis manusia. Setiap agen ini memiliki karakteristik unik, seperti ukuran, cara replikasi, dan target organ dalam tubuh.

Misalnya, virus seperti *influenza* menyebar dengan sangat cepat melalui udara dan menyerang saluran pernapasan. Sementara bakteri seperti *Mycobacterium tuberculosis* memiliki masa inkubasi panjang dan menyebabkan kerusakan paru secara perlahan. Beberapa parasit seperti *Plasmodium* bahkan memerlukan perantara berupa nyamuk untuk menginfeksi manusia.

Flu burung H5N1 telah dilaporkan di 16 negara dan diperkirakan akan menyebar lebih luas lagi. Pada tahun 2006, virus ini menyebar cepat di wilayah Timur Tengah dan Afrika Utara, menyebabkan wabah besar pada unggas di Afghanistan, Djibouti, Mesir, Iran, Irak, Yordania, Palestina, Pakistan, dan Sudan. Sejak itu, H5N1 menjadi endemik di unggas Mesir, dengan konfirmasi penyebaran di Arab Saudi, Mesir, dan Libya. Kasus manusia pertama kali dilaporkan sejak 2006 di Mesir, Irak, Djibouti, dan Pakistan, dengan Mesir menjadi negara paling terdampak di kawasan ini. Sejauh ini, tercatat 356 kasus manusia dan 121 kematian sejak Oktober 2016, menjadikan tingkat kasus dan kematian tertinggi di dunia. Analisis menunjukkan bahwa suhu lingkungan selama kuartal terpanas menjadi faktor utama

penyebaran di Timur Tengah, terutama terkait dengan penularan di peternakan di Mesir, Kuwait, Arab Saudi, dan Sudan. Meskipun sebagian besar kasus terkait kontak langsung dengan unggas terinfeksi, penularan dari manusia ke manusia juga telah terjadi di Djibouti, Irak, dan Pakistan, meskipun jumlahnya masih terbatas (Mostafavi et al., 2021).

Kehadiran agen-agen ini dapat dikenali melalui gejala klinis tertentu, namun sering kali dibutuhkan pemeriksaan laboratorium untuk konfirmasi. Perbedaan sifat dan cara kerja agen infeksius ini menjadikan strategi penanggulangan yang diterapkan juga bervariasi antar penyakit.

1.2.2 Kemampuan Menular antar Individu

Ciri khas berikutnya adalah kemampuan penyakit ini untuk menyebar dari satu individu ke individu lainnya. Proses ini dikenal sebagai *transmisi*, dan dapat terjadi melalui berbagai jalur, antara lain:

1. **Kontak langsung**, seperti menyentuh luka terbuka atau cairan tubuh penderita.
2. **Udara**, melalui percikan droplet saat batuk atau bersin.
3. **Makanan dan minuman**, yang terkontaminasi agen infeksius.
4. **Vektor**, seperti nyamuk, lalat, atau hewan lainnya yang membawa agen penyebab dari satu inang ke inang lain.

Setiap jalur transmisi ini menentukan seberapa cepat dan luas suatu penyakit menyebar. Penyakit seperti campak atau COVID-19, misalnya, sangat mudah menular melalui udara, sedangkan penyakit

seperti hepatitis B lebih banyak menyebar melalui cairan tubuh. Oleh karena itu, pemahaman terhadap rute penularan sangat penting dalam upaya pencegahan dan kontrol penyakit (Heymann, 2015)

1.2.3 Bersifat Endemis, Epidemis, atau Pandemi

Penyakit menular juga memiliki ciri khas dalam skala penyebarannya. Secara umum, terdapat tiga istilah yang digunakan untuk menggambarkan situasi penyebaran penyakit, yaitu:

1. **Endemis:** Penyakit yang secara konsisten terdapat di suatu wilayah geografis dalam jumlah tertentu. Contoh: demam berdarah di daerah tropis.
2. **Epidemis:** Terjadinya peningkatan kasus penyakit secara tiba-tiba dalam satu wilayah atau populasi. Misalnya, lonjakan kasus tifus pasca bencana banjir.
3. **Pandemis:** Penyebaran penyakit secara luas melintasi negara atau benua. COVID-19 merupakan contoh terkini dari kondisi pandemis yang menyebabkan gangguan kesehatan global.

Selama 2020-2021, Jepang mengalami lima gelombang COVID-19 yang berbeda, dengan varian utama berganti dari B.1.1.114 hingga AY.29. Sejak Januari 2020, pemerintah menerapkan langkah-langkah kesehatan seperti memakai masker, mencuci tangan, dan menghindari kontak dekat di tempat ramai dan tertutup (3C). Sekolah ditutup sementara dari Maret hingga Mei 2020, dan pelarangan masuk dari 73 negara diberlakukan. Vaksinasi dimulai pada Februari 2021 untuk tenaga medis dan April 2021 untuk warga usia ≥ 65 tahun. Jepang juga mengumumkan keadaan

darurat sebanyak empat kali selama periode ini, berupa pembatasan ringan yang mendorong warga untuk tetap di rumah dan mengikuti protokol kesehatan. Setelah 2020, langkah-langkah ini secara bertahap dilonggarkan, dan larangan masuk ke Jepang dicabut pada Juni 2022 (Hirae et al., 2023).

Skala penyebaran ini tidak hanya mencerminkan angka kasus, tetapi juga mencerminkan kesiapan sistem kesehatan masyarakat dalam mengendalikan laju penularan. Dalam banyak kasus, kondisi endemis yang tidak tertangani dengan baik berisiko berkembang menjadi epidemis atau bahkan pandemis.

1.2.4 Dapat Dicegah dengan Tindakan Kesehatan Publik

Meskipun penyakit menular memiliki kemampuan menyebar, sebagian besar dari penyakit ini dapat dicegah melalui intervensi yang tepat. Langkah-langkah pencegahan mencakup:

1. **Vaksinasi:** Melindungi individu dan membentuk kekebalan kelompok (*herd immunity*) untuk mencegah penularan lebih luas. Misalnya, vaksin campak, polio, dan hepatitis.
2. **Perilaku higienis:** Seperti mencuci tangan, menggunakan masker, dan menjaga kebersihan makanan.
3. **Penguatan sistem kesehatan masyarakat:** Termasuk surveilans, pelacakan kontak, dan edukasi masyarakat.

Organisasi Kesehatan Dunia (*World Health Organization*) menekankan pentingnya keterpaduan antara edukasi, intervensi medis, dan kebijakan publik untuk mencegah dan mengendalikan penyakit menular secara efektif (World Health Organization, 2022)

1.3 Komponen Dasar dalam Epidemiologi Penyakit Menular

Penyakit menular tetap menjadi perhatian utama dalam sistem kesehatan global karena dampaknya yang meluas dan cepat. Untuk memahami bagaimana suatu penyakit menyebar, bertahan, dan dapat dikendalikan, perlu diketahui komponen-komponen dasar yang membentuk dinamika penularannya. Komponen ini saling berkaitan dan membentuk suatu sistem yang kompleks, namun dapat dianalisis untuk kepentingan pencegahan dan pengendalian.

Ada lima unsur utama yang menjadi fokus dalam kajian penyebaran penyakit menular: *agent*, *host*, *environment*, rantai penularan, dan mode transmisi. Masing-masing memiliki peran yang menentukan dalam muncul dan berjalannya sebuah kejadian infeksius.

1.3.1 Agen Penyebab Penyakit (*Agent*)

Agen adalah entitas biologis yang menjadi sumber penyakit. Dalam konteks penyakit menular, agen bisa berupa bakteri, virus, jamur, protozoa, maupun parasit lainnya. Sifat agen memengaruhi tingkat keganasan (virulensi), kemampuan untuk menyebabkan penyakit (patogenisitas), dan daya tahan terhadap lingkungan sekitar.

Misalnya, *Mycobacterium tuberculosis* memiliki kemampuan bertahan lama di udara, menjadikannya sangat efektif dalam penularan melalui droplet. Riset Luqman et al., (2022), membahas masalah penyakit menular di Kalimantan Barat,

terutama yang paling utama adalah tuberkulosis (TBC). Hasil analisis menunjukkan bahwa penyakit menular seperti diare, TB, dan demam berdarah masih menjadi masalah utama, dengan tingkat kematian yang cukup tinggi karena TB, HIV/AIDS, difteri, dan DHF. TB dipilih sebagai prioritas utama karena penemuan kasusnya belum maksimal, masih ada penularan di masyarakat, dan kasus pada anak-anak cukup tinggi. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan peningkatan kegiatan skrining dan pencarian kasus secara lebih luas dan akurat, serta pelatihan bagi petugas kesehatan agar pengobatan TB bisa berjalan lebih efektif. Diharapkan langkah-langkah tersebut dapat membantu menekan penyebaran dan meningkatkan pengobatan penyakit TB di Kalimantan Barat.

Di sisi lain, virus seperti HIV membutuhkan media cairan tubuh untuk menyebar. Memahami karakteristik *agent* sangat penting untuk merancang strategi pencegahan, mulai dari desinfeksi hingga pengembangan vaksin (Heymann, 2015).

1.3.2 Individu yang Rentan (*Host*)

Host atau inang adalah individu yang dapat terinfeksi oleh agen tertentu. Kerentanan inang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, imunitas, status gizi, komorbiditas, serta perilaku. Anak-anak dan lansia, misalnya, sering kali memiliki sistem kekebalan yang lebih lemah sehingga lebih mudah tertular penyakit.

Faktor genetik juga dapat memengaruhi seberapa besar risiko seseorang terhadap infeksi tertentu. Misalnya, individu dengan defisiensi G6PD lebih rentan mengalami komplikasi akibat malaria. Selain itu, perilaku seperti mencuci tangan, penggunaan alat

pelindung, serta kebiasaan makan turut menentukan kerentanan terhadap paparan agen infeksius.

1.3.3 Lingkungan (*Environment*)

Environment atau lingkungan mencakup segala faktor eksternal yang dapat memengaruhi interaksi antara *agent* dan *host*. Faktor lingkungan meliputi sanitasi, iklim, kepadatan penduduk, akses layanan kesehatan, hingga faktor sosial budaya.

Contoh yang paling nyata adalah wabah penyakit seperti kolera yang lebih sering terjadi di daerah dengan infrastruktur air bersih yang buruk. Suhu dan kelembaban juga berperan dalam kelangsungan hidup agen tertentu, seperti virus influenza yang lebih stabil di udara dingin dan kering.

Lingkungan kerja juga menjadi bagian dari faktor risiko. Tenaga kesehatan, misalnya, memiliki risiko tinggi terhadap penyakit menular tertentu karena sering terpapar cairan tubuh pasien. Oleh karena itu, intervensi berbasis lingkungan seperti penyediaan ventilasi dan fasilitas sanitasi yang baik menjadi salah satu kunci pengendalian.

1.3.4 Rantai Penularan

Rantai penularan menggambarkan jalur yang dilalui agen dari satu individu ke individu lain. Rantai ini terdiri dari enam komponen: agen infeksius, reservoir, pintu keluar, moda transmisi, pintu masuk, dan inang baru. Gangguan pada salah satu komponen dalam rantai ini dapat memutus penyebaran penyakit.

Sebagai contoh, penggunaan masker pada saat terjadi wabah COVID-19 mengganggu jalur keluar droplet dari individu terinfeksi,

sehingga memperlambat penyebaran. Demikian pula, sterilisasi alat medis menghentikan penularan melalui kontak tidak langsung. Memahami rantai ini sangat penting untuk merancang intervensi yang efektif dan tepat sasaran (Centers for Disease Control and Prevention, 2020)

Analisis dari 2015-2021 di Jepang menunjukkan bahwa pandemi COVID-19 mempengaruhi banyak penyakit menular. Sebagian besar penyakit (75%) menurun selama pandemi, sementara sedikit lain (17%) justru meningkat. Perubahan gaya hidup dan langkah kesehatan selama pandemi turut berpengaruh, membantu mengendalikan sebagian penyakit tapi juga menyebabkan peningkatan penyakit tertentu. Temuan ini penting untuk memahami dampak kebijakan dan perilaku masyarakat selama pandemi (Hirae et al., 2023).

1.3.5 Mode Transmisi

Mode of transmission atau cara penyebaran agen dari satu inang ke inang lainnya dapat dibedakan menjadi beberapa jenis: kontak langsung, kontak tidak langsung, droplet, *airborne* (*melalui udara*), vektor, dan transmisi vertikal dari ibu ke janin.

Penularan secara langsung bisa terjadi melalui sentuhan fisik, hubungan seksual, atau gigitan hewan. Sedangkan penularan tidak langsung melibatkan perantara seperti benda (*fomite*), air, atau makanan. Transmisi melalui udara menjadi tantangan tersendiri karena lebih sulit dikendalikan dan menyebar lebih cepat dalam populasi padat.

Strategi pengendalian biasanya disesuaikan dengan jenis transmisi. Misalnya, penyakit yang menyebar lewat vektor seperti demam berdarah memerlukan pengendalian populasi nyamuk, sementara penyakit dengan penularan melalui udara seperti TBC memerlukan peningkatan ventilasi dan penggunaan masker di ruang publik.

1.4 Peran Riset Epidemiologi Penyakit Menular

Dalam konteks kesehatan masyarakat, pemahaman mengenai penyebaran dan karakteristik penyakit menular menjadi hal yang sangat penting. Aktivitas ini memberikan dasar rasional dalam memantau dan merespons ancaman kesehatan secara kolektif. Tujuan utamanya bukan semata untuk mencatat jumlah kasus, tetapi untuk membentuk sistem yang mampu merespons secara tepat dan berkelanjutan.

1.4.1 Menggambarkan Pola Distribusi Penyakit

Salah satu fokus utama dalam bidang ini adalah memetakan pola distribusi penyakit menular pada kelompok populasi tertentu. Informasi tersebut mencakup waktu, tempat, dan karakteristik individu yang terdampak. Misalnya, peningkatan kasus demam berdarah di wilayah tropis selama musim hujan menunjukkan keterkaitan erat antara lingkungan dan peningkatan risiko kejadian penyakit.

Dengan pemetaan yang rinci, tenaga kesehatan dapat mengenali gejala awal penyebaran penyakit dan melakukan tindakan

mitigasi sebelum terjadi lonjakan kasus yang lebih besar. Hal ini juga membantu dalam penentuan wilayah prioritas untuk intervensi, baik berupa edukasi masyarakat, distribusi alat pelindung diri, maupun kegiatan penyemprotan (*fogging*) dalam kasus vektor seperti nyamuk (Centers for Disease Control and Prevention, 2012)

Chikungunya misalnya, penyakit yang telah terdokumentasi di beberapa negara seperti Djibouti, Pakistan, Arab Saudi, Somalia, Sudan, dan Yaman, dengan kasus impor dari Oman. Riset serologis juga menunjukkan adanya kasus di negara-negara seperti Mesir, Irak, Iran, dan Kuwait. Sejarah penyakit ini di wilayah Timur Tengah dan Afrika Utara bermula dari tahun 1658 di Mesir, namun konfirmasi resmi baru dilakukan pada 2011 di Yaman setelah terjadi wabah besar yang melibatkan lebih dari 15.000 kasus. Di Pakistan, bukti serologis pertama kali ditemukan pada 1983, namun tidak ada laporan kasus hingga 2011, ketika jumlah kasus melonjak drastis menjadi 8.330 pada 2017, meningkat dari 405 kasus di tahun sebelumnya. Karena ada vektor yang dapat menyebarkan virus dan orang yang terinfeksi bisa bepergian ke berbagai negara, risiko penyebaran chikungunya ke negara-negara tetangga yang sebelumnya tidak terinfeksi sangat tinggi. Hal ini menunjukkan adanya bahaya tersembunyi yang perlu diwaspadai (Mostafavi et al., 2021).

1.4.2 Menelusuri Sumber Penularan dan Faktor Risiko

Langkah selanjutnya adalah mengenali faktor-faktor yang meningkatkan kemungkinan seseorang terinfeksi. Ini termasuk

aspek gaya hidup, kondisi tempat tinggal, pekerjaan, serta riwayat kontak dengan individu atau lingkungan yang terkontaminasi.

Mengetahui sumber penularan memberikan kejelasan mengenai mekanisme penyebaran penyakit. Sebagai contoh, penularan melalui droplet, seperti yang terjadi pada infeksi saluran pernapasan, membutuhkan intervensi yang berbeda dibandingkan dengan penularan melalui air atau makanan. Pemahaman ini penting untuk menentukan strategi pencegahan yang tepat sasaran, seperti penggunaan masker, cuci tangan, atau perbaikan sanitasi lingkungan.

Faktor risiko seperti gizi buruk, kepadatan penduduk, dan kurangnya akses layanan kesehatan juga perlu dicermati karena dapat memperburuk situasi. Pemetaan terhadap faktor ini membantu menyusun langkah sistematis untuk memutus rantai penyebaran penyakit.

1.4.3 Merancang Strategi Pencegahan dan Tindakan Pengendalian

Tujuan selanjutnya adalah membentuk dasar dalam perencanaan intervensi. Dengan adanya data distribusi dan identifikasi faktor risiko, maka tindakan pencegahan dapat dirancang secara lebih efektif.

Tindakan tersebut mencakup kampanye vaksinasi, karantina wilayah, peningkatan kualitas air bersih, hingga penguatan sistem layanan kesehatan primer. Strategi yang tepat mampu mengurangi angka kesakitan dan kematian secara signifikan, serta

meminimalkan beban ekonomi dan sosial akibat penyakit yang berulang.

Selain itu, evaluasi terhadap intervensi yang telah dilakukan juga menjadi bagian penting dalam siklus pengendalian penyakit. Evaluasi ini memberikan masukan berharga mengenai langkah mana yang perlu diperkuat, dikurangi, atau dihentikan (World Health Organization, 2020).

1.4.4 Memberikan Dasar Informasi bagi Pengambilan Kebijakan

Informasi yang dikumpulkan dalam proses ini juga berguna dalam penyusunan regulasi dan pedoman teknis yang mendukung sistem kesehatan nasional. Pembuat kebijakan memerlukan data yang akurat untuk mengambil keputusan dalam hal distribusi sumber daya, pengadaan vaksin, serta penetapan status kejadian luar biasa atau *outbreak*.

Tidak hanya itu, informasi tersebut juga digunakan dalam sistem kewaspadaan dini. Ketika terjadi peningkatan jumlah kasus yang tidak lazim, sistem ini akan memberikan peringatan awal kepada otoritas kesehatan dan masyarakat agar segera mengambil tindakan pengamanan.

Di era digital saat ini, sistem pelaporan berbasis daring dan penggunaan teknologi seperti *machine learning* mulai diintegrasikan untuk mempercepat proses analisis dan prediksi penyebaran penyakit. Ini menunjukkan bahwa peran data dalam pencegahan dan mitigasi semakin penting dan strategis (J. Lee et al., 2020)

1.5 Latihan Soal

1. Jelaskan pengertian epidemiologi penyakit menular.
2. Apa saja ciri khas dari penyakit menular?
3. Sebutkan dan jelaskan tiga komponen utama dalam epidemiologi penyakit menular.
4. Mengapa riset epidemiologi penting dalam pengendalian penyakit menular?
5. Jelaskan hubungan antara *host*, agen, dan lingkungan dalam penyebaran penyakit.

Bab 2: Klasifikasi dan Karakteristik Agen Infeksius

Agung Aji Perdana, SKM., M.Epid.

2.1 Pengertian Agen Infeksius

Penyakit infeksi muncul sebagai hasil dari interaksi kompleks antara manusia dan organisme yang dapat menyerang tubuh dan mengganggu keseimbangan sistem biologis. Organisme inilah yang dikenal sebagai agen infeksius. Meskipun ukurannya sangat kecil, keberadaan agen infeksius telah memberikan dampak besar terhadap kehidupan manusia, baik dari sisi kesehatan individu maupun dinamika sosial masyarakat secara luas.

Secara umum, agen infeksius adalah makhluk hidup mikroskopis yang mampu menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia. Mereka dapat berupa virus, bakteri, jamur, protozoa, dan parasit multiseluler seperti cacing. Setiap jenis memiliki karakteristik unik, baik dalam hal struktur, kemampuan bertahan hidup, cara berkembang biak, hingga pola penyebaran dari satu inang ke inang lainnya. Kemampuan mereka untuk menginfeksi tubuh manusia bergantung pada kecocokan dengan jaringan target serta respons kekebalan tubuh yang dihadapinya.

Virus merupakan salah satu bentuk agen infeksius yang paling dikenal luas. Organisme ini tidak memiliki struktur seluler

lengkap dan hanya dapat berkembang biak di dalam sel hidup. Virus membawa materi genetik berupa *RNA* atau *DNA*, yang akan mengendalikan sel inang untuk memproduksi partikel virus baru. Contoh paling nyata dari dampak virus adalah infeksi *influenza*, *hepatitis*, dan *coronavirus* seperti SARS-CoV-2 yang menyebabkan pandemi global. Karena sifatnya yang sangat kecil dan tidak memiliki kemampuan hidup mandiri, virus sangat sulit dikendalikan, dan sering kali menjadi tantangan besar dalam sistem pelayanan kesehatan (Knipe & Howley, 2020).

Berbeda dengan virus, bakteri adalah organisme bersel satu yang dapat hidup di berbagai lingkungan, termasuk dalam tubuh manusia. Tidak semua bakteri bersifat merugikan. Bahkan, sebagian besar bakteri yang hidup dalam tubuh memiliki peran penting, seperti dalam proses pencernaan dan pembentukan vitamin. Namun, beberapa jenis seperti *Mycobacterium tuberculosis* atau *Salmonella typhi* merupakan agen penyakit serius yang membutuhkan penanganan khusus. Infeksi bakteri umumnya dapat diatasi dengan antibiotik, tetapi penyalahgunaan dan penggunaan yang tidak tepat telah menyebabkan munculnya resistansi, yakni kemampuan bakteri untuk bertahan terhadap obat-obatan yang seharusnya membunuhnya.

Jamur dan protozoa juga termasuk dalam kelompok agen infeksius, meskipun infeksi mereka cenderung terjadi pada kondisi tertentu. Infeksi jamur seperti *Candidiasis* biasanya menyerang individu dengan daya tahan tubuh lemah atau setelah penggunaan antibiotik jangka panjang. Sementara protozoa seperti *Plasmodium*

yang menyebabkan malaria menyebar melalui perantara nyamuk dan banyak ditemukan di wilayah tropis dengan sanitasi lingkungan yang kurang memadai. Keberadaan agen-agen ini sering kali menunjukkan bahwa kondisi lingkungan memiliki pengaruh besar terhadap munculnya infeksi.

Selain itu, terdapat parasit multiseluler seperti cacing pita dan cacing gelang yang menginfeksi tubuh melalui makanan atau air yang terkontaminasi. Parasit ini sering menyerang sistem pencernaan dan menyerap nutrisi dari tubuh inangnya, sehingga menyebabkan malnutrisi dan gangguan kesehatan lainnya, terutama pada anak-anak. Pemberantasan parasit sangat tergantung pada kebersihan lingkungan dan edukasi perilaku hidup sehat.

Karakteristik agen infeksius tidak hanya terletak pada jenis dan bentuk biologisnya, tetapi juga pada cara penularan dan adaptasi terhadap lingkungan. Beberapa agen menyebar melalui udara, seperti *tuberculosis*, sementara lainnya ditularkan melalui makanan, air, darah, atau vektor seperti nyamuk dan kutu. Ada pula agen yang bertahan lama di lingkungan luar dan tetap infeksius setelah berjam-jam, bahkan berhari-hari, seperti spora bakteri *Clostridium difficile*. Keberagaman ini menunjukkan bahwa pengendalian agen infeksius tidak dapat dilakukan dengan satu strategi tunggal, melainkan harus disesuaikan dengan sifat biologis dan cara penyebarannya (CDC, 2021).

Dalam konteks kesehatan masyarakat, penting untuk memahami bahwa pengenalan terhadap agen infeksius merupakan langkah awal untuk mencegah penyebaran lebih lanjut. Penggunaan

alat pelindung diri, praktik cuci tangan, kebersihan makanan, dan pengendalian vektor merupakan cara-cara dasar yang efektif dalam menekan infeksi. Selain itu, pemahaman masyarakat tentang bagaimana penyakit menyebar juga sangat penting dalam membangun ketahanan komunitas terhadap berbagai ancaman infeksi.

Agen infeksius adalah bagian alami dari ekosistem kehidupan. Sebagian dari mereka mungkin telah hidup berdampingan dengan manusia selama ribuan tahun. Namun, perubahan pola hidup, globalisasi, perubahan iklim, serta degradasi lingkungan telah menyebabkan kemunculan kembali penyakit lama dan munculnya jenis infeksi baru. Oleh karena itu, pemahaman yang utuh tentang agen penyebab penyakit tetap menjadi fondasi penting dalam upaya menjaga kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

2.2 Klasifikasi Agen Infeksius

Agen infeksius adalah organisme yang memiliki kemampuan untuk masuk ke dalam tubuh inang dan menimbulkan penyakit. Mereka tersebar luas di lingkungan dan dapat menyerang manusia melalui berbagai rute, seperti pernapasan, kontak langsung, makanan, atau vektor hewan. Untuk memahami cara kerja dan strategi pengendalian yang efektif, penting untuk mengenali klasifikasi dasar agen infeksius berdasarkan jenis biologisnya. Umumnya, agen ini dikelompokkan menjadi enam kategori: virus, bakteri, jamur, protozoa, helminth, dan *arthropoda*.

2.2.1 Virus: Mikroorganisme Non-Seluler

Virus merupakan agen infeksius terkecil yang tidak memiliki struktur seluler. Mereka hanya terdiri atas materi genetik berupa DNA atau RNA, yang dilindungi oleh lapisan protein (*capsid*), dan dalam beberapa jenis, dibungkus oleh membran lipid.

Karena tidak memiliki sistem metabolisme sendiri, virus hanya dapat memperbanyak diri di dalam sel inang. Setelah berhasil menginfeksi, virus akan mengambil alih mekanisme replikasi sel inang untuk menggandakan dirinya. Contoh virus yang umum dikenal antara lain *influenza virus*, *HIV* penyebab AIDS, dan *SARS-CoV-2*, virus yang menyebabkan COVID-19.

Virus dapat menyebabkan berbagai bentuk penyakit, mulai dari infeksi saluran napas ringan hingga gangguan sistemik yang berakibat fatal. Tingkat mutasi yang tinggi pada beberapa virus, seperti influenza, menjadikan upaya pencegahan melalui vaksinasi perlu diperbarui secara berkala (Fields et al., 2020).

2.2.2 Bakteri: Organisme Prokariotik Bersel Satu

Bakteri adalah organisme bersel satu yang tidak memiliki inti sejati (prokariotik), tetapi memiliki struktur sel yang lengkap untuk hidup dan berkembang biak secara mandiri. Beberapa bakteri bersifat patogen, sedangkan sebagian lainnya hidup bersimbiosis di tubuh manusia, seperti di usus, dan membantu proses pencernaan.

Contoh bakteri patogen antara lain *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab tuberkulosis, dan *Escherichia coli*, yang dapat menyebabkan infeksi saluran kemih atau gangguan pencernaan. Bakteri memiliki kemampuan untuk bertahan hidup

dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, dan banyak di antaranya dapat berkembang dengan cepat.

Penggunaan antibiotik menjadi strategi utama dalam penanggulangan infeksi bakteri, namun penyalahgunaan dan resistensi antibiotik menjadi tantangan besar di era saat ini.

2.2.3 Jamur (Fungi): Organisme Eukariotik yang Bersifat Opportunistik

Jamur merupakan organisme eukariotik yang dapat tumbuh sebagai uniseluler (ragi) maupun multiseluler (filamen). Sebagian besar jamur hidup di lingkungan tanpa menimbulkan penyakit, tetapi beberapa jenis bersifat oportunistik dan dapat menyebabkan infeksi pada individu dengan sistem imun lemah.

Contoh jamur yang bersifat patogen adalah *Candida albicans*, penyebab kandidiasis, dan *Aspergillus spp.* yang dapat menyebabkan infeksi paru. Infeksi jamur dapat bersifat superfisial, seperti pada kulit dan kuku, maupun sistemik yang lebih serius.

Pengendalian infeksi jamur memerlukan pengobatan antijamur khusus dan penguatan sistem kekebalan tubuh, terutama pada pasien imunokompromis seperti penderita HIV atau pasien kemoterapi.

2.2.4 Protozoa: Organisme Uniseluler di Lingkungan Cair

Protozoa adalah organisme bersel satu yang hidup di lingkungan lembap atau cairan tubuh. Mereka bersifat eukariotik dan dapat bergerak menggunakan flagela, silia, atau pseudopodia. Sebagian besar protozoa bersifat patogen dan menular melalui air atau vektor serangga.

Contoh paling dikenal adalah *Plasmodium spp.*, agen penyebab malaria, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles*. Selain itu, *Entamoeba histolytica* juga merupakan protozoa yang menyebabkan disentri amuba.

Penanganan infeksi protozoa memerlukan terapi khusus, dan pencegahannya sering kali berhubungan dengan pengendalian vektor atau sanitasi lingkungan.

2.2.5 Helminth: Cacing Parasit Multiseluler

Helminth adalah kelompok cacing parasit yang menyerang saluran pencernaan, darah, atau jaringan tubuh manusia. Umumnya terdiri dari tiga kelompok besar: nematoda (cacing gelang), trematoda (cacing pipih), dan cestoda (cacing pita).

Contoh helminth adalah *Ascaris lumbricoides*, yang menginfeksi usus dan menyebabkan gangguan pencernaan serta malnutrisi. Infeksi cacing lebih sering terjadi di lingkungan dengan sanitasi buruk dan keterbatasan akses terhadap air bersih.

Strategi pengendalian meliputi pemberian obat cacing secara berkala, edukasi kebersihan pribadi, dan perbaikan sanitasi lingkungan.

2.2.6 Arthropoda: Vektor Penularan Penyakit

Kelompok terakhir adalah *arthropoda*, yaitu serangga atau hewan kecil berkaki beruas yang berperan sebagai vektor penyebaran agen infeksius. Mereka tidak selalu menyebabkan penyakit secara langsung, tetapi menjadi media perantara bagi agen infeksius lain.

Contoh *arthropoda* penting dalam penularan penyakit adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus dengue, serta kutu *Ixodes* yang menularkan bakteri penyebab penyakit Lyme. Pengendalian vektor sangat penting dalam memutus rantai penularan penyakit berbasis lingkungan.

2.3 Karakteristik Agen Infeksius

Agen infeksius merupakan pusat dari siklus penyakit menular. Setiap agen memiliki sifat unik yang memengaruhi kemampuannya untuk menginfeksi, menyebabkan penyakit, menyebar, dan bahkan bertahan dalam lingkungan tertentu. Pemahaman terhadap karakteristik agen ini sangat penting, karena menjadi dasar dalam pengembangan intervensi kesehatan, pencegahan, serta strategi pengendalian penyakit.

Beberapa karakteristik yang paling penting untuk dianalisis meliputi *infektivitas*, *patogenisitas*, *virulensi*, *imunogenisitas*, dan *transmissibilitas*. Masing-masing elemen ini menggambarkan kemampuan biologis agen infeksius untuk berinteraksi dengan tubuh manusia, membentuk gejala klinis, dan menyebar ke populasi lainnya.

2.3.1 Infektivitas

Infektivitas merujuk pada kemampuan suatu agen untuk masuk, bertahan, dan berkembang biak dalam tubuh inang. Agen yang memiliki infektivitas tinggi dapat menginfeksi individu meskipun hanya dalam jumlah kecil. Sebagai contoh, virus campak

(*measles virus*) dikenal memiliki *infektivitas* yang sangat tinggi, sehingga mudah menyebar bahkan melalui kontak singkat.

Faktor yang memengaruhi *infektivitas* antara lain cara masuknya agen ke dalam tubuh (misalnya melalui saluran pernapasan atau pencernaan), kemampuan agen untuk menghindari sistem kekebalan, serta efisiensi replikasi dalam jaringan inang. Semakin tinggi *infektivitas*, semakin besar potensi suatu penyakit untuk menular dalam populasi (Heymann, 2015).

2.3.2 Patogenisitas

Patogenisitas menunjukkan kemampuan agen untuk menyebabkan penyakit setelah berhasil menginfeksi inangnya. Tidak semua agen yang berhasil masuk ke tubuh akan menimbulkan penyakit. Beberapa mungkin bersifat laten, hidup dalam tubuh tanpa menimbulkan gejala, atau hanya memicu respons ringan.

Agen dengan *patogenisitas* tinggi hampir selalu menyebabkan gangguan klinis begitu infeksi terjadi. Misalnya, virus rabies hampir selalu memicu gejala fatal setelah masa inkubasi selesai, menjadikannya sangat *patogenik*. Dalam hal ini, penting membedakan antara infeksi subklinis dan infeksi simtomatik agar intervensi kesehatan bisa disesuaikan.

2.3.3 Virulensi

Berbeda dari *patogenisitas*, *virulensi* mengacu pada derajat keparahan penyakit yang disebabkan oleh agen tersebut. Dua agen bisa saja sama-sama *patogenik*, tetapi memiliki *virulensi* yang berbeda. Misalnya, bakteri *Escherichia coli* memiliki banyak strain; beberapa menyebabkan diare ringan, sementara yang lain bisa

memicu *hemolytic uremic syndrome*, kondisi serius yang mengancam jiwa.

Penilaian *virulensi* biasanya mencakup tingkat kematian (letalitas), jumlah komplikasi, serta dampak jangka panjang bagi pasien. Agen dengan *virulensi* tinggi perlu penanganan cepat dan tepat karena berisiko memicu lonjakan beban layanan kesehatan dalam waktu singkat.

2.3.4 Imunogenisitas

Imunogenisitas adalah kemampuan agen untuk merangsang sistem kekebalan tubuh menghasilkan respons imun. Agen yang memiliki *imunogenisitas* tinggi dapat memicu produksi antibodi atau memori imunologis yang bertahan lama. Hal ini menjadi dasar dari pengembangan vaksin.

Sebagai contoh, virus hepatitis B diketahui memiliki *imunogenisitas* yang cukup kuat, sehingga vaksin yang dikembangkan mampu memberikan perlindungan jangka panjang. Sebaliknya, virus HIV cenderung memiliki *imunogenisitas* rendah karena sifat mutasinya yang cepat dan kemampuan untuk menyerang sistem kekebalan itu sendiri.

Respons imun yang kuat juga dapat menjadi pedang bermata dua. Dalam beberapa kasus, *imunogenisitas* yang tinggi menyebabkan gejala menjadi lebih berat akibat reaksi berlebihan sistem kekebalan, seperti pada kasus *cytokine storm*.

2.3.5 Transmissibilitas

Transmissibilitas mengacu pada kemampuan agen untuk berpindah dari satu individu ke individu lain. Ini sangat menentukan

seberapa cepat penyakit menyebar dalam suatu komunitas. Agen dengan *transmissibilitas* tinggi dapat menyebar secara luas dan memicu wabah dalam waktu singkat. Ukuran yang umum digunakan untuk menggambarkan ini adalah *basic reproduction number* atau R_0 , yaitu rata-rata jumlah individu yang dapat tertular oleh satu orang yang terinfeksi dalam populasi yang rentan.

Penyakit seperti campak memiliki nilai R_0 tinggi, sekitar 12–18, sementara Ebola memiliki nilai lebih rendah, sekitar 1–2, meskipun *virulensinya* sangat tinggi (CDC, 2020). Strategi isolasi, karantina, dan vaksinasi banyak didasarkan pada pemahaman tentang *transmissibilitas* agen.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Agen

Agen infeksius merupakan entitas biologis yang memiliki potensi untuk menyebabkan gangguan kesehatan pada inangnya. Tingkat keberhasilan agen dalam menginfeksi serta menyebabkan penyakit tidak hanya bergantung pada keberadaannya semata, tetapi juga dipengaruhi oleh serangkaian faktor biologis, lingkungan, dan interaksi dengan tubuh inang. Memahami faktor-faktor ini sangat penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit menular, terutama dalam konteks perencanaan respons kesehatan masyarakat.

2.4.1 Stabilitas Agen di Lingkungan

Stabilitas agen di luar tubuh inang merupakan faktor pertama yang menentukan kemampuannya dalam menyebar. Agen yang tahan terhadap suhu ekstrem, sinar ultraviolet, dan kekeringan memiliki kemungkinan lebih besar untuk bertahan dalam lingkungan dan menjangkau inang baru. Misalnya, virus hepatitis B dikenal memiliki stabilitas tinggi di luar tubuh dan dapat tetap menular meskipun berada di permukaan benda selama beberapa hari.

Sebaliknya, agen yang rentan terhadap lingkungan, seperti virus influenza yang mudah rusak oleh panas dan sinar matahari, memerlukan kondisi khusus agar tetap infeksius. Oleh karena itu, pemahaman tentang ketahanan agen ini menjadi dasar dalam merancang strategi pembersihan permukaan, penggunaan disinfektan, dan tindakan sanitasi lainnya (Murray et al., 2021).

2.4.2 Dosis Infeksius Minimum

Setiap agen infeksius memiliki ambang dosis tertentu untuk dapat memulai infeksi pada inang. Dosis infeksius minimum adalah jumlah partikel mikroorganisme yang dibutuhkan agar infeksi terjadi secara efektif. Semakin kecil dosis yang diperlukan, semakin tinggi potensi penularan suatu agen. Misalnya, norovirus dapat menyebabkan infeksi hanya dengan sejumlah kecil partikel virus, menjadikannya sangat mudah menyebar dalam lingkungan padat seperti kapal pesiar atau asrama.

Dosis ini juga berperan penting dalam analisis risiko dan pembuatan pedoman keselamatan, terutama dalam situasi wabah. Mengetahui jumlah minimum agen yang diperlukan untuk

menyebabkan infeksi dapat membantu tenaga kesehatan dalam menentukan standar pemakaian alat pelindung dan estimasi potensi transmisi (Mandell et al., 2015).

2.4.3 Jalur Masuk Agen ke Tubuh

Cara agen memasuki tubuh inang—melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan, kulit yang terluka, atau mukosa—sangat memengaruhi keberhasilan infeksi. Jalur masuk menentukan jenis respons tubuh yang akan muncul serta bentuk pertahanan yang diaktifkan.

Agen yang masuk melalui inhalasi, seperti *Mycobacterium tuberculosis*, memanfaatkan partikel aerosol kecil yang dapat mencapai alveolus paru-paru. Sementara itu, agen yang masuk melalui saluran pencernaan, seperti *Salmonella*, harus bertahan terhadap asam lambung dan enzim pencernaan. Faktor ini berkontribusi pada desain intervensi—seperti penggunaan masker untuk melindungi saluran pernapasan atau penyediaan air bersih untuk mencegah penyakit melalui jalur oral.

2.4.4 Kecepatan Replikasi dan Mutasi

Tingkat reproduksi agen dalam tubuh inang menentukan kecepatan timbulnya gejala dan potensi penyebaran lebih lanjut. Agen yang memiliki waktu replikasi cepat dapat menyebabkan infeksi dalam waktu singkat, meningkatkan risiko penularan sebelum gejala muncul.

Di sisi lain, kemampuan agen untuk mengalami mutasi, terutama pada virus RNA seperti SARS-CoV-2, membuatnya mampu menghindari pengenalan oleh sistem imun. Mutasi dapat

menyebabkan perubahan pada struktur protein permukaan, yang berdampak pada efektivitas terapi dan kekebalan yang terbentuk sebelumnya. Oleh karena itu, agen dengan kemampuan mutasi tinggi membutuhkan pemantauan terus-menerus melalui sistem pengawasan global (*global surveillance*) (Duffy, 2018).

2.4.5 Respons Imun Inang

Respons sistem imun tubuh merupakan garis pertahanan utama terhadap infeksi. Kemampuan agen untuk menghindari atau menekan sistem imun sangat menentukan keberhasilannya dalam menyebabkan penyakit. Beberapa agen, seperti virus HIV, secara aktif menyerang sel imun dan menyebabkan penurunan kekebalan tubuh. Sementara itu, bakteri seperti *Helicobacter pylori* mampu bertahan dalam lingkungan asam lambung dan menghindari pengenalan oleh sistem imun selama bertahun-tahun.

Faktor-faktor seperti usia, status gizi, penyakit penyerta, dan riwayat imunisasi turut memengaruhi kemampuan tubuh untuk merespons agen secara efektif. Oleh karena itu, strategi pencegahan seperti pemberian vaksin dan peningkatan status gizi menjadi penting dalam mengurangi dampak infeksi.

2.5 Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan agen infeksius?
2. Sebutkan lima klasifikasi utama agen infeksius beserta contohnya.
3. Jelaskan perbedaan antara infektivitas dan patogenisitas.

4. Apa yang dimaksud dengan virulensi dan bagaimana pengaruhnya terhadap suatu penyakit?
5. Sebutkan dan jelaskan dua faktor yang mempengaruhi transmisi agen infeksius.

Bab 3: Rantai Penularan dan Faktor Risiko

Muhammad Fikri Rayendra, S.KM., M.Epid.

3.1 Konsep Rantai Penularan

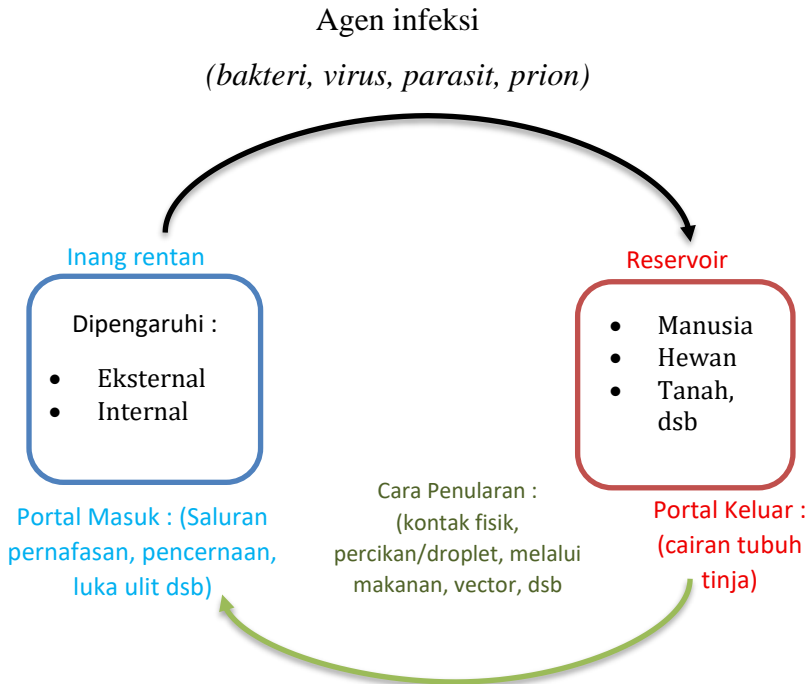
Penyebaran penyakit menular bukanlah suatu peristiwa yang terjadi secara acak. Ada proses yang saling berkaitan dan terstruktur, di mana satu komponen memungkinkan terjadinya kontak dengan komponen lainnya, hingga akhirnya agen penyebab penyakit dapat berpindah dari satu individu ke individu lain. Proses ini dikenal sebagai rantai penularan. Pemahaman yang menyeluruh terhadap setiap bagian dari rantai ini sangat penting untuk menghentikan penyebaran infeksi yang dapat membahayakan populasi secara luas.

Rantai penularan terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu agen penyebab, reservoir (tempat hidup agen), pintu keluar dari tubuh sumber, cara penularan, pintu masuk ke tubuh inang baru, dan inang yang rentan. Masing-masing komponen ini memiliki peran penting dalam menjaga keberlangsungan siklus penyebaran suatu penyakit. Apabila salah satu bagian dari rantai tersebut berhasil diputus, maka penularan penyakit pun dapat dihentikan atau ditekan secara signifikan.

Komponen pertama dari rantai ini adalah agen penyebab, yang dapat berupa virus, bakteri, jamur, atau parasit. Seperti telah

dijelaskan sebelumnya, setiap jenis agen memiliki karakteristik unik dalam hal daya tahan terhadap lingkungan, cara berkembang biak, dan respons terhadap sistem kekebalan tubuh manusia. Keberadaan agen ini tidak selalu berarti penyakit akan terjadi, tetapi akan menjadi ancaman ketika kondisi lingkungan dan inang mendukung proses infeksi.

Reservoir adalah tempat di mana agen penyebab hidup, tumbuh, dan berkembang biak. Reservoir ini bisa berupa manusia, hewan, atau lingkungan sekitar. Dalam beberapa kasus, reservoir manusia merupakan sumber utama penularan, seperti pada *influenza* atau campak. Namun, penyakit lain seperti rabies atau leptospirosis ditularkan dari hewan, sedangkan agen seperti *Legionella* dapat ditemukan di air dan sistem pendingin. Mengetahui reservoir sangat penting untuk memahami dari mana suatu infeksi berasal dan bagaimana ia dapat dicegah (CDC, 2020).



Gambar Ilustrasi Penularan Penyakit

Selanjutnya, pintu keluar adalah jalur di mana agen meninggalkan tubuh sumber. Ini bisa melalui saluran pernapasan, pencernaan, kulit yang luka, atau cairan tubuh seperti darah dan urin. Contohnya, virus yang menyebabkan *tuberkulosis* menyebar melalui udara ketika orang yang terinfeksi batuk atau bersin. Menjaga kebersihan diri dan penggunaan pelindung seperti masker menjadi langkah penting untuk mencegah pelepasan agen dari tubuh sumber ke lingkungan.

Cara penularan adalah tahap penting dalam rantai ini. Penularan bisa terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Penularan langsung melibatkan kontak fisik antara orang sehat dengan individu yang terinfeksi, seperti melalui sentuhan atau

pertukaran cairan tubuh. Sementara itu, penularan tidak langsung bisa terjadi melalui media perantara seperti udara, air, makanan, atau benda mati (*fomite*) yang telah terkontaminasi. Bahkan, beberapa penyakit ditularkan melalui vektor seperti nyamuk atau lalat, yang membawa agen dari satu inang ke inang lain (WHO, 2022).

Setelah agen menemukan media penularan yang efektif, ia akan memasuki tubuh inang baru melalui pintu masuk. Ini bisa berupa saluran pernapasan, mulut, luka terbuka, atau mukosa. Pintu masuk ini umumnya serupa dengan pintu keluar dari tubuh sumber. Misalnya, penyakit yang keluar melalui saluran napas biasanya juga masuk ke tubuh melalui saluran napas orang lain. Oleh karena itu, menjaga integritas pintu masuk, seperti dengan menjaga kebersihan luka atau menghindari konsumsi makanan tidak higienis, sangat penting untuk mencegah infeksi.

Komponen terakhir dari rantai ini adalah inang yang rentan, yaitu individu yang memiliki kemungkinan besar untuk terinfeksi. Kerentanan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, status gizi, kondisi kekebalan tubuh, dan adanya penyakit lain yang menyertai. Bayi, lansia, dan penderita gangguan imunitas menjadi kelompok yang sangat berisiko. Oleh karena itu, intervensi seperti imunisasi dan peningkatan daya tahan tubuh menjadi cara strategis untuk melindungi kelompok ini.

Memahami rantai penularan bukan sekadar teori, melainkan panduan praktis dalam merancang langkah-langkah pengendalian yang efektif. Setiap bagian dari rantai bisa menjadi titik intervensi. Misalnya, penggunaan *hand sanitizer* dapat memutus penularan dari

permukaan benda, sementara pelaksanaan karantina dapat menghentikan perpindahan agen dari satu individu ke individu lain. Bahkan edukasi tentang etika batuk dan bersin pun mampu mengurangi risiko pelepasan agen ke udara bebas.

Penting untuk dicatat bahwa upaya memutus rantai penularan membutuhkan keterlibatan seluruh lapisan masyarakat. Tidak cukup hanya mengandalkan tenaga kesehatan, tetapi diperlukan kesadaran kolektif dalam menjaga kebersihan, mengikuti aturan kesehatan, dan saling melindungi. Keberhasilan dalam menekan penyebaran infeksi sangat bergantung pada kepatuhan terhadap prinsip-prinsip sederhana namun berdampak besar.

3.2 Komponen Rantai Penularan

Pemahaman tentang proses penyebaran penyakit menular sangat penting untuk mengidentifikasi titik-titik kritis yang dapat menjadi fokus intervensi kesehatan masyarakat. Salah satu konsep dasar dalam hal ini adalah *rantai penularan*, yaitu urutan kejadian yang menggambarkan bagaimana agen infeksius menyebar dari satu individu atau sumber ke individu lain. Untuk terjadinya infeksi, seluruh komponen dalam rantai ini harus saling terhubung. Apabila salah satu mata rantai terputus, maka proses penularan dapat dihentikan.

Rantai penularan terdiri atas enam komponen utama: agen infeksius, reservoir, portal keluar, cara penularan, portal masuk, dan

inang yang rentan. Setiap komponen memiliki peran khas dalam mempertahankan dan menyebarkan penyakit.

3.2.1 Agen Infeksius: Pemicu Awal Penyakit

Agen infeksius adalah mikroorganisme yang menjadi penyebab utama timbulnya penyakit. Mereka bisa berupa virus, bakteri, jamur, protozoa, atau parasit lainnya. Agen ini memiliki karakteristik yang menentukan tingkat keganasan (*virulensi*), masa inkubasi, serta kemampuan bertahan hidup di luar tubuh inang.

Contohnya, virus *hepatitis B* memiliki kemampuan bertahan di luar tubuh manusia selama beberapa hari, sehingga tetap infeksius meskipun berada di permukaan benda mati. Agen infeksius menjadi titik awal dalam rantai penularan dan tidak dapat dilepaskan dari proses infeksi secara keseluruhan.

3.2.2 Reservoir: Sumber Kehidupan Agen

Reservoir adalah tempat di mana agen infeksius hidup, berkembang biak, dan dari situ menyebar ke inang lain. Reservoir bisa berupa manusia, hewan, maupun lingkungan abiotik seperti air dan tanah. Dalam beberapa kasus, reservoir tidak menunjukkan gejala sakit tetapi tetap dapat menularkan penyakit.

Sebagai contoh, manusia dapat menjadi *carrier* bakteri *Salmonella typhi* tanpa mengalami gejala, namun tetap menularkan bakteri tersebut melalui tinja. Sementara itu, kelelawar diketahui sebagai reservoir alami dari beberapa virus seperti *Nipah* dan *coronavirus*, tanpa menunjukkan tanda-tanda penyakit yang berarti (Morse et al., 2012).

3.2.3 Portal Keluar: Jalur Keluarnya Agen

Setelah berkembang dalam tubuh reservoir, agen infeksius perlu keluar untuk mencari inang baru. Jalur keluar inilah yang disebut *portal keluar*. Jalur ini bisa berupa saluran pernapasan (melalui batuk atau bersin), saluran pencernaan (melalui feses atau muntahan), saluran urogenital, kulit yang terluka, maupun darah.

Sebagai ilustrasi, *Mycobacterium tuberculosis* keluar dari tubuh penderita melalui percikan droplet saat batuk atau berbicara, yang kemudian dapat menginfeksi orang di sekitarnya. Mengetahui portal keluar sangat penting dalam menentukan tindakan pencegahan seperti penggunaan masker, sarung tangan, atau desinfeksi.

3.2.4 Cara Penularan: Mekanisme Perpindahan

Komponen keempat adalah cara penularan, yaitu mekanisme bagaimana agen infeksius berpindah dari reservoir ke inang baru. Penularan bisa bersifat langsung, seperti kontak fisik atau hubungan seksual, maupun tidak langsung melalui media perantara seperti air, makanan, udara, atau benda mati (*fomite*).

Penularan juga bisa melibatkan *vektor* biologis seperti nyamuk atau kutu. Contohnya, virus dengue ditularkan dari orang yang terinfeksi ke orang sehat melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Oleh karena itu, pengendalian vektor menjadi bagian penting dalam pemutusan rantai penularan penyakit tertentu.

3.2.5 Portal Masuk: Titik Awal Infeksi Baru

Setelah agen keluar dari reservoir dan berhasil menempuh jalur penularan, ia akan memasuki tubuh inang baru melalui *portal*

masuk. Jalur ini sering kali sama dengan portal keluar, seperti saluran pernapasan, pencernaan, atau kulit yang rusak.

Misalnya, infeksi *Clostridium tetani* terjadi saat spora bakteri memasuki tubuh melalui luka terbuka. Keberhasilan infeksi sangat tergantung pada efektivitas sistem kekebalan tubuh di area masuk tersebut. Maka, perawatan luka yang tepat dan vaksinasi merupakan langkah pencegahan utama dalam kasus seperti ini.

3.2.6 Inang yang Rentan: Target Akhir Penularan

Komponen terakhir dari rantai penularan adalah inang yang rentan. Individu yang memiliki kekebalan tubuh rendah, belum divaksinasi, atau memiliki penyakit kronis cenderung lebih mudah terinfeksi. Anak-anak, lansia, ibu hamil, dan pasien imunokompromis termasuk kelompok berisiko tinggi.

Menjadi rentan bukan berarti pasti akan terinfeksi, tetapi kemungkinan untuk terjangkit lebih besar dibanding individu dengan sistem imun yang sehat dan memiliki kekebalan sebelumnya. Oleh sebab itu, penguatan kekebalan melalui vaksinasi, nutrisi yang baik, dan pengelolaan penyakit kronis sangat penting dalam pencegahan penyakit menular (Heymann, 2015).

3.3 Faktor Risiko Penularan Penyakit Menular

Penyakit menular tidak hanya ditentukan oleh keberadaan agen infeksius, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi yang meningkatkan kemungkinan seseorang untuk terpapar dan terinfeksi. Kondisi-kondisi ini disebut sebagai faktor risiko.

Memahami faktor risiko merupakan kunci dalam mengidentifikasi kelompok rentan, merancang intervensi kesehatan, serta menekan laju penyebaran penyakit dalam masyarakat.

Faktor risiko bersifat multifaktorial, yang berarti dapat berasal dari individu itu sendiri, lingkungan tempat tinggal, perilaku keseharian, hingga aspek sosial dan ekonomi yang lebih luas. Keterkaitan antara berbagai faktor ini membentuk sebuah kerentanan yang dapat meningkatkan atau menurunkan potensi tertularnya seseorang terhadap penyakit menular.

3.3.1 Faktor Individu

Faktor individu mencakup kondisi biologis atau fisiologis seseorang yang memengaruhi kerentanannya terhadap infeksi. Misalnya, individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah cenderung lebih mudah tertular. Ini bisa terjadi pada bayi yang sistem imunnya belum matang, atau lansia yang mengalami penurunan fungsi imun akibat penuaan alami.

Penyakit kronis seperti diabetes melitus, gagal ginjal, atau penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) juga melemahkan respons imun tubuh, sehingga meningkatkan risiko infeksi sekunder. Pada penderita HIV/AIDS, kerusakan sistem kekebalan tubuh bahkan membuat infeksi oportunistik seperti tuberkulosis menjadi ancaman serius.

Selain itu, faktor genetik juga bisa memengaruhi risiko infeksi. Beberapa orang memiliki mutasi gen tertentu yang menyebabkan kekebalan rendah terhadap agen spesifik, meskipun hal ini jarang terjadi.

3.3.2 Faktor Lingkungan

Lingkungan tempat tinggal atau bekerja memiliki dampak signifikan terhadap penyebaran penyakit menular. Sanitasi yang buruk, misalnya, menjadi jalur utama penularan penyakit seperti kolera, hepatitis A, dan tifus. Air minum yang tercemar dan fasilitas toilet yang tidak memadai menjadi tempat berkembang biaknya mikroorganisme patogen.

Kepadatan penduduk yang tinggi juga meningkatkan risiko penularan, terutama pada penyakit yang menyebar melalui kontak langsung atau udara. Misalnya, pada daerah padat penduduk di perkotaan, penyebaran penyakit seperti influenza atau COVID-19 dapat berlangsung lebih cepat karena interaksi antarmanusia yang tinggi dalam ruang sempit.

Selain itu, iklim tropis dengan kelembapan tinggi dan suhu hangat mendukung berkembangnya vektor penyakit seperti nyamuk *Aedes aegypti*, yang menjadi penyebab demam berdarah dan chikungunya (WHO, 2017). Oleh karena itu, faktor lingkungan memiliki dampak ganda, baik langsung maupun tidak langsung, terhadap siklus penyebaran penyakit.

3.3.3 Faktor Perilaku

Kebiasaan atau gaya hidup seseorang juga menjadi salah satu penentu utama risiko infeksi. Perilaku sederhana seperti tidak mencuci tangan setelah menggunakan toilet atau sebelum makan dapat meningkatkan risiko penyakit saluran cerna. Demikian pula, kebiasaan merokok diketahui melemahkan sistem pernapasan,

sehingga membuat individu lebih rentan terhadap infeksi saluran napas seperti pneumonia.

Kontak erat dengan penderita tanpa perlindungan juga merupakan faktor risiko penting. Hal ini sering terjadi dalam lingkungan rumah tangga atau perawatan pasien di rumah sakit. Kurangnya kesadaran terhadap penggunaan masker atau pelindung diri dapat memperbesar peluang penularan, terlebih pada penyakit yang menyebar melalui droplet atau kontak fisik.

Perilaku seksual yang tidak aman juga berkontribusi terhadap penyebaran infeksi menular seksual seperti sifilis, gonore, atau HIV. Pendidikan kesehatan dan perubahan perilaku menjadi aspek penting dalam menurunkan dampak dari faktor risiko ini (UNAIDS, 2020).

3.3.4 Faktor Sosial-Ekonomi

Faktor terakhir, yang sering kali berperan secara tidak langsung namun sangat signifikan, adalah faktor sosial-ekonomi. Kemiskinan menjadi akar dari berbagai kondisi yang meningkatkan kerentanan terhadap penyakit. Orang yang hidup dalam kemiskinan sering kali tinggal di lingkungan padat dan tidak sehat, dengan akses yang terbatas terhadap air bersih, makanan bergizi, dan fasilitas kesehatan yang layak.

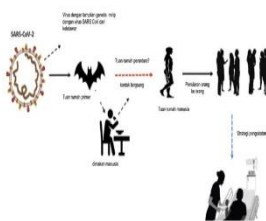
Keterbatasan pendidikan juga membuat seseorang kurang memahami cara-cara pencegahan penyakit dan gejala awal infeksi, sehingga sering terlambat mencari pertolongan medis. Selain itu, akses terhadap layanan kesehatan, termasuk imunisasi dan

pengobatan, seringkali menjadi kendala utama di kalangan masyarakat ekonomi bawah.

Dalam konteks yang lebih luas, ketimpangan sosial memengaruhi distribusi penyakit menular, sehingga upaya pencegahan perlu melibatkan strategi lintas sektor yang melibatkan pendidikan, infrastruktur, dan perlindungan sosial (Marmot et al., 2008).

3.4 Strategi Pemutusan Rantai Penularan

Penyakit menular dapat menyebar dengan cepat apabila tidak dilakukan upaya sistematis untuk memutus jalur penyebarannya. Contoh penyebaran penyakit yang cepat yaitu Pandemi Covid-19 yang pada saat itu setiap bulan nya rata-rata penambahan kasus 1,716 kasus perhari pada bulan Juli pada tahun 2020 (menurut WHO). Bahkan pada awal September, total kasus naik dari 100.000 ke 200.000 dalam waktu 40 hari (kurang lebih 1 bulan 12 hari), dengan tambahan 66.420 kasus di Agustus (~2.144/hari).



Sumber Gambar:

<https://mongabay.co.id/2020/06/12/mengenal-covid-19-dan-pencegahannya/>

strategi untuk mengendalikan penyebaran penyakit harus menyasar berbagai titik dalam rantai tersebut secara simultan dan berkelanjutan. Upaya yang dilakukan

tidak hanya terbatas pada aspek medis, tetapi juga menyentuh dimensi sosial, perilaku, dan infrastruktur.

3.4.1 Isolasi dan Karantina

Salah satu langkah pertama yang penting adalah memisahkan individu yang terkonfirmasi sakit dari populasi sehat. Isolasi dilakukan terhadap orang yang telah menunjukkan gejala atau hasil pemeriksaan yang positif terhadap suatu agen infeksius. Sedangkan karantina diterapkan pada orang yang sehat namun memiliki riwayat kontak atau paparan dengan sumber penularan. Kedua tindakan ini terbukti efektif dalam mencegah penyebaran penyakit ke komunitas yang lebih luas, terutama pada penyakit yang memiliki masa inkubasi tertentu.

Keberhasilan tindakan ini sangat bergantung pada kedisiplinan pelaksanaan dan dukungan logistik, termasuk penyediaan tempat isolasi yang layak dan mekanisme pemantauan yang efisien (Fraser et al., 2004). Dalam beberapa kasus, karantina wilayah atau *lockdown* juga diberlakukan untuk membatasi mobilitas penduduk dan memperlambat penyebaran penyakit.

3.4.2 Imunisasi Kelompok Rentan

Memberikan kekebalan kepada kelompok yang paling rentan merupakan strategi krusial dalam memutus rantai penularan. Imunisasi mendorong terbentuknya kekebalan spesifik terhadap agen penyebab penyakit. Ketika proporsi penduduk yang terlindungi mencapai ambang tertentu, maka transmisi penyakit dapat ditekan secara signifikan, menciptakan efek yang dikenal sebagai *herd immunity*.

Imunisasi tidak hanya melindungi individu yang menerima vaksin, tetapi juga memberikan perlindungan tidak langsung bagi mereka yang tidak dapat divaksinasi karena alasan medis. Program vaksinasi berskala luas terbukti efektif menurunkan angka kejadian berbagai penyakit menular seperti campak, polio, dan difteri (Andre et al., 2008).

3.4.3 Perbaikan Sanitasi dan Akses Air Bersih

Lingkungan yang bersih menjadi benteng pertahanan utama dalam mencegah penyakit yang ditularkan melalui air, makanan, dan kontak langsung. Penyediaan air bersih, pengelolaan limbah yang benar, dan kebiasaan mencuci tangan dengan sabun secara signifikan dapat menurunkan angka penularan penyakit, terutama infeksi saluran cerna seperti kolera dan tifus.

Perbaikan infrastruktur sanitasi menjadi salah satu program prioritas dalam pembangunan kesehatan masyarakat. Investasi pada sanitasi dasar bukan hanya berdampak pada kesehatan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi dan sosial jangka panjang (Bartram & Cairncross, 2010).

3.4.4 Promosi Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

Perubahan perilaku masyarakat memiliki dampak besar dalam pengendalian penyakit menular. Kampanye mengenai pentingnya mencuci tangan, menutup mulut saat batuk, tidak meludah sembarangan, serta menjaga kebersihan lingkungan perlu dilakukan secara masif dan konsisten.

Penyuluhan dapat dilakukan melalui berbagai media—baik cetak maupun digital—dengan pendekatan yang sesuai budaya

lokal. Kegiatan ini akan lebih efektif bila melibatkan tokoh masyarakat, tenaga kesehatan, serta dukungan institusi pendidikan. Dengan meningkatnya kesadaran individu terhadap kebersihan diri dan lingkungan, potensi penularan dapat ditekan secara signifikan.

3.4.5 Penggunaan Alat Pelindung Diri oleh Tenaga Medis

Tenaga kesehatan merupakan kelompok yang paling sering terpapar risiko infeksi, terutama ketika menangani pasien dengan penyakit yang mudah menular. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung diri (*personal protective equipment* atau *PPE*) menjadi langkah penting dalam melindungi diri dan mencegah penyebaran lanjutan di lingkungan fasilitas layanan kesehatan.

PPE meliputi masker, sarung tangan, pelindung mata, dan baju pelindung. Penggunaannya harus disesuaikan dengan tingkat risiko prosedur medis yang dilakukan. Selain itu, pelatihan tentang cara pemakaian dan pelepasan alat pelindung harus diberikan secara berkala, agar efektivitas perlindungan tetap terjaga.

3.5 Latihan Soal

1. Jelaskan enam komponen dalam rantai penularan penyakit menular.
2. Apa yang dimaksud dengan faktor risiko penyakit menular?
3. Sebutkan tiga contoh intervensi untuk memutus rantai penularan.
4. Bagaimana lingkungan berperan dalam mempercepat penyebaran penyakit?

5. Mengapa anak-anak dan lansia termasuk kelompok rentan terhadap penyakit infeksi?

Bab 4: Pentingnya Surveilans Epidemiologi dan Sistem Pelaporan

Elly Rosmawati, S.KM., MPH.

4.1 Pengertian Surveilans Epidemiologi

Surveilans epidemiologi adalah kegiatan analisis secara sistematis dan terus menerus terhadap penyakit atau masalah-masalah kesehatan dan kondisi yang mempengaruhi terjadinya peningkatan dan penularan penyakit atau masalah-masalah kesehatan tersebut, agar dapat melakukan tindakan penanggulangan secara efektif dan efisien melalui proses pengumpulan data, pengolahan dan penyebaran informasi epidemiologi kepada penyelenggara program kesehatan.

Dalam menjaga ketahanan kesehatan masyarakat, pemantauan yang konsisten terhadap kejadian penyakit menular dan faktor risiko lainnya menjadi suatu kebutuhan mutlak. Di sinilah peran *surveilans epidemiologi* menjadi sangat penting. Proses ini merupakan kegiatan terencana yang berfokus pada pengumpulan informasi kesehatan secara berkala, analisis data, penafsiran hasil, serta penyebaran informasi kepada pihak-pihak terkait agar dapat segera diambil tindakan pengendalian.

Surveilans tidak sekadar mencatat jumlah kasus penyakit. Lebih dari itu, proses ini memberikan gambaran menyeluruh tentang siapa yang terjangkit, kapan waktu kejadian, di mana lokasi sebaran kasus, serta faktor-faktor yang memungkinkan terjadinya peningkatan kasus. Dengan kata lain, *surveilans epidemiologi* berfungsi sebagai sistem peringatan dini yang membantu pengambil kebijakan, petugas kesehatan, dan masyarakat untuk bertindak sebelum suatu penyakit menyebar lebih luas. Sebagaimana Kementerian Kesehatan membuat aplikasi Sistem Kewaspadaan Dini Respon (SKDR). Dalam aplikasi ini yaitu dilakukan pengamatan gejala penyakit yang mengarah ke suatu penyakit potensial KLB secara mingguan dengan format tertentu (surveilans berbasis indikator).

Salah satu kekuatan dari sistem ini adalah kemampuannya mendeteksi perubahan pola penyakit dari waktu ke waktu. Misalnya, bila terjadi peningkatan jumlah kasus *diare akut* di suatu wilayah dalam kurun waktu seminggu, maka dapat diasumsikan adanya masalah pada sumber air minum atau makanan. Dengan informasi tersebut, otoritas setempat dapat segera melakukan pemeriksaan kualitas air, edukasi kebersihan, hingga distribusi air bersih ke masyarakat. Proses ini menunjukkan bahwa informasi yang dikumpulkan bukan hanya untuk disimpan, tetapi harus digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan cepat dan strategis (WHO, 2022).

Surveilans juga sangat berguna dalam memantau efektivitas upaya pencegahan yang telah diterapkan. Misalnya, setelah program

imunisasi dijalankan di suatu daerah, sistem *surveilans* dapat menunjukkan apakah angka kejadian penyakit yang ditargetkan berhasil menurun atau justru masih tetap tinggi. Jika terjadi penurunan, maka hal tersebut menjadi indikator keberhasilan. Namun jika tidak ada perubahan signifikan, perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap strategi pelaksanaan di lapangan.

Data yang dikumpulkan melalui sistem ini juga memberikan kontribusi dalam menentukan prioritas. Dalam kondisi sumber daya yang terbatas, tidak semua masalah kesehatan bisa ditangani secara bersamaan. Maka, informasi dari lapangan sangat dibutuhkan untuk mengetahui masalah mana yang paling mendesak dan berdampak besar. Hal ini memastikan bahwa intervensi yang dilakukan benar-benar tepat sasaran dan efisien, serta memberikan manfaat maksimal bagi kelompok yang paling membutuhkan.

Penerapan *surveilans epidemiologi* tidak hanya berlaku untuk penyakit menular, tetapi juga semakin penting dalam konteks kondisi kronis, bencana, dan gangguan kesehatan lingkungan. Sebagai contoh, peningkatan kadar polusi udara di suatu kota dapat dipantau melalui sistem pelaporan gangguan pernapasan di fasilitas kesehatan. Informasi ini memungkinkan otoritas melakukan pengaturan lalu lintas, kampanye penggunaan masker, atau larangan pembakaran terbuka.

Teknologi berperan besar dalam memperkuat sistem *surveilans*. Sistem pelaporan berbasis digital dan *real-time dashboard* telah diterapkan di banyak negara untuk mempercepat pelaporan dan respons terhadap kejadian luar biasa. Bahkan,

beberapa wilayah menggunakan aplikasi pelacakan berbasis geolokasi untuk memetakan penyebaran kasus secara akurat. Sistem ini membuat data lebih transparan dan memperkuat keterlibatan masyarakat dalam menjaga kesehatan lingkungannya (CDC, 2021).

Namun, efektivitas *surveilans* sangat bergantung pada keandalan data yang dikumpulkan. Untuk itu, pelatihan petugas pelapor, keseragaman format pencatatan, serta pengawasan mutu data menjadi faktor kunci. Kesalahan dalam pencatatan atau keterlambatan pelaporan dapat menyebabkan interpretasi yang keliru, dan pada akhirnya berisiko menghasilkan tindakan yang tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Oleh karena itu, sistem ini memerlukan koordinasi lintas sektor, termasuk dari laboratorium, rumah sakit, puskesmas, hingga dinas kesehatan.

Lebih jauh lagi, keberhasilan *surveilans epidemiologi* juga bergantung pada kemauan politik dan komitmen institusional. Data yang telah dianalisis harus benar-benar digunakan sebagai dasar kebijakan, bukan hanya disimpan dalam laporan tahunan. Transparansi dalam penyampaian informasi kepada publik pun sangat penting, agar masyarakat dapat mengambil bagian aktif dalam upaya pencegahan. Ketika semua pihak terlibat, maka sistem ini tidak hanya menjadi alat teknis, melainkan juga bagian dari budaya kewaspadaan bersama.

Dengan demikian, *surveilans epidemiologi* bukan hanya menjadi alat untuk mencatat penyakit, tetapi lebih dari itu, merupakan fondasi dalam membangun sistem kesehatan yang tanggap, adaptif, dan berorientasi pada keselamatan populasi.

Melalui pemantauan yang terstruktur dan berkelanjutan, masyarakat dapat dilindungi dari ancaman penyakit menular secara lebih dini dan lebih efektif.

4.2 Jenis Surveilans Epidemiologi

Surveilans epidemiologi merupakan sistem pemantauan yang bertujuan untuk mendeteksi, mencatat, dan menganalisis kejadian penyakit dalam suatu populasi. Sistem ini sangat penting untuk memahami tren penyakit, mengidentifikasi lonjakan kasus, serta merancang respons yang cepat dan tepat dalam menangani wabah. Dalam praktik kesehatan masyarakat, terdapat berbagai jenis *surveillance* yang digunakan sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas masing-masing wilayah. Masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri.

4.2.1 Surveilans Pasif: Berbasis Laporan Rutin

Surveillance pasif adalah sistem yang paling umum diterapkan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Dalam sistem ini, data diperoleh dari laporan rutin fasilitas pelayanan kesehatan, seperti puskesmas, rumah sakit, atau laboratorium, tanpa adanya dorongan langsung dari petugas kesehatan masyarakat untuk mencari kasus secara aktif.

Kelebihan dari *surveillance* pasif terletak pada efisiensinya dari sisi biaya dan sumber daya. Namun, kelemahannya adalah potensi keterlambatan dalam pelaporan dan kurangnya keakuratan data, terutama jika tenaga kesehatan di lapangan memiliki beban

kerja tinggi atau kurang pelatihan dalam pelaporan penyakit menular.

Misalnya, kasus demam berdarah yang tidak dilaporkan secara tepat waktu dari puskesmas ke dinas kesehatan dapat menyebabkan keterlambatan dalam upaya pengendalian vektor. Oleh karena itu, keberhasilan *surveillance* pasif sangat bergantung pada kesadaran dan kapasitas pelapor di tingkat fasilitas pelayanan kesehatan (Thacker & Berkelman, 1988).

4.2.2 Surveilans Aktif: Penelusuran Proaktif oleh Petugas

Berbeda dengan sistem pasif, *surveillance* aktif dilakukan melalui upaya pencarian kasus secara langsung oleh petugas kesehatan. Aktivitas ini bisa berupa kunjungan lapangan, wawancara, survei rumah tangga, atau audit rekam medis. Tujuannya adalah untuk memperoleh data yang lebih akurat dan terkini, terutama dalam situasi darurat kesehatan atau ketika dicurigai adanya wabah.

Contohnya, pada saat terjadi peningkatan kasus diare di suatu wilayah, petugas dinas kesehatan akan melakukan kunjungan ke rumah warga untuk mengidentifikasi kasus tambahan, mengambil sampel air, dan memberikan edukasi sanitasi.

Meskipun *surveillance* aktif dinilai lebih efektif dalam mendeteksi kasus tersembunyi (*underreporting*), sistem ini memerlukan biaya, tenaga, dan waktu yang lebih besar. Oleh karena itu, biasanya digunakan dalam konteks investigasi wabah atau pemantauan penyakit yang sangat menular.

4.2.3 Surveilans Sentinel: Representasi Terbatas yang Bermakna

Surveillance sentinel melibatkan pemantauan pada fasilitas atau populasi tertentu yang dipilih sebagai wakil dari populasi yang lebih luas. Fasilitas sentinel dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti kapasitas pelaporan, letak geografis, dan representasi demografis.

Data yang dikumpulkan dari sistem sentinel tidak dimaksudkan untuk menghitung total jumlah kasus, tetapi untuk melihat tren dan pola penyakit. Sistem ini sangat berguna untuk pemantauan penyakit yang membutuhkan deteksi dini dan evaluasi efektivitas program kesehatan.

Sebagai contoh, Indonesia menggunakan sistem sentinel untuk pemantauan influenza nasional melalui beberapa rumah sakit rujukan. Data yang dikumpulkan membantu dalam menentukan waktu peluncuran kampanye vaksinasi dan distribusi sumber daya secara lebih efisien.

World Health Organization (2021) menekankan bahwa sistem sentinel efektif untuk penyakit yang tidak dapat dimonitor secara menyeluruh di seluruh populasi, tetapi tetap memerlukan pengawasan ketat terhadap trennya.

4.2.4 Surveilans Berbasis Sindrom: Deteksi Dini Melalui Gejala Umum

Dalam beberapa kondisi, diagnosis pasti dari suatu penyakit belum dapat ditegakkan segera. Untuk itu, *surveillance* berbasis sindrom dikembangkan sebagai sistem pemantauan gejala klinis

yang sering muncul pada penyakit tertentu, seperti demam, batuk, diare, atau ruam.

Sistem ini sangat berguna dalam mendeteksi potensi wabah sejak dini, bahkan sebelum laboratorium memastikan diagnosis. Misalnya, jika terjadi peningkatan jumlah pasien dengan gejala demam tinggi dan nyeri otot di suatu daerah, hal ini bisa menjadi indikator awal terjadinya wabah dengue.

Keunggulan dari sistem ini adalah kecepatannya dalam mendeteksi anomali, terutama di daerah yang minim fasilitas laboratorium. Namun, tantangannya terletak pada potensi *false positive*, karena gejala yang dipantau bisa disebabkan oleh berbagai penyakit lain.

4.3 Komponen Sistem Surveilans

Surveilans penyakit menular merupakan salah satu pilar penting dalam sistem kesehatan masyarakat. Tanpa sistem surveilans yang handal, upaya deteksi dini, tanggap cepat, dan pengendalian penyakit akan terhambat atau terlambat. Oleh karena itu, sistem ini perlu dirancang secara sistematis dan didukung oleh komponen-komponen yang saling melengkapi.

Sistem surveilans yang efektif bukan hanya sekadar pengumpulan data, tetapi juga mencakup analisis yang bermakna, penyebaran informasi kepada pihak yang tepat, serta tindakan lanjut berdasarkan temuan tersebut. Proses ini membentuk sebuah siklus yang berkesinambungan dan memerlukan kolaborasi antara berbagai

sektor, mulai dari fasilitas pelayanan kesehatan hingga otoritas kesehatan di tingkat nasional.

4.3.1 Pengumpulan Data

Tahap pertama dalam sistem surveilans adalah pengumpulan data. Informasi yang dikumpulkan mencakup jumlah dan karakteristik kasus penyakit, faktor risiko yang menyertainya, serta kejadian luar biasa yang memerlukan perhatian khusus. Data ini dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti rumah sakit, puskesmas, laboratorium, surveilans berbasis masyarakat, dan pelaporan dari petugas lapangan.

Untuk meningkatkan kualitas pengumpulan data, perlu adanya sistem pelaporan yang jelas, formulir yang terstandar, serta pelatihan bagi petugas lapangan. Data yang dikumpulkan tidak hanya mencakup informasi klinis pasien, tetapi juga variabel lain seperti lokasi geografis, riwayat perjalanan, riwayat vaksinasi, dan informasi demografis. Dengan data yang lengkap dan tepat waktu, sistem surveilans dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai situasi kesehatan masyarakat (Thacker & Stroup, 2014).

4.3.2 Analisis dan Interpretasi

Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dan interpretasi. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren temporal (waktu), spasial (lokasi), dan demografis (kelompok usia, jenis kelamin) dari penyakit yang dilaporkan. Proses ini juga membantu mengungkap kelompok risiko yang paling terdampak dan mengantisipasi potensi peningkatan kasus di waktu mendatang.

Interpretasi data tidak bisa dilakukan secara mentah, melainkan memerlukan konteks lokal dan pemahaman tentang pola penyebaran penyakit. Misalnya, lonjakan kasus demam berdarah di suatu wilayah tropis mungkin berhubungan dengan musim hujan dan peningkatan populasi nyamuk. Peran analisis epidemiologis menjadi penting, karena dapat menjelaskan hubungan sebab-akibat dan memberi arah bagi tindakan pengendalian selanjutnya (CDC, 2020).

4.3.3 Umpan Balik kepada Pihak Terkait

Komponen ketiga dari sistem surveilans yang efektif adalah pemberian umpan balik kepada semua pemangku kepentingan yang relevan. Informasi hasil analisis harus dikomunikasikan secara jelas dan cepat kepada petugas kesehatan, pembuat kebijakan, lembaga pendidikan, media, dan masyarakat luas jika diperlukan.

Tujuan dari umpan balik ini adalah agar setiap pihak dapat mengambil peran sesuai kewenangan dan kapasitasnya. Umpan balik bisa berupa buletin epidemiologi, peringatan dini, infografik, hingga sistem *dashboard digital* yang memperlihatkan data secara real-time. Mekanisme ini memperkuat transparansi dan mempercepat proses pengambilan keputusan di lapangan.

Tanpa umpan balik yang memadai, hasil surveilans akan menjadi data yang “mati” karena tidak dimanfaatkan untuk tindakan nyata. Oleh karena itu, aspek komunikasi informasi merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem surveilans modern (WHO, 2021).

4.3.4 Tindak Lanjut dan Evaluasi

Langkah akhir dalam siklus surveilans adalah tindakan lanjut. Setelah tren dan risiko diidentifikasi, dilakukan penyelidikan

untuk mencari penyebab, menetapkan sumber penularan, serta menilai cakupan dampaknya. Berdasarkan hasil ini, intervensi dilakukan, seperti pengobatan massal, penyemprotan lingkungan, kampanye edukasi, atau isolasi pasien.

Selain intervensi langsung, sistem surveilans yang baik juga mencakup evaluasi hasil tindakan. Apakah jumlah kasus menurun? Apakah cakupan imunisasi meningkat? Apakah masyarakat lebih sadar akan gejala penyakit yang sedang mewabah? Evaluasi ini menjadi dasar untuk memperbaiki strategi yang ada dan memastikan efektivitas sistem secara berkelanjutan.

Evaluasi juga mencakup penilaian terhadap performa sistem itu sendiri: kecepatan pelaporan, akurasi data, keberlanjutan dana, dan kapasitas sumber daya manusia. Dengan begitu, sistem surveilans dapat terus disempurnakan seiring berkembangnya tantangan kesehatan masyarakat.

4.4 Sistem Pelaporan Penyakit Menular di Indonesia

Pelaporan penyakit menular merupakan komponen penting dalam menjaga ketahanan sistem kesehatan suatu negara. Wilayah di Indonesia, sistem pelaporan ini telah dirancang agar dapat mendeteksi, mencatat, dan merespons peristiwa yang berdampak pada kesehatan masyarakat secara cepat dan akurat. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa tindakan pencegahan dan pengendalian dapat dilakukan seefisien mungkin, sehingga

penyebaran penyakit tidak meluas dan dapat ditangani dalam waktu yang tepat.

4.4.1 Surveilans Terpadu Penyakit (STP)

Surveilans Terpadu Penyakit (STP) adalah pelaksanaan surveilans epidemiologi penyakit menular dan surveilans epidemiologi penyakit tidak menular dengan teknik pelaksanaan surveilans epidemiologi rutin terpadu beberapa penyakit yang bersumber data Puskesmas, Rumah Sakit, Laboratorium dan Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota.

Kementerian Kesehatan mengembangkan dan mengelola sistem pelaporan nasional yang dikenal sebagai *Surveilans Terpadu Penyakit (STP)*. Sistem ini merupakan kerangka pelaporan yang memadukan berbagai jenis data penyakit menular dalam satu platform pelaporan yang terintegrasi. *STP* mencakup berbagai jenis penyakit yang dinilai memiliki dampak terhadap kesehatan masyarakat, serta berpotensi menyebar dengan cepat dan luas.

Pelaporan dilakukan oleh fasilitas pelayanan kesehatan, baik di tingkat puskesmas, rumah sakit, maupun laboratorium. Setiap tenaga kesehatan yang menangani kasus tertentu diwajibkan untuk menginput data kasus ke dalam sistem dalam jangka waktu tertentu, tergantung dari jenis penyakit dan klasifikasinya. *STP* juga terhubung langsung dengan sistem informasi kesehatan daerah dan pusat, sehingga memungkinkan pelacakan secara *real-time* terhadap munculnya tren dan peningkatan kasus.

4.4.2 Jenis Penyakit yang Dilaporkan

Dalam pelaksanaan sistem pelaporan ini, terdapat beberapa kelompok penyakit yang secara khusus wajib dilaporkan karena memiliki karakteristik risiko yang tinggi terhadap populasi. Tiga di antaranya adalah:

1. **Penyakit yang Dapat Dicegah dengan Imunisasi (PD3I):**
Kelompok ini mencakup penyakit seperti campak, difteri, tetanus, pertusis, hepatitis B, dan polio. Meskipun dapat dicegah melalui vaksinasi, pengawasan tetap diperlukan untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya kasus yang lolos dari perlindungan kekebalan kelompok.
2. **Penyakit Potensial Wabah (PPW):** Termasuk di dalamnya adalah penyakit-penyakit yang memiliki kecenderungan menyebar dengan cepat, seperti kolera, demam berdarah dengue, chikungunya, dan leptospirosis. Kasus dari kelompok ini harus dilaporkan segera untuk mencegah peningkatan jumlah kasus dalam waktu singkat.
3. **Kejadian Luar Biasa (KLB):** Ini merupakan kondisi ketika suatu penyakit muncul dengan angka yang lebih tinggi dari biasanya, baik di tempat yang sering mengalami penyakit tersebut maupun di wilayah baru. Laporan KLB bersifat prioritas karena dapat mencerminkan kegagalan sistem deteksi awal atau peningkatan risiko di suatu wilayah (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

4.4.3 Prosedur dan Mekanisme Pelaporan

Fasilitas kesehatan menggunakan sistem daring yang disebut *Surveilans Kesehatan Terpadu (SISKES)*, di mana laporan dikirim secara langsung ke dinas kesehatan kabupaten/kota. Data yang dikirim mencakup identitas pasien, jenis penyakit, gejala utama, hasil pemeriksaan laboratorium (jika ada), serta tanggal kejadian. Petugas surveilans di setiap puskesmas bertanggung jawab untuk mengonsolidasikan data harian dan memastikan validitas informasi yang dilaporkan.

Dalam kondisi tertentu, seperti saat terjadi lonjakan kasus dalam waktu singkat, pelaporan dilakukan secara *immediate* atau mendesak, tanpa menunggu pelaporan rutin mingguan. Sistem ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi krisis kesehatan dan mempercepat respon dari tim kewaspadaan dinas kesehatan setempat.

4.4.4 Tantangan dan Inovasi dalam Sistem Pelaporan

Meskipun sistem pelaporan nasional sudah mapan secara struktur, masih terdapat berbagai tantangan dalam implementasinya. Salah satunya adalah ketimpangan kapasitas tenaga surveilans di tingkat daerah, keterbatasan infrastruktur digital di wilayah terpencil, serta rendahnya kualitas data akibat kurang lengkapnya pelaporan dari fasilitas kesehatan.

Untuk mengatasi hal ini, Kementerian Kesehatan telah mendorong digitalisasi sistem melalui penggunaan aplikasi berbasis *web* dan *mobile*, pelatihan rutin bagi petugas pelapor, serta penguatan koordinasi antarwilayah. Pendekatan berbasis teknologi

ini memungkinkan data dikumpulkan secara cepat dan akurat, serta dianalisis menggunakan sistem otomatis untuk mendeteksi anomali atau pola kenaikan kasus tertentu (Setiawan et al., 2020).

4.5 Tantangan dan Inovasi dalam Surveilans

Pelaksanaan sistem pemantauan kesehatan masyarakat secara terus-menerus menghadapi berbagai hambatan yang tidak dapat diabaikan. Salah satu kendala utama adalah terbatasnya jumlah dan kapasitas tenaga yang bertugas mengelola serta memantau data di lapangan. Hal ini berdampak langsung terhadap kualitas dan kecepatan pengumpulan informasi yang dibutuhkan untuk mendeteksi potensi ancaman kesehatan secara dini.

Selain itu, sistem pelaporan yang masih manual atau belum sepenuhnya terdigitalisasi menyebabkan keterlambatan dalam aliran informasi dari tingkat pelayanan dasar ke pusat pengambilan keputusan. Dalam situasi tertentu, seperti munculnya kejadian luar biasa atau penyebaran penyakit menular, keterlambatan ini bisa menimbulkan konsekuensi serius bagi keselamatan masyarakat. Data yang masuk lambat atau tidak lengkap mengurangi akurasi dalam pemetaan situasi kesehatan suatu wilayah.

Koordinasi antarinstansi juga menjadi persoalan tersendiri. Dalam banyak kasus, kurangnya sinergi antar sektor — misalnya antara dinas kesehatan, rumah sakit, laboratorium, dan instansi pemerintah daerah lainnya — menyebabkan data yang dikumpulkan bersifat parsial dan sulit untuk digunakan dalam perumusan langkah

yang tepat. Padahal, sistem informasi yang bersifat *integrated* sangat diperlukan untuk membangun gambaran situasi secara komprehensif.

Guna menjawab berbagai tantangan tersebut, sejumlah inovasi telah dikembangkan dengan tujuan meningkatkan efisiensi serta akurasi pemantauan. Salah satu terobosan yang kini mulai banyak diterapkan adalah penggunaan sistem *digital surveillance*. Dengan memanfaatkan teknologi seperti aplikasi seluler dan *SMS gateway*, proses pelaporan menjadi lebih cepat, langsung, dan real-time. Petugas di lapangan tidak lagi harus mengisi formulir manual yang membutuhkan waktu lama, melainkan cukup mengirimkan informasi melalui perangkat digital yang terhubung ke sistem pusat.

Kelebihan dari sistem ini tidak hanya terletak pada kecepatannya, tetapi juga kemampuannya untuk melakukan penyaringan awal terhadap data yang masuk. Misalnya, laporan yang menunjukkan gejala klinis tertentu di wilayah tertentu dapat langsung ditandai secara otomatis oleh sistem sebagai sinyal kewaspadaan dini. Hal ini tentunya sangat membantu tim tanggap untuk merespons lebih cepat terhadap potensi masalah yang sedang berkembang (World Health Organization, 2021).

Langkah selanjutnya yang tak kalah penting adalah upaya untuk mengintegrasikan berbagai sistem data yang sebelumnya berjalan sendiri-sendiri. Saat ini, terdapat banyak sistem pencatatan dan pelaporan kesehatan seperti *e-health*, *Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS)*, dan laboratorium kesehatan yang masing-masing memiliki format dan prosedur tersendiri. Dengan

melakukan integrasi, informasi dari berbagai sumber tersebut dapat digabungkan dan dianalisis secara menyeluruh. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan melihat pola dan tren yang lebih luas, serta membuat intervensi yang lebih tepat sasaran (Mahendradhata et al., 2017).

Namun, sistem yang canggih tidak akan berjalan efektif tanpa sumber daya manusia yang mumpuni. Oleh karena itu, pelatihan dan penguatan kapasitas petugas pemantauan di tingkat pelayanan dasar menjadi prioritas. Pusat pelayanan kesehatan seperti puskesmas harus memiliki staf yang mampu memahami cara kerja sistem digital, memiliki keterampilan dasar dalam teknologi informasi, serta mampu melakukan analisis awal terhadap data yang masuk. Program pelatihan ini mencakup penggunaan aplikasi, pelaporan berbasis *web*, serta pemahaman tentang pentingnya data yang valid dan tepat waktu.

Upaya pemberdayaan ini bukan hanya meningkatkan kapasitas teknis petugas, tetapi juga membangun rasa kepemilikan dan tanggung jawab terhadap sistem yang dijalankan. Ketika para petugas merasa dihargai dan didukung secara berkelanjutan, mereka cenderung bekerja dengan lebih baik dan lebih cepat dalam mendeteksi serta menangani berbagai ancaman kesehatan.

Di sisi lain, sistem pemantauan yang baik tidak hanya terfokus pada penyakit menular saja, tetapi juga mulai merambah pada pemantauan penyakit tidak menular, kesehatan lingkungan, gizi, hingga kesehatan jiwa. Oleh karena itu, inovasi yang dikembangkan harus bersifat fleksibel dan adaptif, serta mampu

menyesuaikan diri dengan tantangan yang terus berubah seiring perkembangan zaman.

Dengan memadukan pemanfaatan teknologi, integrasi data lintas sektor, serta penguatan kapasitas tenaga di lapangan, sistem pemantauan dapat menjadi tulang punggung dalam menjaga ketahanan kesehatan masyarakat. Inovasi tidak harus besar dan kompleks, tetapi harus relevan, berkelanjutan, dan mampu diimplementasikan secara luas.

4.6 Latihan Soal

1. Jelaskan pengertian surveilans epidemiologi dan tujuannya.
2. Sebutkan empat jenis surveilans beserta karakteristik utamanya.
3. Apa saja komponen penting dalam sistem surveilans?
4. Bagaimana mekanisme pelaporan penyakit menular dilakukan di Indonesia?
5. Sebutkan dua tantangan utama dan dua inovasi dalam sistem surveilans saat ini.

Bab 5: Investigasi Wabah dan Respons Kedaruratan

Andini Rahmahdhani, S.KM., MPH.

5.1 Pengertian Wabah dan Kedaruratan Kesehatan

Wabah merupakan kondisi di mana terjadi peningkatan kasus penyakit secara tiba-tiba dan signifikan, melebihi jumlah yang biasa ditemukan dalam suatu populasi pada waktu dan wilayah tertentu. Kejadian seperti ini dapat menimbulkan gangguan serius pada sistem kesehatan masyarakat, ekonomi lokal, dan tatanan sosial. Karena penyebarannya yang cepat dan dampaknya yang luas, wabah seringkali memicu status kedaruratan yang membutuhkan tanggapan segera dan terstruktur dari berbagai pihak.

Fenomena wabah tidak terbatas pada jenis penyakit tertentu. Baik penyakit yang sudah dikenal seperti demam berdarah, kolera, maupun yang baru muncul seperti infeksi *coronavirus* bisa menjadi pemicu keadaan luar biasa ini. Sifat penyakit, cara penyebarannya, serta kerentanan populasi akan menentukan seberapa cepat penyakit menyebar dan seberapa luas dampaknya. Dalam situasi seperti itu, waktu menjadi faktor yang sangat penting. Semakin cepat penyakit dikenali dan ditanggulangi, semakin kecil risiko meluasnya dampak terhadap kehidupan masyarakat (WHO, 2022).

Salah satu ciri utama dari wabah adalah perubahan mendadak dalam pola kejadian penyakit. Misalnya, dalam kondisi normal, suatu desa mungkin hanya mencatat satu atau dua kasus diare setiap bulan. Namun, jika tiba-tiba dalam seminggu terjadi puluhan kasus dengan gejala serupa, maka kondisi tersebut patut dicurigai sebagai awal dari sebuah wabah. Ketelitian dalam mencermati data lapangan menjadi kunci untuk mendeteksi peningkatan yang tidak biasa dan meresponsnya sebelum menjadi lebih luas.

Wabah bukan hanya tentang angka, melainkan tentang risiko yang menyebar dan kemampuan komunitas untuk menanganinya. Ketika sistem layanan kesehatan lokal tidak mampu lagi menampung pasien, ketika tenaga medis kewalahan, atau ketika pasokan obat dan logistik mulai terganggu, maka wabah memasuki fase kedaruratan. Dalam fase ini, respons cepat dan terkoordinasi diperlukan untuk menghindari peningkatan kematian, memperlambat penularan, dan memulihkan stabilitas masyarakat.

Respons terhadap keadaan darurat kesehatan melibatkan berbagai elemen, mulai dari pelacakan kasus, isolasi pasien, distribusi logistik, hingga edukasi publik. Salah satu prioritas utama dalam situasi tersebut adalah memutus rantai penularan. Hal ini bisa dilakukan melalui berbagai cara, seperti kampanye kebersihan tangan, penyemprotan desinfektan di area rawan, penggunaan alat pelindung diri, serta pengaturan pergerakan masyarakat untuk menghindari kerumunan. Upaya-upaya tersebut sangat bergantung pada keterlibatan aktif masyarakat, tidak hanya petugas kesehatan.

Selain itu, tanggapan terhadap kedaruratan kesehatan tidak bisa berjalan tanpa dukungan informasi yang akurat dan cepat. Sistem pemantauan berbasis *real-time* sangat membantu dalam memberikan gambaran yang komprehensif mengenai persebaran kasus, kapasitas layanan kesehatan, serta kebutuhan logistik di lapangan. Dengan informasi yang tepat waktu, pengambil kebijakan dapat mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien, dan masyarakat bisa memahami langkah-langkah yang harus mereka ambil untuk melindungi diri dan orang sekitarnya (CDC, 2020).

Penting untuk dipahami bahwa dalam kondisi darurat, keterlambatan dalam bertindak sering kali berdampak fatal. Ketidaksiapan sistem kesehatan, minimnya koordinasi antar lembaga, atau lemahnya komunikasi publik dapat memperburuk situasi. Oleh karena itu, memiliki rencana kontinjensi yang jelas, pelatihan rutin, dan simulasi penanganan kejadian luar biasa menjadi bagian penting dari kesiapsiagaan.

Tidak semua kejadian wabah berkembang menjadi krisis besar. Banyak kasus wabah lokal berhasil dikendalikan dengan cepat karena deteksi dini dan respons tanggap dari pemerintah daerah serta masyarakat setempat. Faktor kunci dalam keberhasilan tersebut adalah adanya sistem yang peka terhadap sinyal bahaya, serta masyarakat yang tangguh dan memiliki literasi kesehatan yang baik.

Dalam konteks global, banyak negara telah mengadopsi kerangka kerja kesiapsiagaan terhadap kedaruratan kesehatan, termasuk melalui kerja sama internasional seperti *International Health Regulations (IHR)* yang difasilitasi oleh WHO. Kerangka ini

menekankan pentingnya sistem pelaporan cepat, kerja sama lintas negara, dan transparansi informasi dalam mencegah meluasnya wabah lintas batas negara. Kebijakan ini menjadi bukti bahwa pengendalian wabah tidak bisa lagi dilihat sebagai isu lokal semata, melainkan sebagai bagian dari tanggung jawab global.

Dengan memahami sifat dan dinamika dari wabah serta pentingnya respons terhadap kondisi darurat kesehatan, semua pihak—baik pemerintah, tenaga kesehatan, maupun masyarakat—perlu membangun kesadaran kolektif akan pentingnya kesiapsiagaan. Ketanggapan terhadap krisis tidak bisa dibangun hanya saat bencana terjadi, tetapi harus dipersiapkan sejak dini. Dengan begitu, setiap komunitas akan lebih kuat dan siap menghadapi tantangan kesehatan yang datang tanpa diduga.

5.2 Peran dan Prinsip Investigasi Wabah

Wabah penyakit menular merupakan situasi darurat yang memerlukan respons cepat dan tepat dari sektor kesehatan masyarakat. Ketika terjadi peningkatan jumlah kasus di atas normal dalam suatu komunitas atau wilayah, maka investigasi wabah menjadi langkah penting untuk menghentikan penyebaran penyakit, mencegah kejadian serupa di masa depan, dan melindungi populasi yang rentan.

Investigasi wabah bukan hanya kegiatan teknis, tetapi mencerminkan tanggung jawab moral dan sosial untuk mencegah jatuhnya korban lebih lanjut. Oleh karena itu, proses ini harus

dilakukan secara sistematis dan berbasis pada prinsip-prinsip dasar yang telah terbukti efektif dalam praktik kesehatan masyarakat di berbagai negara.

5.2.1 Identifikasi Tujuan Investigasi

Tujuan utama dari investigasi wabah adalah:

1. **Menentukan bahwa suatu wabah benar-benar terjadi**, bukan hanya peningkatan musiman atau kesalahan pelaporan.
2. **Mengidentifikasi sumber infeksi** dan jalur penyebarannya.
3. **Menggambarkan pola epidemiologi** seperti waktu kejadian, distribusi geografis, serta karakteristik demografis dari kasus.
4. **Menentukan kelompok populasi yang paling berisiko** terkena dampak wabah.
5. **Menetapkan tindakan pengendalian** yang tepat dan segera untuk menghentikan penyebaran penyakit.

Dengan memenuhi tujuan-tujuan tersebut, maka respons kesehatan dapat diarahkan secara lebih efektif dan efisien.

5.2.2 Prinsip-Prinsip Dasar dalam Investigasi Wabah

Terdapat lima prinsip utama dalam pelaksanaan investigasi wabah, yang harus dijalankan secara sistematis dan saling melengkapi.

1. Deteksi Dini dan Konfirmasi Wabah

Langkah pertama adalah mendeteksi adanya lonjakan jumlah kasus yang melebihi ekspektasi normal dalam suatu periode dan lokasi tertentu. Ini dapat dilakukan melalui laporan dari fasilitas

pelayanan kesehatan, sistem *surveillance*, atau laporan masyarakat. Setelah itu, dilakukan konfirmasi laboratorium atau verifikasi klinis untuk memastikan bahwa peningkatan kasus tersebut disebabkan oleh agen yang sama dan bukan hasil dari pengumpulan data yang salah atau diagnosis keliru.

World Health Organization (2018) menyatakan bahwa keberhasilan pengendalian wabah sangat bergantung pada deteksi awal dan respons dalam 72 jam pertama setelah teridentifikasi.

2. Penentuan Kasus dan Populasi Berisiko

Setelah konfirmasi, penyusun definisi operasional kasus menjadi langkah berikutnya. Definisi ini mencakup gejala, hasil laboratorium, waktu kejadian, dan lokasi geografis. Penentuan ini penting agar pelaporan kasus menjadi konsisten dan akurat.

Selain itu, diperlukan identifikasi kelompok yang paling rentan, seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, atau individu dengan penyakit penyerta. Analisis terhadap faktor risiko seperti status imunisasi, akses air bersih, atau kepadatan hunian akan memberikan gambaran siapa yang paling membutuhkan perlindungan segera.

3. Penelusuran Kontak dan Penilaian Penyebaran

Penelusuran kontak (*contact tracing*) dilakukan untuk mengetahui siapa saja yang pernah melakukan kontak erat dengan kasus terkonfirmasi, terutama dalam periode infeksius. Tujuannya adalah mengidentifikasi potensi penyebaran lanjutan, sekaligus melakukan isolasi, karantina, atau edukasi kepada individu berisiko.

Penilaian pola penyebaran dilakukan dengan membuat *epidemic curve*, peta sebaran kasus, serta analisis demografis. Ini

berguna dalam menentukan apakah wabah bersifat *point source* (berasal dari satu sumber) atau sudah menyebar secara komunitas (*community transmission*).

4. Penetapan Sumber Infeksi dan Jalur Penularan

Mengidentifikasi dari mana agen infeksius berasal menjadi kunci dalam memutus rantai penularan. Apakah dari makanan tercemar, air, hewan, atau manusia lain? Menjawab pertanyaan ini membutuhkan pemeriksaan lingkungan, wawancara epidemiologi mendalam, dan dalam beberapa kasus, uji laboratorium terhadap sampel makanan atau air.

Contohnya, pada wabah hepatitis A di sebuah sekolah, dilakukan penelusuran terhadap suplai makanan harian, pemeriksaan kebersihan dapur, serta tes terhadap staf katering. Hasilnya menunjukkan bahwa sumber infeksi berasal dari tangan petugas makanan yang tidak mencuci tangan dengan benar.

5. Implementasi Tindakan Pengendalian

Setelah sumber dan mekanisme penyebaran diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan intervensi secepat mungkin. Tindakan dapat berupa pemberian vaksin darurat, pengobatan massal, penutupan fasilitas sementara, pengendalian vektor, atau edukasi masyarakat.

Tindakan ini harus dilakukan dengan pendekatan *risk communication*, yaitu komunikasi risiko yang jelas, transparan, dan berbasis kepercayaan masyarakat agar intervensi tidak menimbulkan kepanikan atau penolakan.

5.3 Langkah-langkah Investigasi Wabah

Investigasi wabah merupakan suatu proses sistematis untuk memahami dan menangani peningkatan kejadian penyakit yang tidak biasa di suatu populasi. Tujuan utama dari investigasi ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab, menilai dampaknya, dan menerapkan langkah-langkah pengendalian yang tepat untuk mencegah penyebaran lebih lanjut. Meskipun setiap kejadian memiliki karakteristik unik, investigasi wabah biasanya mengikuti serangkaian langkah yang telah terbukti efektif secara global.

Penerapan langkah-langkah ini tidak hanya memerlukan keterampilan teknis, tetapi juga koordinasi lintas sektor yang baik, serta komunikasi yang efektif kepada masyarakat. Berikut adalah tujuh langkah kunci dalam proses investigasi wabah.

5.3.1 Persiapan Tim dan Logistik

Langkah awal dimulai dengan membentuk tim investigasi yang terdiri dari tenaga epidemiologi, petugas laboratorium, ahli kesehatan lingkungan, serta pihak logistik. Selain keahlian teknis, tim juga harus dilengkapi dengan sumber daya yang memadai, seperti alat pelindung diri, formulir pengumpulan data, transportasi, serta alat komunikasi lapangan.

Persiapan ini penting untuk memastikan tim dapat bergerak cepat dan efektif, terutama dalam situasi darurat. Dalam beberapa situasi, waktu tanggap menjadi faktor penentu keberhasilan pengendalian wabah.

5.3.2 Konfirmasi Diagnosis dan Penetapan Definisi Kasus

Sebelum menyatakan bahwa terjadi wabah, perlu dilakukan konfirmasi bahwa peningkatan kasus yang terjadi bukan merupakan fluktuasi biasa. Ini dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium dan verifikasi diagnosis klinis pada beberapa kasus awal. Setelah konfirmasi diperoleh, selanjutnya ditetapkan definisi kasus—yaitu kriteria standar yang digunakan untuk mengidentifikasi siapa saja yang tergolong sebagai kasus dalam investigasi.

Definisi ini dapat mencakup gejala, hasil laboratorium, riwayat kontak, atau lokasi geografis tertentu. Penetapan definisi yang jelas membantu dalam konsistensi pengumpulan data dan pemetaan kasus di lapangan (CDC, 2020).

5.3.3 Pengumpulan Data Deskriptif: Waktu, Tempat, dan Orang

Tahap ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik wabah secara umum. Data dikumpulkan berdasarkan dimensi waktu (kapan gejala muncul), tempat (di mana kasus terjadi), dan orang (siapa yang terinfeksi, termasuk usia, jenis kelamin, atau status pekerjaan).

Dari data ini, dapat dibuat kurva epidemi (*epidemic curve*) yang menunjukkan pola waktu penyebaran, serta peta serangan untuk memvisualisasikan distribusi spasial. Informasi ini berguna untuk mengidentifikasi sumber wabah dan pola penyebaran yang sedang berlangsung (Heymann, 2015).

5.3.4 Pengolahan dan Analisis Data Epidemiologi

Setelah data dikumpulkan, dilakukan pengolahan dan analisis kuantitatif. Analisis ini mencakup perhitungan insidens,

proporsi, rasio risiko, serta identifikasi hubungan antara variabel. Langkah ini memungkinkan tim investigasi mengenali kelompok risiko tertentu dan mengevaluasi faktor yang mungkin terkait dengan penyebaran penyakit.

Data yang telah diolah dapat digunakan untuk membuat peta zona risiko dan menyesuaikan strategi pengendalian. Selain itu, analisis ini menjadi dasar ilmiah dalam pengambilan keputusan di lapangan.

5.3.5 Formulasi Hipotesis dan Uji Epidemiologis

Berdasarkan hasil analisis, tim menyusun hipotesis mengenai penyebab dan mekanisme penularan wabah. Hipotesis ini kemudian diuji menggunakan teknik epidemiologi analitik, seperti riset *case-control* atau *cohort*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya wabah dan mengonfirmasi sumber infeksi.

Jika hipotesis terkonfirmasi, maka intervensi dapat difokuskan pada faktor kunci yang memicu penyebaran. Namun, dalam situasi darurat, intervensi dapat dilakukan paralel dengan pengujian hipotesis guna mencegah meluasnya dampak.

5.3.6 Implementasi Intervensi Pengendalian

Berdasarkan hasil investigasi, langkah-langkah pengendalian diterapkan secara langsung. Ini bisa berupa disinfeksi lingkungan, isolasi pasien, peningkatan sanitasi, distribusi alat pelindung, hingga kampanye komunikasi risiko. Intervensi ini harus dilakukan secara cepat dan tepat sasaran agar penyebaran penyakit bisa dihentikan dalam waktu singkat.

Keberhasilan intervensi sangat bergantung pada keterlibatan masyarakat, sehingga pendekatan komunikasi yang partisipatif menjadi sangat penting.

5.3.7 Pelaporan Hasil dan Tindak Lanjut

Langkah terakhir adalah menyusun laporan hasil investigasi. Laporan ini berisi temuan lapangan, data epidemiologi, hasil analisis, hipotesis yang diuji, intervensi yang dilakukan, serta rekomendasi tindak lanjut. Pelaporan ditujukan kepada otoritas kesehatan, lembaga internasional bila relevan, serta pihak terkait lainnya.

Laporan tersebut juga menjadi bahan evaluasi internal dan dokumentasi untuk pembelajaran pada masa mendatang. Melalui dokumentasi yang baik, kapasitas sistem kesehatan dalam menghadapi wabah selanjutnya dapat ditingkatkan secara signifikan (WHO, 2008).

5.4 Respons Kedaruratan terhadap Wabah

Ketika terjadi lonjakan kasus penyakit menular dalam waktu singkat, langkah cepat dan terkoordinasi menjadi sangat penting untuk mencegah meluasnya dampak kesehatan masyarakat. Situasi ini umumnya diklasifikasikan sebagai keadaan darurat dan memerlukan aktivasi sistem respons lintas sektor. Prosedur respons darurat tidak hanya melibatkan tenaga medis, tetapi juga mencakup pemerintah daerah, laboratorium rujukan, lembaga logistik, serta saluran komunikasi publik. Keberhasilan respons bergantung pada

kesiapan sistem, kecepatan pelaporan, serta kejelasan peran masing-masing pihak.

5.4.1 Isolasi dan Penanganan Kasus

Langkah pertama dalam penanggulangan wabah adalah memisahkan individu yang terinfeksi agar tidak menularkan kepada orang lain. Isolasi dilakukan di fasilitas kesehatan atau tempat khusus yang disiapkan untuk merawat pasien menular. Penanganan medis disesuaikan dengan tingkat keparahan gejala, serta memperhatikan aspek keselamatan tenaga kesehatan yang merawat.

Dalam situasi tertentu, rumah sakit darurat didirikan untuk menampung pasien dalam jumlah besar. Tenaga medis dilengkapi dengan *personal protective equipment (PPE)* dan prosedur ketat guna mencegah transmisi silang di lingkungan layanan kesehatan (World Health Organization, 2017).

5.4.2 Pemberian Vaksin atau Profilaksis

Apabila tersedia, pemberian vaksin menjadi langkah penting dalam menghambat penyebaran penyakit. Program ini biasanya difokuskan pada kelompok berisiko tinggi dan daerah yang terdampak langsung. Dalam kasus tertentu, obat pencegahan atau *profilaksis* juga diberikan kepada kontak dekat pasien guna mencegah munculnya gejala atau memperparah kondisi.

Distribusi vaksin atau obat dilakukan dengan memperhatikan rantai dingin (*cold chain*) agar kualitas tetap terjaga. Selain itu, pemberian vaksin harus disertai dengan pencatatan yang akurat agar cakupan dapat dipantau dan kesenjangan distribusi dapat segera diatasi (Andre et al., 2008).

5.4.3 Mobilisasi Logistik dan Sumber Daya

Wabah besar sering kali menimbulkan gangguan terhadap rantai pasokan logistik, mulai dari alat pelindung diri, obat-obatan, hingga alat pemeriksaan laboratorium. Oleh karena itu, salah satu komponen utama respons kedaruratan adalah mobilisasi logistik secara cepat dan efisien.

Tim logistik darurat diturunkan untuk memastikan bahwa distribusi kebutuhan medis sampai ke daerah terdampak. Proses ini memerlukan koordinasi antara instansi pemerintah, organisasi kemanusiaan, dan pihak swasta, serta didukung oleh data kebutuhan riil di lapangan. Dukungan sumber daya manusia juga perlu ditambah, baik melalui relawan medis maupun rotasi tenaga dari fasilitas lain yang tidak terdampak secara langsung.

5.4.4 Komunikasi Risiko kepada Masyarakat

Salah satu elemen yang sering diabaikan dalam penanggulangan wabah adalah komunikasi kepada masyarakat. Padahal, informasi yang jelas, akurat, dan konsisten dapat mencegah kepanikan serta meningkatkan kepatuhan terhadap protokol kesehatan. Komunikasi risiko harus menyampaikan situasi terkini, langkah-langkah yang sedang diambil, dan apa yang diharapkan dari masyarakat secara jujur dan transparan.

Pemerintah dan lembaga terkait perlu bekerja sama dengan media massa, tokoh masyarakat, dan platform digital untuk menyampaikan pesan yang mudah dipahami dan tidak menimbulkan kebingungan. Dalam beberapa pengalaman, komunikasi yang buruk

justru memperburuk situasi karena beredarnya hoaks atau informasi yang menyesatkan (Reynolds & Seeger, 2005).

5.4.5 Monitoring dan Evaluasi Situasi

Seluruh proses respons harus diiringi dengan pemantauan secara terus-menerus. Data dari lapangan—termasuk jumlah kasus, kapasitas rumah sakit, dan distribusi logistik—harus dikumpulkan secara *real-time* dan dianalisis untuk memperbaiki langkah-langkah yang sedang berlangsung. Teknologi digital, seperti *dashboard* pemantauan dan aplikasi pelaporan cepat, memainkan peran penting dalam hal ini.

Evaluasi berkala memungkinkan tim respons melakukan penyesuaian strategi secara adaptif, serta mengidentifikasi hambatan operasional yang mungkin menghambat efektivitas tindakan. Sistem pemantauan yang baik juga menjadi dasar dokumentasi untuk pembelajaran di masa mendatang, sehingga kesiapsiagaan dapat diperkuat secara berkelanjutan (Fischer et al., 2011).

5.5 Tantangan dalam Investigasi dan Respons Wabah

Dalam situasi darurat kesehatan masyarakat, waktu menjadi faktor yang sangat krusial. Ketika sebuah wabah mulai merebak, kecepatan dalam mendeteksi, menindaklanjuti, dan mengendalikan penyebaran sangat menentukan tingkat keberhasilan penanganannya. Namun demikian, proses ini seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan yang cukup kompleks.

Salah satu hambatan utama adalah keterlambatan dalam pelaporan maupun konfirmasi awal kasus. Di banyak wilayah, terutama yang memiliki keterbatasan akses dan infrastruktur, informasi mengenai gejala atau kematian yang mencurigakan baru disampaikan setelah situasi sudah meluas. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan intervensi awal yang sangat penting untuk membatasi ruang penyebaran. Prosedur yang masih mengandalkan pelaporan manual atau birokrasi panjang semakin memperparah situasi. Dalam konteks ini, sistem pelacakan berbasis *real-time* menjadi kebutuhan mendesak yang belum sepenuhnya terwujud.

Selain itu, ketersediaan tenaga yang memiliki kompetensi dalam menangani situasi lapangan masih menjadi persoalan tersendiri. Di tengah eskalasi penyebaran penyakit, keberadaan ahli dengan keterampilan menganalisis pola penyebaran dan memahami karakteristik lingkungan sangat dibutuhkan. Namun sayangnya, tenaga terlatih dalam bidang tersebut belum tersebar merata. Di beberapa daerah, proses investigasi awal kerap dilakukan oleh petugas yang belum memiliki keahlian mendalam, sehingga keputusan yang diambil kurang tepat sasaran (Katz et al., 2018).

Ketidaksiapan sistem pendukung logistik juga turut menghambat laju respons. Dalam banyak kejadian, keterlambatan pengiriman alat pelindung diri, perlengkapan pengambilan sampel, serta obat-obatan esensial menyebabkan tim respons tidak dapat bekerja optimal. Ketiadaan sistem distribusi darurat yang fleksibel

dan terdesentralisasi membuat berbagai kebutuhan kritis tidak bisa segera dipenuhi di titik-titik rawan.

Di sisi lain, dinamika masyarakat dalam merespons informasi juga memberi tantangan tersendiri. Ketika informasi yang beredar tidak terkendali dan cenderung simpang siur, kepanikan dengan cepat menyebar. Masyarakat yang tidak memperoleh penjelasan yang utuh dan dapat dipercaya menjadi mudah percaya terhadap *hoax* dan spekulasi. Akibatnya, upaya respons yang disiapkan oleh pihak terkait menjadi sulit dijalankan karena kurangnya kepercayaan dan partisipasi dari warga.

Situasi ini diperparah oleh pola komunikasi yang belum adaptif terhadap perkembangan media digital. Banyak pesan yang disampaikan otoritas setempat tidak berhasil menembus ruang-ruang *online* yang menjadi pusat perhatian masyarakat, terutama kalangan muda. Oleh karena itu, strategi komunikasi krisis yang efektif tidak bisa lagi hanya mengandalkan poster, pengumuman resmi, atau konferensi pers. Diperlukan pemanfaatan media sosial secara aktif dan terstruktur agar informasi akurat bisa tersebar dengan cepat dan diterima luas (Southwell & Thorson, 2015).

Dalam kerangka yang lebih luas, keberhasilan respons terhadap wabah tidak cukup hanya dengan kesiapan teknis dan infrastruktur. Perlu ada pemahaman bahwa situasi darurat selalu bersifat dinamis, sehingga sistem yang dibangun harus adaptif. Misalnya, sistem pelaporan harus bisa menyesuaikan diri dengan kondisi lapangan yang terus berubah, termasuk kemungkinan

terbatasnya jaringan komunikasi, pemadaman listrik, atau hambatan geografis.

Langkah ke depan yang perlu diperkuat adalah kolaborasi lintas sektor dan lintas wilayah. Tidak ada satu pihak pun yang mampu menangani wabah secara mandiri. Pelibatan masyarakat lokal dalam proses pelacakan, pemberian informasi yang transparan, serta membangun mekanisme respons cepat secara terpadu menjadi komponen penting. Masyarakat perlu dilibatkan bukan sekadar sebagai objek yang dilindungi, tetapi sebagai aktor aktif yang mampu mendeteksi, melaporkan, dan mendukung proses pemulihan secara mandiri.

Kesimpulannya, tantangan dalam menghadapi wabah sangat multidimensi. Ia tidak semata bersumber dari aspek teknis, melainkan juga sosial, struktural, dan psikologis. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang tangguh, komunikasi yang terbuka, dan kolaborasi yang erat antar semua pihak. Dengan demikian, risiko meluasnya dampak negatif dari suatu wabah dapat ditekan secara signifikan.

5.6 Contoh dalam Investigasi dan Respons Wabah

Untuk memberikan gambaran yang lebih konkret mengenai implementasi investigasi wabah dan respons kedaruratan, berikut disajikan beberapa contoh singkat yang relevan:

Contoh 1: Wabah Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Urban

Pada pertengahan tahun 2023, sebuah kota besar mengalami peningkatan kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) yang signifikan. Puskesmas setempat melaporkan lonjakan pasien dengan gejala demam tinggi, nyeri otot, dan ruam. Tim surveilans epidemiologi segera mengaktifkan protokol investigasi wabah.

1. **Deteksi Dini dan Konfirmasi:** Peningkatan kasus terdeteksi dari laporan harian puskesmas. Setelah konfirmasi diagnosis melalui uji NS1 antigen pada beberapa kasus awal, status kejadian luar biasa (KLB) DBD ditetapkan.
2. **Pengumpulan Data Deskriptif:** Tim melakukan pengumpulan data waktu, tempat, dan orang. Ditemukan bahwa mayoritas kasus terjadi di dua kelurahan padat penduduk, dengan puncak kasus pada minggu ketiga bulan tertentu. Usia pasien bervariasi, namun anak-anak sekolah dan dewasa muda menjadi kelompok yang paling terdampak.
3. **Analisis Data dan Formulasi Hipotesis:** Analisis spasial menunjukkan kluster kasus di sekitar area permukiman yang memiliki banyak genangan air dan tempat penampungan air yang tidak tertutup. Hipotesis awal adalah peningkatan kepadatan vektor nyamuk *Aedes aegypti* akibat kondisi lingkungan yang mendukung perkembangbiakannya dan kebiasaan masyarakat.
4. **Implementasi Intervensi Pengendalian:** Berdasarkan hipotesis, intervensi segera dilakukan:

- Fogging fokus di area dengan klaster kasus dan sekitarnya.
- Gerakan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) serentak yang melibatkan masyarakat, dengan fokus pada 3M Plus (Menguras, Menutup, Mendaur Ulang/Memanfaatkan kembali, serta menaburkan larvasida).
- Edukasi kesehatan mengenai bahaya DBD dan cara pencegahannya melalui media massa lokal dan pertemuan RT/RW.
- Penguatan kapasitas Puskesmas dalam diagnosis dini dan tatalaksana kasus DBD.

5. **Pelaporan dan Tindak Lanjut:** Laporan harian kasus dan intervensi disampaikan kepada Dinas Kesehatan Kota. Data menunjukkan penurunan kasus setelah dua minggu intervensi intensif. Rekomendasi tindak lanjut mencakup program PSN berkelanjutan dan peningkatan partisipasi masyarakat.

Contoh 2: Respons Kedaruratan Terhadap Keracunan Makanan Massal

Sebuah acara pernikahan di desa terpencil tiba-tiba diikuti oleh puluhan tamu yang mengalami gejala mual, muntah, diare, dan demam dalam waktu 6-12 jam setelah mengonsumsi hidangan. Pihak Puskesmas setempat segera mendapatkan laporan dan mengidentifikasi potensi keracunan makanan massal.

1. **Aktivasi Respons Kedaruratan:** Tim reaksi cepat kesehatan masyarakat, yang terdiri dari dokter, perawat, sanitarian, dan petugas gizi, segera dibentuk dan dikerahkan ke lokasi.
2. **Aktivasi Respons Kedaruratan:** Tim reaksi cepat kesehatan masyarakat, yang terdiri dari dokter, perawat, sanitarian, dan petugas gizi, segera dibentuk dan dikerahkan ke lokasi.
3. **Investigasi Sumber Infeksi:** Tim melakukan wawancara mendalam dengan pasien dan keluarga untuk mengetahui riwayat makanan yang dikonsumsi. Sampel sisa makanan dari acara pernikahan dikumpulkan dan dikirim ke laboratorium untuk uji mikrobiologi. Inspeksi sanitasi dilakukan di dapur tempat makanan disiapkan.
4. **Komunikasi Risiko:** Kepala Puskesmas segera mengeluarkan peringatan kepada masyarakat sekitar untuk tidak mengonsumsi sisa makanan dari acara tersebut dan mengimbau siapa pun yang mengalami gejala serupa untuk segera mencari pertolongan medis. Informasi disebarkan melalui pengeras suara masjid dan tokoh masyarakat.
5. **Hasil dan Tindak Lanjut:** Hasil laboratorium menunjukkan adanya kontaminasi *Salmonella* pada salah satu hidangan yang disajikan. Tim memberikan edukasi intensif kepada penyedia katering dan masyarakat tentang praktik kebersihan makanan. Monitoring kasus baru terus dilakukan hingga situasi dinyatakan aman.

5.7 Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan wabah? Berikan contohnya.
2. Sebutkan lima prinsip dasar dalam investigasi wabah.
3. Jelaskan tiga langkah awal dalam investigasi epidemiologi wabah.
4. Apa saja tantangan utama dalam respons kedaruratan terhadap wabah?
5. Mengapa komunikasi risiko penting dalam situasi wabah?

Bab 6: Pencegahan Primer, Sekunder, dan Tersier

Dr. Maksuk, SKM., M.Kes.

6.1 Konsep Pencegahan dalam Epidemiologi

Pencegahan merupakan salah satu prinsip utama dalam upaya menjaga kesehatan masyarakat. Tujuannya tidak hanya untuk menghindari timbulnya penyakit, tetapi juga untuk mengurangi tingkat keparahan dan mencegah terjadinya komplikasi jika penyakit sudah muncul. Dalam praktiknya, pencegahan dilakukan secara bertahap dan sistematis, mulai dari intervensi pada orang sehat hingga tindakan yang ditujukan untuk mencegah dampak lanjutan pada mereka yang sudah didiagnosis.

Secara umum, strategi pencegahan dapat dibedakan menjadi tiga tingkatan: pencegahan primer, sekunder, dan tersier. Masing-masing memiliki tujuan dan sasaran yang berbeda, namun saling melengkapi dalam menciptakan sistem perlindungan yang menyeluruh bagi masyarakat. Dalam konteks epidemiologi penyakit menular, ketiga tingkatan ini sangat penting untuk memastikan bahwa penyakit tidak hanya ditekan pada tingkat individu, tetapi juga pada tingkat komunitas.

Pencegahan primer bertujuan untuk mencegah penyakit agar tidak muncul sama sekali. Tindakan pada tahap ini difokuskan pada

pengurangan faktor risiko dan peningkatan daya tahan tubuh. Contoh konkret dari pencegahan primer adalah imunisasi, pemberantasan vektor penyakit, peningkatan kualitas sanitasi, dan promosi gaya hidup sehat. Misalnya, dengan menjaga kebersihan air minum dan lingkungan, seseorang dapat terhindar dari penyakit seperti kolera dan hepatitis A. Begitu pula dengan imunisasi yang terbukti mampu melindungi jutaan anak dari penyakit berbahaya seperti campak dan difteri (WHO, 2023).

Pencegahan sekunder berfokus pada deteksi dini dan penanganan cepat terhadap penyakit yang mulai berkembang. Tujuannya adalah untuk menghentikan progres penyakit sebelum terjadi kerusakan yang lebih berat. Kegiatan seperti skrining kesehatan, pemeriksaan rutin, dan pelacakan kontak termasuk dalam kategori ini. Misalnya, jika seseorang terdeteksi positif tuberkulosis melalui pemeriksaan dahak, maka pengobatan dapat segera dimulai sebelum infeksi menyebar luas atau menyebabkan kerusakan paru-paru yang parah. Deteksi dini sangat penting untuk meminimalkan penularan dan menurunkan beban pengobatan jangka panjang (CDC, 2021).

Adapun pencegahan tersier bertujuan untuk mengurangi dampak dari penyakit yang sudah terjadi. Fokusnya adalah pada rehabilitasi, pengelolaan komplikasi, dan pencegahan kecacatan atau kematian. Dalam kasus HIV misalnya, terapi antiretroviral membantu menurunkan jumlah virus dalam tubuh, memperpanjang harapan hidup, dan meningkatkan kualitas hidup penderita. Tindakan ini juga memiliki efek positif dalam mengurangi

kemungkinan penularan kepada orang lain. Dengan kata lain, pencegahan tersier tidak hanya memberi manfaat kepada individu, tetapi juga kepada masyarakat secara lebih luas.

Penting untuk dicatat bahwa keberhasilan program pencegahan sangat dipengaruhi oleh partisipasi aktif masyarakat. Kesadaran terhadap pentingnya menjaga kesehatan pribadi dan lingkungan merupakan fondasi utama dari semua tingkatan pencegahan. Edukasi yang tepat, komunikasi yang efektif, serta dukungan dari tokoh masyarakat dan tenaga kesehatan akan memperkuat keberlanjutan upaya pencegahan yang dilakukan. Oleh karena itu, interaksi antara pemerintah, sektor swasta, organisasi komunitas, dan individu harus terjalin secara erat dan berkelanjutan.

Teknologi informasi juga memegang peran penting dalam menunjang efektivitas pencegahan. Dengan sistem pemantauan digital, distribusi informasi tentang risiko penyakit, gejala awal, dan langkah pencegahan bisa disebarkan secara cepat dan luas. Bahkan, aplikasi kesehatan kini digunakan untuk mengingatkan jadwal imunisasi, mencatat gejala, atau memberi informasi saat terjadi lonjakan kasus di suatu daerah. Hal ini menunjukkan bahwa digitalisasi dapat memperluas jangkauan pencegahan hingga ke daerah yang sebelumnya sulit dijangkau oleh layanan konvensional.

Namun, tidak semua upaya pencegahan berjalan mulus. Tantangan seperti keterbatasan anggaran, distribusi sumber daya yang tidak merata, dan ketidakpercayaan masyarakat terhadap intervensi kesehatan masih sering ditemui. Oleh karena itu, setiap strategi pencegahan perlu dirancang dengan mempertimbangkan

konteks sosial dan budaya setempat. Upaya yang memaksakan diri tanpa memperhatikan nilai dan norma masyarakat setempat justru berisiko tidak efektif atau bahkan ditolak. Pendekatan yang bersifat humanis dan dialogis menjadi kunci dalam membangun kepercayaan dan meningkatkan keberhasilan program pencegahan.

Pencegahan, pada hakikatnya, adalah investasi jangka panjang yang memberikan manfaat besar bagi masyarakat. Dengan mencegah penyakit sejak dini, beban biaya pengobatan dapat ditekan, produktivitas masyarakat meningkat, dan kualitas hidup menjadi lebih baik. Di tengah ancaman penyakit menular yang terus berkembang, memperkuat langkah-langkah pencegahan merupakan pilihan bijak dan strategis dalam menjaga keberlanjutan sistem kesehatan dan perlindungan sosial.

6.2 Pencegahan Primer

Pencegahan primer adalah upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit sebelum individu atau populasi terpapar atau mengalami infeksi. Tujuannya adalah untuk mengurangi insidensi penyakit menular melalui pengendalian faktor risiko dan perlindungan spesifik. Pencegahan primer merupakan fondasi utama dalam upaya mengendalikan penyakit menular. Tujuan dari pencegahan ini adalah mencegah agar seseorang tidak sampai terinfeksi atau mengalami gangguan kesehatan akibat agen infeksius. Strategi ini dilaksanakan sebelum timbulnya gejala, dan sering kali mencakup intervensi yang bersifat komunitas serta

individu. Jika diterapkan secara luas dan konsisten, pencegahan primer tidak hanya menurunkan angka kejadian penyakit tetapi juga mengurangi beban biaya pengobatan dan dampak sosial ekonomi masyarakat.

Berikut beberapa bentuk utama pencegahan primer yang lazim diterapkan dalam sistem kesehatan masyarakat yaitu: Promosi Kesehatan dan Perlindungan Spesifik.

6.2.1 Promosi Kesehatan (*Health Promotion*)

Promosi kesehatan merupakan strategi jangka panjang yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan mendorong perubahan perilaku masyarakat menuju hidup yang lebih sehat. Kegiatan ini mencakup penyuluhan tentang pola makan dan gizi seimbang, pentingnya pola hidup bersih dan sehat, penggunaan jamban sehat dan konsumsi air bersih, serta kebiasaan tidak merokok.

Tindakan Promosi Kesehatan yang dapat dilakukan dalam pencegahan primer yaitu edukasi tentang cara hidup bersih dan sehat (PHBS), pola makan, personal hygiene, etika batuk dan penggunaan masker. serta kampanye menggunakan media tentang penyakit menular dan cara pencegahannya. Tindakan pencegahan melalui Upaya promosi kesehatan ini juga telah dilakukan di beberapa daerah untuk pencegahan penularan penyakit. Studi terkait upaya pencegahan penyakit demam berdarah telah dilakukan sebelumnya terbukti efektif mencegah penyakit tersebut (Maksuk et al., 2023).

Efektivitas promosi kesehatan tidak hanya bergantung pada materi edukasi, tetapi juga pada metode penyampaian, peran tokoh

masyarakat, dan keterlibatan lintas sektor seperti sekolah, tempat ibadah, dan media massa.

6.2.2 Perlindungan Spesifik (Specific Protection)

Tindakan perlindungan spesifik yang dapat dilakukan dalam pencegahan primer yaitu pemberian imunisasi/vaksinasi: vaksinasi BCG, DPT, hepatitis B, polio, campak., Profilaksis: Pemberian obat pencegahan (misalnya, profilaksis malaria pada pelancong), penyediaan air bersih dan sanitasi lingkungan, Pengendalian vektor: pengasapan nyamuk, pemberantasan sarang nyamuk (PSN) dan pengamanan makanan dan minuman untuk mencegah penyakit seperti kolera, gastro enteritis dan hepatitis A.

Pemberian imunisasi merupakan salah satu bentuk pencegahan primer yang paling terbukti keberhasilannya dalam mengurangi angka kesakitan dan kematian akibat penyakit menular. Vaksin bekerja dengan menstimulasi sistem kekebalan tubuh agar membentuk antibodi spesifik terhadap agen infeksius tertentu, seperti virus *measles*, *poliovirus*, dan *SARS-CoV-2*.

Program imunisasi massal telah berhasil mengeliminasi penyakit seperti cacar (*smallpox*) secara global dan menurunkan drastis kasus polio di banyak negara. Di Indonesia, imunisasi dasar lengkap yang diberikan pada anak sejak usia dini mencakup vaksin BCG, DPT, hepatitis B, polio, dan campak. Selain itu, vaksin HPV dan vaksin COVID-19 kini juga masuk dalam agenda imunisasi nasional untuk kelompok sasaran tertentu.

Menurut World Health Organization (2022), vaksinasi mencegah sekitar 4–5 juta kematian setiap tahun dan merupakan

salah satu intervensi kesehatan masyarakat paling hemat biaya yang tersedia saat ini.

Selain imunisasi dan edukasi, pencegahan primer juga mencakup perlindungan fisik terhadap agen penyebab penyakit. Beberapa bentuk perlindungan spesifik yang digunakan dalam konteks ini antara lain:

1. **Kelambu berinsektisida** untuk mencegah gigitan nyamuk penyebab malaria atau demam berdarah.
2. **Masker** untuk melindungi dari partikel udara yang terkontaminasi virus atau bakteri penyebab infeksi saluran pernapasan.
3. **Kondom** sebagai perlindungan dari penyakit menular seksual seperti HIV/AIDS dan sifilis. Penggunaan kondom disarankan untuk pasangan yang resmi menikah dimana pasangan mengalami penyakit menular seks.

Bentuk perlindungan ini penting terutama di daerah dengan prevalensi penyakit tertentu yang tinggi, dan merupakan bagian dari strategi gabungan untuk memperkuat ketahanan komunitas terhadap infeksi.

Tindakan pencegahan primer terkait Sanitasi Dasar dan Akses Air Bersih merupakan intervensi untuk penyakit Berbasis Lingkungan. Sanitasi lingkungan yang baik dan akses terhadap air bersih memiliki dampak besar terhadap pencegahan penyakit menular, terutama yang ditularkan melalui makanan dan air. Penyakit seperti kolera, tifus, dan hepatitis A sangat berkaitan

dengan kondisi lingkungan yang buruk dan kurangnya fasilitas sanitasi.

Selain itu, beberapa studi terkait penyakit berbasis lingkungan yang erat kaitannya dengan kondisi sanitasi yaitu kondisi sanitasi dasar berhubungan dengan penyakit diare baik pada kelompok balita maupun dewasa yang bertempat tinggal di daerah aliran sungai (Maksuk & Mardianti, 2023; Nurbaiti et al., 2021). Kondisi sanitasi ini juga sebagai faktor risiko yang berhubungan dengan penyakit demam berdarah (Maksuk et al., 2023; Yulidar et al., 2021).

Pembangunan infrastruktur dasar seperti sistem pembuangan limbah, penyediaan toilet sehat, dan distribusi air minum yang layak merupakan investasi penting dalam kesehatan masyarakat. Kampanye *total sanitation* yang menekankan perubahan perilaku, akses sanitasi, dan pengawasan lingkungan telah terbukti efektif dalam menurunkan kejadian penyakit berbasis air.

UNICEF (2020) menegaskan bahwa setiap dolar yang diinvestasikan dalam perbaikan air dan sanitasi dapat menghasilkan pengembalian ekonomi hingga empat kali lipat melalui peningkatan produktivitas, pengurangan beban kesehatan, dan pencapaian pendidikan anak-anak.

6.3 Pencegahan Sekunder

Tahapan pencegahan kedua dalam upaya menanggulangi penyakit menular yaitu pencegahan sekunder, yang merupakan salah

satu tahap paling krusial yang dapat mengurangi dampak buruk suatu penyakit adalah pencegahan sekunder. Fokus utama dari pencegahan ini adalah mendeteksi dan mengintervensi penyakit sejak dini, sebelum menimbulkan komplikasi atau menyebar lebih luas dalam populasi.

Pencegahan sekunder memainkan peran penting dalam memutus rantai penularan. Ketika penyakit terdeteksi pada fase awal, intervensi yang diberikan akan lebih efektif dan berpotensi menghentikan perkembangannya menuju tahap yang lebih berat. Tindakan dalam tahap ini dilakukan secara terarah kepada individu atau kelompok yang telah terpapar risiko atau menunjukkan gejala awal infeksi.

6.3.1 Skrining dan Diagnosis Dini

Langkah pertama dalam pencegahan sekunder adalah melakukan skrining dan diagnosis dini. Skrining merujuk pada proses pemeriksaan cepat yang bertujuan mengidentifikasi individu yang berpotensi membawa agen penyakit, baik dengan atau tanpa gejala. Skrining bisa dilakukan melalui pemeriksaan suhu tubuh, tes cepat berbasis antigen atau antibodi, hingga pemeriksaan laboratorium yang lebih kompleks seperti tes *Polymerase Chain Reaction (PCR)*.

Diagnosis dini sangat penting dalam konteks penyakit menular yang memiliki masa inkubasi singkat atau tingkat penyebaran tinggi. Misalnya, pada kasus influenza atau COVID-19, skrining di pintu masuk fasilitas umum seperti bandara, sekolah, atau rumah sakit, dapat menjadi alat awal untuk mengidentifikasi

individu yang berpotensi menularkan penyakit. Deteksi yang cepat memungkinkan tenaga kesehatan memberikan instruksi karantina atau pengobatan sebelum individu tersebut menyebarkan infeksi lebih luas (WHO, 2020).

Skrining juga menjadi alat penting dalam program kesehatan komunitas, seperti pemeriksaan tuberkulosis di populasi padat atau HIV pada kelompok risiko tinggi. Dalam hal ini, skrining bukan hanya soal pemeriksaan fisik, tetapi juga melibatkan edukasi, konseling, dan rujukan ke layanan lanjutan. Studi sebelumnya dilakukan di lokasi pada penduduk terkait skrining dan deteksi dini factor risiko Tuberkulosis sebagai strategi penemuan kasus dini panyakit TB tersebut (Maksuk & Amin, 2024).

6.3.2 Pelacakan Kontak dan Karantina

Setelah kasus terdeteksi, langkah selanjutnya adalah melakukan pelacakan kontak (*contact tracing*). Pelacakan ini bertujuan untuk mengidentifikasi siapa saja yang telah berinteraksi dengan individu yang terinfeksi dalam kurun waktu tertentu. Tujuan utamanya adalah memutus rantai penularan dengan cara mendeteksi kasus potensial sebelum gejala muncul.

Individu yang teridentifikasi sebagai kontak erat biasanya diarahkan untuk menjalani karantina mandiri, yaitu pemisahan dari populasi umum selama masa inkubasi agen penyakit. Karantina ini dilakukan meskipun individu belum menunjukkan gejala apa pun, karena pada beberapa penyakit, penularan bisa terjadi sebelum gejala muncul.

Karantina dan pelacakan kontak terbukti efektif dalam mengendalikan penyakit menular yang menyebar antarmanusia. Strategi ini berhasil diterapkan dalam berbagai epidemi, termasuk pada wabah SARS, Ebola, dan COVID-19. Selain mengurangi risiko penyebaran, pelacakan kontak juga memberikan informasi epidemiologis yang berharga untuk memahami pola penyebaran penyakit dalam suatu populasi (CDC, 2020).

6.3.3 Pengobatan Awal

Pemberian pengobatan pada tahap awal infeksi merupakan bagian integral dari pencegahan sekunder. Dengan intervensi farmakologis yang cepat, risiko komplikasi dan tingkat keparahan penyakit dapat ditekan. Contoh nyata adalah pemberian antivirus pada pasien influenza dalam 48 jam pertama gejala, yang terbukti mempercepat penyembuhan dan mengurangi kemungkinan rawat inap.

Pada penyakit seperti HIV/AIDS, pemberian terapi antiretroviral (ARV) sedini mungkin setelah diagnosis terbukti menurunkan jumlah virus dalam darah, memperlambat progres penyakit, dan mengurangi risiko penularan. Begitu pula dengan pemberian antibiotik pada penderita tuberkulosis yang baru terdiagnosis, yang dapat menghentikan infektivitas dalam beberapa minggu pertama terapi jika dijalankan secara konsisten.

Pengobatan dini juga mencakup intervensi non-farmakologis, seperti isolasi pasien, hidrasi yang cukup, pengaturan pola makan, dan pemantauan gejala. Dalam beberapa kasus, edukasi pasien mengenai manajemen diri dan tanda bahaya juga sangat

penting sebagai bagian dari pencegahan sekunder yang komprehensif.

6.4 Pencegahan Tersier

Tahap ketiga dalam pengendalian penyakit menular adalah pencegahan tersier berperan penting dalam menjaga agar individu yang telah mengalami penyakit tidak menghadapi dampak lebih lanjut yang bersifat menetap atau memperburuk kualitas hidup. Fokus utama dari tahap ini adalah mengurangi disabilitas, memulihkan fungsi, serta membantu pasien agar tetap dapat menjalani aktivitas sehari-hari dengan semaksimal mungkin. Strategi yang diterapkan bersifat jangka panjang dan menitikberatkan pada pemulihan, pendampingan, serta adaptasi dengan kondisi pascaperawatan akut.

6.4.1 Rehabilitasi Medis dan Sosial

Rehabilitasi merupakan bagian sentral dari pencegahan tersier. Upaya ini mencakup layanan medis yang membantu mengembalikan fungsi fisik, psikologis, dan kognitif pasien setelah mengalami penyakit atau komplikasi tertentu. Dalam kasus penyakit infeksi yang menyebabkan kerusakan jaringan atau gangguan sistem organ, program rehabilitasi menjadi jembatan untuk mengembalikan kemampuan pasien menjalani kehidupan secara mandiri.

Rehabilitasi tidak hanya menyorot aspek medis, tetapi juga mencakup reintegrasi sosial pasien ke lingkungan keluarga dan masyarakat. Terapi okupasi, konseling psikososial, serta pelatihan

keterampilan hidup menjadi bagian dari upaya ini. Di banyak negara, pendekatan rehabilitatif sudah menjadi standar dalam penanganan penyakit kronis maupun penyakit menular berat seperti tuberkulosis paru dan COVID-19 (World Health Organization, 2017).

6.4.2 Pengawasan Komplikasi dan Tindak Lanjut

Setelah fase akut penyakit terlewati, pengawasan terhadap kemungkinan munculnya komplikasi menjadi sangat penting. Beberapa penyakit menular dapat menyebabkan dampak jangka panjang seperti gangguan paru, kerusakan saraf, atau kelainan metabolik. Tanpa pemantauan yang memadai, komplikasi ini bisa berkembang menjadi kondisi yang menghambat aktivitas atau bahkan menurunkan harapan hidup.

Pengawasan dilakukan melalui pemeriksaan berkala dan pemantauan kondisi klinis pasien. Protokol tindak lanjut biasanya disesuaikan dengan jenis penyakit, tingkat keparahan sebelumnya, serta riwayat pengobatan. Misalnya, pasien yang pernah mengalami infeksi virus pernapasan berat mungkin memerlukan pemeriksaan fungsi paru rutin dan terapi inhalasi jangka panjang. Dalam konteks ini, pelayanan yang berkesinambungan antara rumah sakit, puskesmas, dan layanan home care menjadi krusial (GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators, 2020).

6.4.3 Edukasi Keluarga dan Pasien

Salah satu pilar penting dalam pencegahan tersier adalah pemberdayaan pasien dan keluarganya untuk berperan aktif dalam proses perawatan. Edukasi mencakup pemahaman tentang kondisi pasien, kebutuhan perawatan harian, serta cara mengenali tanda-

tanda awal jika terjadi kemunduran kondisi. Pengetahuan yang baik akan meningkatkan kepatuhan terhadap terapi, mencegah kekambuhan, serta membantu pasien beradaptasi dengan perubahan gaya hidup yang diperlukan.

Dalam praktiknya, edukasi dapat disampaikan melalui sesi konseling di rumah sakit, buku panduan, kunjungan tenaga kesehatan ke rumah, maupun melalui platform digital. Keluarga juga diajak untuk memahami pentingnya dukungan emosional dan sosial sebagai bagian dari proses penyembuhan. Pendekatan yang melibatkan keluarga secara aktif terbukti meningkatkan hasil jangka panjang dalam banyak kasus penyakit kronis dan infeksi berat (Jackson et al., 2015).

6.4.4 Pemberian Alat Bantu dan Fasilitas Penunjang

Bagi pasien yang mengalami keterbatasan fisik akibat komplikasi penyakit, penggunaan alat bantu menjadi bagian dari proses adaptasi yang penting. Alat bantu seperti kursi roda, alat bantu napas, tongkat jalan, dan *brace* ortopedi dirancang untuk mendukung aktivitas fungsional sehari-hari dan mengurangi ketergantungan pasien terhadap orang lain.

Penyediaan alat bantu harus disertai dengan pelatihan penggunaan dan evaluasi berkala terhadap efektivitasnya. Selain itu, penting pula memastikan bahwa alat yang diberikan sesuai dengan kebutuhan spesifik pasien, nyaman digunakan, dan tersedia secara berkelanjutan. Beberapa program kesehatan masyarakat bahkan menyertakan komponen subsidi atau donasi untuk memastikan

pasien dari kelompok rentan tetap dapat memperoleh alat bantu yang dibutuhkan.

6.5 Implementasi di Lapangan

Dalam kenyataannya, praktik kesehatan masyarakat tidak pernah berjalan dalam satu garis lurus. Situasi yang dihadapi di lapangan kerap kali jauh lebih kompleks dibandingkan dengan teori yang tertulis. Masyarakat tidak hidup dalam kerangka sistematis yang terpisah antara pencegahan, pengobatan, dan pemulihan. Justru, semua itu saling tumpang tindih dan berjalan bersamaan, menyesuaikan dengan dinamika yang ada di setiap wilayah.

Salah satu contoh yang mencerminkan integrasi tersebut dapat dilihat dalam penanganan *tuberculosis* atau TBC. Penyakit ini masih menjadi tantangan kesehatan serius di banyak negara, termasuk Indonesia. Penanganannya tidak bisa hanya dilakukan dari satu sisi, tetapi harus mencakup berbagai lapisan tindakan yang bersifat menyeluruh dan berkelanjutan.

Langkah pertama yang dilakukan adalah promosi kesehatan yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai bahaya penularan TBC dan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan serta etika batuk yang benar. Ini merupakan bagian dari upaya pencegahan awal atau yang sering disebut sebagai tindakan primer. Edukasi melalui media massa, penyuluhan di komunitas, hingga pelibatan tokoh masyarakat menjadi strategi

penting agar pesan kesehatan tersampaikan secara luas dan diterima oleh berbagai kalangan.

Namun, promosi saja tidak cukup. Banyak penderita TBC tidak menyadari bahwa mereka telah terinfeksi, karena gejalanya sering dianggap ringan atau mirip penyakit umum lainnya seperti batuk biasa. Oleh sebab itu, diperlukan kegiatan skrining aktif untuk mendeteksi keberadaan bakteri penyebab TBC sejak dini. Pemeriksaan dahak atau yang dikenal dengan tes *BTA* (basil tahan asam) menjadi alat utama untuk mengidentifikasi pasien yang berpotensi menularkan. Langkah ini termasuk dalam tindakan pencegahan tingkat menengah, karena bertujuan menghentikan penyebaran penyakit dengan menemukan kasus sedini mungkin (WHO, 2020).

Jika hasil pemeriksaan menunjukkan seseorang positif TBC, maka intervensi berikutnya segera dimulai. Pengobatan dilakukan dengan skema *DOTS* (*Directly Observed Treatment, Short-course*), yakni sistem pengobatan jangka pendek yang diawasi langsung oleh petugas. Hal ini penting untuk mencegah pasien berhenti di tengah jalan atau mengonsumsi obat secara tidak teratur. Kedisiplinan dalam mengonsumsi obat akan sangat menentukan keberhasilan terapi. Jika diabaikan, bakteri TBC bisa menjadi resisten, bahkan lebih sulit diobati (Lönnroth et al., 2010).

Pada tahap lanjutan, bagi pasien yang mengalami komplikasi atau kerusakan jaringan paru yang cukup parah, diperlukan proses rehabilitasi. Tindakan ini meliputi pendampingan psikososial, pelatihan pernapasan, serta dukungan nutrisi untuk mempercepat

pemulihan. Inilah yang disebut sebagai tindakan pencegahan tingkat lanjut — yang tidak hanya fokus pada penyembuhan, tetapi juga mengembalikan kualitas hidup pasien agar bisa kembali produktif.

Semua tahap ini tidak dilakukan secara terpisah. Dalam praktik sehari-hari, petugas lapangan sering kali harus menangani semua aspek ini dalam satu waktu. Di sebuah puskesmas, misalnya, seorang tenaga kesehatan mungkin melakukan penyuluhan di pagi hari, lalu melayani skrining siang harinya, dan kemudian mendampingi pasien minum obat pada sore hari. Inilah wujud nyata dari sistem yang tidak hanya fleksibel tetapi juga harus responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Pelaksanaan di lapangan juga membutuhkan adaptasi. Misalnya, dalam komunitas yang tinggal di kawasan padat penduduk, kegiatan skrining dilakukan langsung dari rumah ke rumah. Sedangkan di wilayah pedesaan, pendekatan berbasis kelompok lebih efektif karena bisa menjangkau lebih banyak warga dalam waktu bersamaan. Kunci keberhasilannya adalah memahami karakteristik sosial, budaya, dan geografis dari setiap wilayah.

Dukungan lintas sektor juga memegang peran penting. Kegiatan promosi tidak akan efektif tanpa keterlibatan dunia pendidikan, tokoh agama, dan media lokal. Sementara itu, distribusi obat tidak akan lancar tanpa dukungan sistem logistik yang solid. Di sinilah pentingnya membangun kolaborasi antarpihak untuk menciptakan sistem yang saling melengkapi dan memperkuat.

Hal lain yang penting cukup adalah kepercayaan masyarakat. Ketika mereka merasa dilibatkan, dihargai, dan dipahami, partisipasi

mereka akan meningkat. Sebaliknya, jika mereka merasa dihakimi atau terabaikan, berbagai program kesehatan akan sulit diterima. Oleh karena itu, pendekatan yang empatik dan inklusif menjadi fondasi utama dalam setiap pelaksanaan kegiatan di lapangan.

Dengan demikian, implementasi program kesehatan masyarakat, khususnya dalam pengendalian TBC, mencerminkan kebutuhan untuk bekerja secara simultan dalam berbagai tingkatan. Semua komponen dari edukasi, deteksi dini, pengobatan, hingga rehabilitasi bukan hanya saling melengkapi, tetapi juga harus berjalan harmonis demi hasil yang maksimal.

6.6 Latihan Soal

1. Jelaskan perbedaan antara pencegahan primer, sekunder, dan tersier dalam upaya penanggulangan penyakit menular!
2. Berikan masing-masing dua contoh kegiatan untuk setiap tingkatan pencegahan penyakit menular!
3. Mengapa skrining penyakit termasuk dalam pencegahan sekunder?
4. Apa peran edukasi dalam pencegahan tersier?
5. Jelaskan contoh intervensi terpadu ketiga level pencegahan pada satu jenis penyakit.

Bab 7: Vaksinasi dan Imunisasi dalam Pengendalian Penyakit

Agus Erwin Ashari, SKM., M.Kes.

7.1 Pengertian Vaksinasi dan Imunisasi

Vaksinasi merupakan salah satu penemuan paling berpengaruh dalam sejarah kesehatan manusia. Proses ini melibatkan pemberian zat yang disebut vaksin ke dalam tubuh seseorang dengan tujuan untuk membentuk perlindungan terhadap penyakit tertentu. Vaksin dirancang sedemikian rupa agar mampu merangsang sistem kekebalan tubuh mengenali *pathogen* seperti virus atau bakteri, tanpa menyebabkan gangguan kesehatan yang serius. Dengan demikian, tubuh akan memiliki kemampuan untuk melawan infeksi di kemudian hari apabila terpapar kembali oleh *pathogen* tersebut.

Imunisasi, di sisi lain, merujuk pada hasil akhir dari proses pembentukan kekebalan tubuh. Kekebalan ini dapat diperoleh melalui dua cara: melalui vaksinasi atau secara alami setelah tubuh mengalami infeksi dan berhasil mengatasinya. Namun, cara alami ini sering kali berisiko karena tubuh harus lebih dulu mengalami gejala penyakit yang dapat menimbulkan komplikasi atau bahkan

kematian, tergantung pada jenis penyakitnya. Oleh karena itu, vaksinasi menjadi pilihan yang jauh lebih aman dan terkendali.

Penting untuk memahami bahwa vaksin tidak bekerja secara instan. Setelah vaksin diberikan, sistem kekebalan tubuh membutuhkan waktu untuk membentuk *antibodi*, yaitu protein pelindung yang mampu mengenali dan menetralkan *pathogen*. Waktu yang dibutuhkan untuk pembentukan kekebalan ini dapat bervariasi, tergantung pada jenis vaksin dan kondisi tubuh seseorang. Misalnya, vaksin *measles-mumps-rubella* (MMR) membutuhkan waktu sekitar dua minggu untuk membentuk perlindungan yang efektif (Centers for Disease Control and Prevention, 2023).

Vaksin dapat berbentuk berbagai jenis, mulai dari vaksin hidup yang dilemahkan, vaksin mati, hingga vaksin berbasis *mRNA* seperti yang digunakan dalam pengendalian *COVID-19*. Setiap jenis memiliki karakteristik tersendiri dalam merangsang sistem kekebalan tubuh. Vaksin hidup yang dilemahkan, misalnya, memberikan respons kekebalan yang kuat dan tahan lama, tetapi tidak dianjurkan bagi individu dengan gangguan kekebalan tubuh. Sementara itu, vaksin berbasis *mRNA* bekerja dengan cara menginstruksikan sel tubuh untuk menghasilkan protein tertentu dari virus, sehingga sistem kekebalan dapat mempelajari cara mengenalinya tanpa paparan langsung terhadap virus utuh.

Manfaat dari imunisasi tidak hanya bersifat individual, tetapi juga kolektif. Dalam masyarakat yang cakupan vaksinasinya tinggi, terbentuklah yang dikenal dengan istilah *herd immunity*. Ini adalah

kondisi di mana sebagian besar populasi telah memiliki kekebalan terhadap suatu penyakit, sehingga penyebarannya menjadi sangat terbatas. Konsep ini sangat penting untuk melindungi kelompok rentan, seperti bayi yang belum cukup umur untuk menerima vaksin, atau orang lanjut usia dengan daya tahan tubuh yang menurun (Fine, Eames, & Heymann, 2011).

Meskipun manfaat vaksinasi telah terbukti luas, masih terdapat tantangan dalam upaya mencapai cakupan imunisasi yang merata. Salah satunya adalah persepsi keliru di kalangan masyarakat yang menilai bahwa vaksin bisa menyebabkan penyakit, atau mengandung bahan-bahan berbahaya. Informasi yang tidak tepat, terutama di media sosial, telah memicu kebingungan dan penolakan terhadap vaksin, bahkan di negara dengan sistem kesehatan yang maju. Oleh karena itu, edukasi publik yang transparan dan mudah dipahami menjadi sangat krusial agar masyarakat dapat membuat keputusan berdasarkan pengetahuan yang benar.

Sebagai tambahan, efektivitas imunisasi juga sangat dipengaruhi oleh keberlanjutan program vaksinasi. Dalam beberapa kasus, ketika cakupan vaksinasi menurun, penyakit yang sebelumnya telah dikendalikan dapat muncul kembali. Hal ini pernah terjadi pada kasus campak di beberapa negara Eropa yang mengalami penurunan angka vaksinasi, dan akhirnya mencatat kembali lonjakan kasus infeksi yang sebelumnya sudah jarang ditemui (World Health Organization, 2019).

Dengan memahami perbedaan antara vaksinasi dan imunisasi, serta peran penting keduanya dalam menjaga kesehatan

individu dan masyarakat, kita dapat lebih bijak dalam mengambil keputusan untuk menjaga diri dan orang-orang di sekitar kita. Perlindungan terhadap penyakit menular bukan hanya tentang pencegahan pribadi, tetapi juga tentang kontribusi kita dalam membangun lingkungan yang lebih aman dan sehat bagi semua.

7.2 Jenis-Jenis Vaksin dan Cara Kerjanya

Vaksin merupakan salah satu inovasi kesehatan yang berperan penting dalam mencegah penyakit menular. Setiap jenis vaksin memiliki cara kerja yang berbeda dalam merangsang sistem kekebalan tubuh. Perbedaan tersebut umumnya terletak pada bahan penyusun vaksin dan teknik pembuatannya. Secara umum, vaksin dapat dibedakan menjadi empat kelompok utama, yakni vaksin hidup yang dilemahkan, vaksin inaktivasi, vaksin subunit dan toksoid, serta vaksin *messenger RNA (mRNA)* dan vektor virus.

7.2.1 Vaksin Hidup yang Dilemahkan

Jenis vaksin ini menggunakan mikroorganisme yang masih hidup namun telah dilemahkan sehingga tidak lagi menyebabkan penyakit pada individu yang sehat. Mekanisme kerjanya meniru infeksi alami dengan memberikan versi lemah dari virus atau bakteri kepada tubuh. Dengan demikian, sistem imun merespons seolah-olah sedang melawan patogen yang sesungguhnya. Respon ini kemudian membentuk memori imunologis yang kuat dan tahan lama.

Contoh vaksin dalam kategori ini antara lain vaksin campak, rubela, dan *yellow fever*. Vaksin ini sangat efektif, namun penggunaannya harus hati-hati pada individu dengan gangguan sistem imun. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya menghasilkan kekebalan jangka panjang hanya dengan satu atau dua dosis (World Health Organization [WHO], 2020).

7.2.2 Vaksin Inaktivasi

Berbeda dengan vaksin hidup, vaksin inaktivasi menggunakan patogen yang telah dimatikan melalui proses kimia atau panas. Karena virus atau bakteri dalam vaksin ini sudah tidak aktif, maka tidak dapat berkembang biak di dalam tubuh. Sistem kekebalan akan tetap mengenali komponen permukaan patogen tersebut dan membentuk antibodi.

Vaksin hepatitis A dan vaksin polio tipe *inactivated poliovirus vaccine* (IPV) termasuk dalam kelompok ini. Meskipun vaksin ini aman digunakan bahkan pada kelompok rentan seperti bayi dan lansia, kekebalan yang dihasilkan sering kali memerlukan beberapa dosis dan suntikan penguat (*booster*) untuk mencapai perlindungan optimal (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2021).

7.2.3 Vaksin Subunit dan Toksoid

Vaksin subunit hanya mengandung bagian tertentu dari mikroorganisme, biasanya berupa protein atau gula yang dikenali oleh sistem imun. Karena tidak mengandung komponen hidup dari virus atau bakteri, vaksin ini tergolong sangat aman dan risiko efek

sampingnya lebih rendah. Salah satu contohnya adalah vaksin hepatitis B.

Sementara itu, vaksin toksoid dirancang khusus untuk melawan penyakit yang disebabkan oleh racun yang dihasilkan oleh bakteri. Racun ini diolah menjadi tidak berbahaya melalui proses kimia, lalu digunakan sebagai bahan vaksin. Vaksin difteri dan tetanus merupakan contoh vaksin toksoid.

Kedua jenis ini bekerja dengan merangsang produksi antibodi yang secara spesifik mengenali dan menetralkan komponen yang disuntikkan. Keamanan dan kestabilannya menjadikan vaksin ini umum digunakan dalam program imunisasi nasional di berbagai negara (Plotkin et al., 2018).

7.2.4 Vaksin *mRNA* dan Vektor Virus

Kemajuan teknologi membawa lahirnya jenis vaksin yang lebih modern seperti vaksin *messenger RNA (mRNA)* dan vaksin vektor virus. Vaksin *mRNA* tidak mengandung virus utuh, melainkan hanya instruksi genetik berupa *mRNA* yang memerintahkan sel tubuh untuk memproduksi protein tertentu dari virus. Protein ini kemudian dikenali oleh sistem imun sebagai benda asing, dan tubuh pun membentuk perlindungan terhadapnya.

Vaksin Pfizer-BioNTech dan Moderna, yang digunakan secara luas selama pandemi COVID-19, merupakan contoh vaksin *mRNA*. Vaksin ini terbukti memiliki efikasi tinggi dan dapat diproduksi dengan cepat dalam skala besar.

Sementara itu, vaksin vektor virus menggunakan virus jinak yang telah dimodifikasi secara genetik sebagai pembawa materi

genetik dari virus target. Ketika vektor ini masuk ke dalam tubuh, ia menyampaikan informasi untuk membuat protein dari virus berbahaya, yang kemudian memicu respons imun. Vaksin AstraZeneca dan Johnson & Johnson merupakan contoh vaksin vektor virus.

Meskipun tergolong baru, kedua jenis ini menunjukkan efektivitas tinggi dan membuka jalan bagi pengembangan vaksin untuk penyakit lain di masa depan. Namun, distribusi dan penyimpanan vaksin *mRNA* memerlukan suhu yang sangat rendah, sehingga tantangan logistiknya cukup besar di daerah dengan infrastruktur terbatas.

7.3 Peran Imunisasi dalam Pengendalian Penyakit

Imunisasi merupakan salah satu pencapaian paling signifikan dalam sejarah kesehatan masyarakat modern. Dengan memberikan perlindungan terhadap penyakit-penyakit menular yang berpotensi fatal, imunisasi telah menjadi pilar utama dalam upaya global menjaga kesejahteraan populasi. Ketika seseorang mendapatkan vaksin, sistem imunnya dilatih untuk mengenali dan melawan patogen tertentu tanpa harus mengalami penyakit tersebut secara langsung.

7.3.1 Mencegah Penyebaran Penyakit Berbahaya

Pemberian vaksin secara luas mampu menghentikan rantai penyebaran penyakit. Penyakit seperti campak, difteri, tetanus,

hingga *influenza* dapat dicegah penyebarannya melalui cakupan imunisasi yang tinggi dalam masyarakat. Dalam banyak kasus, ketika cakupan vaksinasi mencapai angka tertentu, transmisi penyakit dapat ditekan secara signifikan sehingga kasus baru menjadi sangat jarang. Hal ini telah dibuktikan dalam pengalaman global menurunkan angka campak secara drastis di berbagai wilayah dengan program vaksinasi nasional (*World Health Organization*, 2021).

Perlu dicatat bahwa beberapa penyakit bersifat sangat menular. Dalam kasus seperti ini, tingkat cakupan imunisasi yang dibutuhkan untuk menghentikan penyebaran dapat sangat tinggi. Misalnya, virus campak membutuhkan cakupan sekitar 95% untuk mencegah terjadinya *outbreak*. Tanpa imunisasi, virus tersebut dengan mudah menular di lingkungan padat penduduk, sekolah, atau fasilitas umum lainnya.

7.3.2 Menurunkan angka kesakitan dan kematian

Imunisasi berperan signifikan dalam menurunkan tingkat kesakitan (morbiditas) dan kematian (mortalitas) yang disebabkan oleh penyakit infeksi. Beberapa jenis perannya: (1) Mencegah terjadinya penyakit Berat, vaksin memberikan perlindungan tubuh yang khusus untuk mencegah infeksi atau mengurangi tingkat keparahan penyakit. Anak-anak yang mendapatkan imunisasi secara lengkap memiliki kemungkinan mencegah terjadinya Penyakit Berat lebih kecil untuk menghadapi komplikasi serius, seperti ensefalitis akibat campak, kelumpuhan akibat polio, dan pneumonia berat disebabkan pertusis. (*World Health Organization*, 2021). (2) Penurunan tingkat kematian

bayi dan anak , imunisasi dasar yang lengkap terbukti efektif menurunkan risiko kematian pada usia anak. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebutkan bahwa vaksinasi dapat mencegah lebih dari 2–3 juta kematian setiap tahunnya di seluruh dunia. (3) Pengurangan Risiko Komplikasi Jangka Panjang , Berbagai infeksi dapat mengakibatkan komplikasi yang bersifat permanen, seperti gangguan neurologis atau masalah pertumbuhan dan perkembangan. Vaksinasi dapat menghindari terjadinya penyakit serius yang dapat menyebabkan kondisi tersebut.

7.3.3 Perlindungan Tidak Langsung melalui Kekebalan Kelompok

Salah satu kontribusi penting imunisasi adalah menciptakan *herd immunity* atau kekebalan kelompok. Ini adalah kondisi ketika cukup banyak individu dalam suatu populasi yang memiliki kekebalan terhadap suatu penyakit, sehingga penyebarannya menjadi terhambat. Akibatnya, kelompok yang belum dapat menerima vaksin — seperti bayi baru lahir, lansia dengan kondisi medis tertentu, atau individu dengan gangguan sistem imun — tetap mendapatkan perlindungan secara tidak langsung.

Konsep *herd immunity* bukan hanya konsep teoritis, melainkan telah terbukti dalam konteks nyata. Dalam kasus eradikasi *smallpox*, misalnya, pemberian vaksin secara masif dan konsisten berhasil mencegah penyebaran virus di berbagai benua. Keberhasilan ini dicapai bukan hanya karena individu menjadi kebal, tetapi juga karena virus kehilangan jalur transmisi di dalam masyarakat (Fine et al., 2011).

7.3.4 Efisiensi Ekonomi dalam Jangka Panjang

Dampak imunisasi tidak hanya terlihat dalam sektor kesehatan, tetapi juga memberikan kontribusi besar terhadap stabilitas ekonomi. Biaya yang dikeluarkan untuk merawat pasien dengan komplikasi akibat penyakit menular sering kali jauh lebih besar dibandingkan biaya vaksinasi preventif. Selain itu, absensi kerja, beban keluarga, dan tekanan terhadap sistem layanan kesehatan dapat dikurangi secara signifikan jika masyarakat mendapatkan imunisasi secara tepat waktu.

Dalam laporan oleh *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), program vaksinasi anak-anak di Amerika Serikat selama dua dekade terakhir berhasil mencegah jutaan kasus penyakit dan menyelamatkan ratusan ribu jiwa, sekaligus menghemat miliaran dolar dalam biaya pelayanan kesehatan (CDC, 2020). Angka ini mencerminkan efisiensi investasi pada imunisasi dibandingkan dengan beban ekonomi akibat penyebaran penyakit.

7.3.4 Menuju Penghapusan Penyakit Secara Global

Beberapa penyakit telah menunjukkan tren penurunan global berkat vaksinasi. Salah satu pencapaian paling monumental adalah pemberantasan *smallpox* secara total. Dalam waktu yang lebih dekat, upaya untuk menghapuskan *poliomyelitis* juga menunjukkan kemajuan yang signifikan. Wilayah seperti Afrika telah dinyatakan bebas polio setelah bertahun-tahun menjalankan kampanye imunisasi masif.

Namun, penghapusan total suatu penyakit bukanlah hal yang mudah. Diperlukan kerja sama lintas negara, distribusi vaksin yang

merata, serta edukasi publik yang berkelanjutan. Di sinilah pentingnya kolaborasi antara sektor kesehatan, komunitas lokal, dan dukungan kebijakan dari pemerintah. Tanpa dukungan yang konsisten, capaian yang telah diperoleh berisiko mengalami kemunduran.

Vaksin juga memainkan peran strategis dalam menghadapi penyakit baru. Ketika dunia dilanda pandemi COVID-19, percepatan pengembangan dan distribusi vaksin menjadi faktor krusial dalam meredam laju penyebaran virus. Keberadaan vaksin membuka jalan untuk pemulihan sosial dan ekonomi yang lebih cepat dibandingkan intervensi non-farmakologis semata.

7.4 Tantangan dalam Program Vaksinasi

Program vaksinasi di berbagai belahan dunia telah memberikan kontribusi besar dalam menurunkan angka kesakitan dan kematian akibat penyakit menular. Namun demikian, pelaksanaan di lapangan sering kali menghadapi hambatan yang tidak dapat diabaikan. Hambatan-hambatan ini bersifat kompleks dan beragam, melibatkan aspek sosial, logistik, hingga teknologi. Pemahaman yang utuh terhadap tantangan tersebut menjadi kunci untuk menjaga keberlangsungan dan keberhasilan program vaksinasi dalam jangka panjang.

7.4.1 Keraguan terhadap Vaksin

Salah satu tantangan yang semakin mengemuka dalam beberapa tahun terakhir adalah *vaccine hesitancy*, atau keraguan

masyarakat terhadap vaksin. Kondisi ini tidak hanya terjadi di negara berkembang, tetapi juga di negara maju, menunjukkan bahwa masalah ini tidak semata-mata berkaitan dengan tingkat pendidikan atau kemajuan ekonomi. Faktor utama yang memicu keraguan tersebut adalah persebaran informasi yang salah atau menyesatkan, terutama melalui media sosial. Dalam banyak kasus, masyarakat lebih terpengaruh oleh narasi emosional daripada penjelasan rasional.

Fenomena ini diperkuat oleh pola komunikasi digital yang memungkinkan penyebaran *fake news* dalam waktu sangat cepat dan tanpa penyaringan (Burki, 2020). Bahkan, narasi-narasi yang bersifat konspiratif sering kali dibalut dengan bahasa *ilmiah* atau seolah-olah didukung oleh sumber yang kredibel, padahal tidak demikian. Akibatnya, muncul ketakutan yang tidak proporsional terhadap efek samping vaksin atau ketidakpercayaan terhadap institusi yang menyelenggarakan program vaksinasi.

7.4.2 Keterbatasan Akses dan Distribusi

Tantangan lain yang bersifat teknis dan logistik adalah keterbatasan distribusi vaksin, terutama di wilayah terpencil. Di banyak daerah pedalaman, akses ke layanan kesehatan dasar saja sudah menjadi persoalan tersendiri, apalagi pengiriman vaksin yang membutuhkan prosedur ketat. Faktor geografis, seperti medan sulit, infrastruktur jalan yang terbatas, serta minimnya tenaga kesehatan terlatih, semakin memperumit situasi.

Selain itu, wilayah kepulauan juga menghadapi kendala serupa. Misalnya, pengiriman vaksin ke daerah-daerah di Indonesia

bagian timur sering kali terkendala cuaca ekstrem dan frekuensi transportasi yang terbatas. Hal ini menyebabkan jadwal vaksinasi tidak berjalan sesuai rencana, dan pada akhirnya target cakupan imunisasi menjadi sulit tercapai (World Health Organization, 2021).

7.4.3 Tantangan Rantai Dingin

Salah satu syarat penting dalam penyimpanan vaksin adalah keberadaan rantai dingin (*cold chain*), yaitu sistem yang menjaga suhu vaksin tetap stabil dari tempat produksi hingga ke titik pelayanan. Kegagalan dalam mempertahankan suhu penyimpanan dapat menyebabkan penurunan efektivitas vaksin, bahkan bisa membuatnya tidak layak pakai.

Tantangan ini terutama terjadi di wilayah dengan pasokan listrik yang tidak stabil atau tidak tersedia sama sekali. Di beberapa lokasi, penyimpanan vaksin masih bergantung pada lemari es konvensional yang tidak dilengkapi sistem pemantauan suhu otomatis. Selain itu, tidak semua fasilitas kesehatan memiliki generator cadangan atau teknologi *solar-powered cold box* yang dibutuhkan untuk menjaga suhu ideal. Akibatnya, distribusi vaksin menjadi sangat bergantung pada waktu tempuh dan keandalan alat transportasi.

7.4.4 Faktor Sosial dan Budaya

Aspek sosial dan budaya juga menjadi tantangan yang cukup kompleks dalam pelaksanaan program vaksinasi. Di beberapa komunitas, terdapat keengganan untuk menerima vaksin karena alasan kepercayaan atau nilai-nilai adat yang telah diwariskan turun-temurun. Misalnya, sebagian masyarakat menganggap bahwa

intervensi medis dari luar adalah bentuk intervensi budaya yang bertentangan dengan tradisi lokal.

Dalam kasus lain, isu halal dan haram menjadi perdebatan yang sangat sensitif. Jika tidak ditangani secara bijak, persepsi ini dapat menghambat penerimaan masyarakat terhadap program imunisasi, meskipun secara medis vaksin tersebut telah dinyatakan aman. Oleh karena itu, pelibatan tokoh agama, pemuka adat, dan komunitas lokal menjadi sangat penting agar program vaksinasi tidak hanya dipahami dari sisi medis, tetapi juga diterima secara sosial dan kultural (Larson et al., 2016).

7.4.5 Menghadapi Tantangan dengan Kolaborasi

Meskipun tantangan tersebut tidak mudah diatasi, berbagai upaya telah dilakukan untuk memperbaiki kondisi di lapangan. Salah satunya adalah kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, organisasi internasional, komunitas lokal, dan sektor swasta. Misalnya, inovasi berupa *mobile vaccination unit* telah terbukti efektif menjangkau wilayah terpencil. Selain itu, edukasi publik yang berbasis komunitas serta kampanye digital yang positif juga mampu menekan *vaccine hesitancy* secara bertahap.

Melalui kerja sama yang kuat, pelibatan masyarakat, dan inovasi yang terus dikembangkan, berbagai kendala dalam program vaksinasi dapat diurai. Vaksin bukan hanya alat medis, tetapi juga simbol solidaritas sosial dan tanggung jawab kolektif dalam menjaga kesehatan bersama.

7.5 Latihan Soal

1. Jelaskan perbedaan antara vaksinasi dan imunisasi.
2. Sebutkan empat jenis vaksin dan berikan contohnya masing-masing.
3. Mengapa kekebalan kelompok (herd immunity) penting dalam program imunisasi?
4. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaan program vaksinasi?
5. Bagaimana cara meningkatkan cakupan imunisasi di daerah terpencil?

Bab 8: Epidemiologi Penyakit Zoonotik dan Emerging Diseases

Dr. Faiza Yuniati, S.Pd., S.Kep., M.KM.

8.1 Definisi dan Konsep Dasar

8.1.1 Pengertian zoonosis

Zoonosis adalah penyakit atau infeksi yang dapat ditularkan secara alami antara hewan vertebrata dan manusia melalui kontak langsung, vektor, atau media perantara seperti makanan dan air. Lebih dari 60 % patogen manusia berasal dari sumber zoonotik, termasuk bakteri, virus, parasit, dan agen tidak konvensional (Rahman et al., 2020). Keberadaan reservoir hewan, vektor arthropoda, dan mekanisme “*spill-over*” menandai ciri utama zoonosis, sehingga pendekatan *One Health* yang mengintegrasikan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan menjadi krusial dalam pencegahan dan pengendalian (Rahman et al., 2020).

8.1.2 Klasifikasi *emerging diseases*

Penyakit *Emerging diseases* atau penyakit menular baru/emergent didefinisikan sebagai penyakit yang insidensinya di manusia meningkat dalam dua dekade terakhir atau berpotensi meningkat dalam waktu dekat. *Centers for Disease Control and*

Prevention (CDC) menyatakan bahwa “*infectious diseases whose incidence in humans has increased in the past 2 decades or threatens to increase in the near future*” termasuk dalam kategori ini (CDC, 2021). Secara umum, *emerging diseases* terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan pola kemunculannya:

- *Newly emerging*: penyakit yang pertama kali diidentifikasi (misalnya SARS-CoV-2)
- *Re-emerging*: penyakit lama yang kembali muncul atau meningkat di wilayah yang sudah pernah terjangkit (misalnya tuberkulosis multiresisten)
- *Emerging resistance*: patogen lama yang kini kebal terhadap terapi antimikroba
- *Deliberately emerging*: agen yang dilepaskan sengaja (*bioterrorisme*) (Verma, 2021).

8.1.3 Perbedaan Endemik, Epidemik, Pandemi, dan Emerging

Menurut pedoman epidemiologi, perbedaan istilah-istilah kunci ini adalah (CDC, 2018):

- Endemik: kejadian penyakit yang selalu ada pada tingkat kasus yang dapat diprediksi di suatu populasi atau area geografis tertentu. Contoh klasik adalah malaria di wilayah tropis.
- Epidemik: lonjakan jumlah kasus penyakit di atas angka yang diharapkan dalam populasi dan periode waktu tertentu, sering kali terbatas pada satu wilayah atau komunitas.
- Pandemi: epidemi yang telah menyebar melintasi beberapa negara atau benua, mempengaruhi jumlah besar orang.

COVID-19 yang ditetapkan WHO pada Maret 2020 adalah contoh pandemi (CDC, 2018).

- Emerging: istilah umum bagi penyakit yang insidensinya baru muncul atau meningkat, yang dapat bergerak melewati status endemik → epidemik → pandemik jika tidak dikendalikan (CDC, 2018).

8.2 Determinan Munculnya Penyakit

8.2.1 Faktor Biologis (virus, bakteri, parasit)

Patogen sebagai agen biologis merupakan determinan utama dalam munculnya penyakit infeksius. Virus, dengan kemampuan mutasi cepat dan rekombinasi genetik, kerap menimbulkan varian baru yang dapat lolos dari respons imun inang (*Emerging Microorganisms and Infectious Diseases*, 2024). Bakteri patogen pun dapat berkembang resistensi antimikroba melalui akuisisi gen resisten, sehingga penyakit yang sebelumnya dapat diobati menjadi sulit dikendalikan (*Implications of human activities for (re)emerging infectious diseases*, 2020). Selain itu, parasite misalnya protozoa penyebab malaria, dapat beradaptasi pada vektor nyamuk dan memperpanjang siklus hidupnya sehingga meningkatkan beban penyakit (Jin-Young et al., 2020).

8.2.2 Perubahan Ekosistem dan Deforestasi

Perubahan tutupan lahan, khususnya deforestasi tropis, meningkatkan kontak manusia–satwa liar yang memicu *spillover* patogen zoonotik (Koren & Chaves, 2025). Dengan berkurangnya

habitat alami, reservoir hewan seperti kelelawar dan primata berpindah mendekati pemukiman, sehingga peluang penularan meningkat (*land-use land-cover change–emerging infectious disease nexus*, 2025). Selain itu, fragmentasi hutan menciptakan “*edge effect*” yang meningkatkan keanekaragaman spesies reservoir dan vektor di tepi hutan, memperbesar risiko transmisi patogen kepada manusia (Gharbi, Rezza, & Ben M’hadheb, 2025).

8.2.3 Globalisasi, Urbanisasi, dan Mobilitas Manusia

Perdagangan global dan perjalanan udara menjadikan distribusi patogen tidak lagi terbatas oleh jarak geografis: dalam hitungan jam, virus dapat berpindah lintas benua, seperti yang terjadi pada pandemi COVID-19 (Baker et al., 2022). Urbanisasi cepat menciptakan kepadatan penduduk tinggi dan sanitasi suboptimal yang mempermudah penyebaran penyakit (Cheshmehzangi et al., 2022). Selain itu, migrasi penduduk dan mobilitas harian seperti pekerja komuter antar kota besar membentuk jalur transmisi berulang yang sulit diputus tanpa intervensi kebijakan transportasi dan kesehatan publik (Baker et al., 2022).

8.2.4 Peran Hewan Reservoir dan Vektor

Reservoir hewan adalah spesies tempat patogen beredar secara alami sebelum spillover ke manusia; misalnya kelelawar sebagai reservoir coronavirus (CDC, 2020). Hewan perantara (*intermediate hosts*) seperti trenggiling atau musang dapat memperantarai adaptasi virus sebelum menular ke manusia (CDC, 2020). Di sisi lain, vektor arthropoda termasuk nyamuk *Aedes* mengangkut patogen dari reservoir ke inang manusia. Interaksi

pathogen–vektor–lingkungan menentukan kapasitas vektor (*vectorial capacity*) yang diukur dari densitas vektor, laju gigitan, dan tingkat infeksi dalam vektor (Chala & Hamde, 2021). Perubahan iklim dan penggunaan lahan dapat memperluas habitat vektor, sehingga penyakit seperti demam berdarah dan chikungunya muncul di wilayah non-endemik (Chala & Hamde, 2021).

8.3 Rantai Penularan Zoonotik

8.3.1 Siklus Zoonosis – *Reservoir*, Vektor, dan Spillover

Zoonotik spillover terjadi ketika patogen berpindah dari hewan vertebrata (*reservoir*) ke manusia melalui rangkaian proses ekologi dan perilaku. *Reservoir* dapat berupa satwa liar atau hewan ternak yang membawa patogen tanpa menunjukkan gejala berat, sehingga berfungsi sebagai sumber infeksi primer (Mumma et al., 2020). Pada penyakit vektor-borne, vektor (misalnya nyamuk atau kutu) menghisap darah reservoir yang terinfeksi, memfasilitasi perkembangan dan penyebaran patogen, lalu menularkannya ke manusia melalui gigitan (Mumma et al., 2020). Proses *spillover* ini dipengaruhi oleh densitas reservoir, prevalensi infeksi pada populasi hewan, serta interaksi manusia-hewan yang memungkinkan paparan dosis infeksi cukup tinggi untuk memicu penyakit (Mumma et al., 2020).

8.3.2 Mekanisme Penularan

1. **Kontak Langsung:** Penularan terjadi melalui kontak fisik dengan hewan yang terinfeksi seperti gigitan, cakaran, atau

kontak dengan darah dan cairan tubuh yang memungkinkan patogen menembus kulit atau selaput lendir manusia (*Journal of Zoonotic Diseases*, 2022).

2. **Kontak Tidak Langsung:** Fomites (peralatan, kandang, kotoran) dapat tercemar patogen dan menjadi media perantara; manusia kemudian terinfeksi saat menyentuh permukaan ini lalu menyentuh mukosa (*Journal of Zoonotic Diseases*, 2022).
3. **Aerosol:** Partikel droplet nuclei berukuran $<5 \mu\text{m}$ yang mengandung patogen dapat bertahan lama di udara dan terhirup hingga ke saluran pernapasan bawah, mempercepat penularan penyakit pernapasan zoonotik seperti influenza burung (Han et al., 2021).
4. **Vektor-borne:** Vektor hematofagus (misalnya *Aedes* spp., *Culex* spp.) mengisap darah reservoir terinfeksi, memfasilitasi amplifikasi virus di dalam tubuh vektor, lalu menyuntikkan patogen ke manusia pada kontak berikutnya (Mummah et al., 2020).

8.3.3 Faktor Risiko Paparan Manusia

Paparan manusia terhadap zoonosis bergantung pada sejumlah faktor epidemiologis, ekologis, dan perilaku (Markotter et al., 2023):

- **Perilaku dan profesi:** Pemburu dan penjagal binatang liar, peternak, pekerja pasar hewan hidup, serta tenaga kesehatan veteriner berisiko tinggi karena kontak langsung dan sering dengan hewan (Markotter et al., 2023).

- **Intensifikasi peternakan:** Pemeliharaan hewan dalam kepadatan tinggi tanpa biosekuriti memadai meningkatkan peluang *spillover* dan amplifikasi patogen (Markotter et al., 2023).
- **Perdagangan dan transportasi hewan:** Perdagangan satwa liar dan ternak lintas batas wilayah memperluas distribusi reservoir dan vektor, serta memudahkan penyebaran patogen ke populasi baru (Markotter et al., 2023).
- **Perubahan lahan dan lingkungan:** Deforestasi, fragmentasi habitat, dan ekspansi pertanian membawa manusia lebih dekat ke reservoir alam, meningkatkan frekuensi interaksi berisiko (Markotter et al., 2023).
- **Faktor individu:** Usia, status imun (*imunosupresi*, *malnutrisi*), dan penyakit penyerta mempengaruhi kerentanan inang manusia terhadap infeksi zoonotik (Mummah et al., 2020).

8.4 Surveilans dan Deteksi Dini

8.4.1 Prinsip *One Health* dalam Surveilans

Pendekatan *One Health* menekankan integrasi dan kolaborasi lintas sektor kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan untuk mendeteksi dan mengendalikan penyakit zoonotik sejak dini. Dalam sistem surveilans *One Health*, data dikumpulkan, diverifikasi, dianalisis, dan diinterpretasikan secara terpadu dari ketiga sektor tersebut untuk menghasilkan informasi yang

komprehensif tentang risiko penyakit dan jalur penularannya (Aenishaenslin et al., 2021). Prinsip transdisipliner ini memungkinkan respons yang lebih cepat dan tepat sasaran seperti menggabungkan hasil pengawasan satwa liar dengan laporan klinis di rumah sakit dan data kualitas air, sehingga intervensi kesehatan masyarakat dapat difokuskan pada titik “*spillover*” sebelum terjadi transmisi luas (Aenishaenslin et al., 2021).

8.4.2 Sistem Pelaporan dan Monitoring

Surveilans pasif (*passive surveillance*) bergantung pada pelaporan rutin kasus penyakit oleh fasilitas Kesehatan, dokter, rumah sakit, atau laboratorium tanpa upaya penjangkauan khusus. Karena hanya mereka yang sadar sakit dan berobat yang terdata, pendekatan ini sering mengalami kekurangan karena *underreporting* dan keterlambatan deteksi (Stewart-Ibarra et al., 2020). Sebaliknya, surveilans aktif (*active surveillance*) melibatkan pencarian kasus secara proaktif melalui kunjungan lapangan, skrining komunitas, atau riset sentinel, sehingga mampu mengidentifikasi *infeksi* termasuk kasus subklinis yang lebih cepat dan lebih lengkap. Studi perbandingan di Ekuador menunjukkan surveilans aktif dapat mendeteksi lonjakan kasus hingga 3-4 minggu lebih awal daripada sistem pasif dan mengungkap beban penyakit yang jauh lebih tinggi di sub populasi tak terdiagnosis (Stewart-Ibarra et al., 2020).

8.4.3 Teknologi Diagnostik Cepat (Rapid Tests, PCR) Rapid diagnostic tests (RDTs)

Teknologi diagnostik cepat adalah alat poin-of-care yang dirancang untuk memberikan hasil dalam waktu 5–30 menit, tanpa

memerlukan laboratorium canggih atau tenaga terlatih. Rapid Diagnostic Test (RDT) berbasis *lateral-flow assay* (LFA) memenuhi kriteria ASSURED (*Affordable, Sensitive, Specific, User-friendly, Rapid and robust, Equipment-free, Delivered to end-users*) oleh WHO, sehingga sangat berguna di daerah sumber daya terbatas (Castillo-León et al., 2021). Meski kecepatan deteksi RDT sangat membantu dalam respons cepat, sensitivitas dan spesifisitasnya relatif lebih rendah dibanding teknik molekuler, sehingga hasil negatif terkadang perlu dikonfirmasi lebih lanjut. ***Polymerase Chain Reaction (PCR)***, khususnya real-time RT-PCR, tetap menjadi “*gold standard*” untuk deteksi asam nukleat patogen dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi. Selama pandemi COVID-19, RT-PCR mampu mendeteksi virus SARS-CoV-2 pada individu simptomatik maupun asimtomatik dengan akurasi yang jauh melebihi 90 % (Chadha et al., 2023). Namun, kebutuhan akan peralatan laboratorium, reagen khusus, dan waktu analisis ($\geq 2\text{--}4$ jam) membatasi penggunaannya untuk surveilans massal cepat. Kombinasi alur kerja RDT untuk skrining awal dan PCR untuk konfirmasi kini menjadi strategi umum dalam deteksi dini penyakit zoonotik dan emerging infections (Chadha et al., 2023).

8.5 Pemetaan dan Analisis Spasial

8.5.1 GIS dan Pemodelan Risiko

Geographic Information Systems (GIS) memungkinkan peneliti untuk mengintegrasikan berbagai lapisan data—lingkungan,

ekologi reservoir, distribusi vektor, dan demografi manusia—dalam satu platform analisis spasial, menciptakan peta risiko yang memvisualisasikan area berpotensi tinggi untuk spillover zoonotik. Pendekatan *multicriteria evaluation (GIS-MCE)* menggabungkan bobot indikator lingkungan (kepadatan reservoir, tutupan lahan, curah hujan, suhu) dengan data epidemiologi untuk menghasilkan peta kesesuaian habitat patogen. Sebagai contoh, Lee-Cruz et al. (2021) memetakan wilayah rentan terjadinya spillover Ebola di Guinea, Kongo, dan Gabon menggunakan GIS-MCE, menemukan variabilitas spasial dan musiman yang kuat serta validitas peta melalui konfirmasi lokasi kejadian sebelumnya. Selain itu, data *Earth Observation (EO)* seperti citra satelit termal dan kelembapan tanah—ketika diintegrasikan dalam model berbasis *One Health*—meningkatkan akurasi pemetaan risiko dengan memprediksi dinamika habitat vektor dan reservoir (*Frontiers in One Health*, 2024).

8.5.2 Hotspot Identification

Identifikasi hotspot *emergence* zoonotik melibatkan analisis statistika spasial untuk mendeteksi kluster kejadian pertama atau peningkatan insiden kasus yang signifikan. Pendekatan *model-based* hotspot mapping memanfaatkan teknik regresi spasial (misalnya *Poisson* atau *Gaussian Process*) serta data georeferensi patroket dan faktor pendorong ekologis. Stuart et al. (2024) memperkenalkan model prediktif hotspot yang menggabungkan data keanekaragaman *mammalia*, penggunaan lahan, dan interaksi manusia-hewan global, berhasil memetakan konsentrasi risiko *emergence* di wilayah tropis

Asia Tenggara dan Afrika Barat, yang konsisten dengan lokasi outbreak nyata sebelumnya. Teknik ini membantu memprioritaskan intervensi surveilans dan mitigasi risiko di area dengan probabilitas emergence tertinggi (Stuart et al., 2024).

8.5.3 Early Warning Systems

Sistem peringatan dini (*Early Warning Systems*, EWS) menggabungkan data *real-time* dari sumber ekologis (curah hujan, suhu udara), entomologis (kepadatan vektor), klinis (laporan kasus dini), dan sosial (lalu lintas manusia) untuk memprediksi dan memberi sinyal peningkatan risiko sebelum terjadinya outbreak besar. BMC *Public Health* (2024) menekankan bahwa integrasi data cuaca dan laporan kesehatan klinis melalui platform terpusat dapat meningkatkan sensitivitas EWS hingga 85% dalam mendeteksi lonjakan kasus demam berdarah dan zoonosis lainnya, memungkinkan respons lebih cepat. Selanjutnya, *Advancing Early Warning* (2023) menyoroti peluang pemanfaatan kecerdasan buatan seperti *machine learning* pada data satelit dan media social untuk meningkatkan ketepatan prediksi dan mengurangi *false alarms*, sambil mengatasi tantangan interoperabilitas data lintas lembaga (Stevens et al., 2023).

8.6 Penyakit Zoonotik Utama

8.6.1 Ebola dan Marburg

Ebola virus pertama kali diidentifikasi pada Agustus 1976 di Republik Demokratik Kongo setelah sekelompok pekerja medis

mengalami demam berdarah hemoragik, mencatat 284 kasus dengan *case fatality rate* (CFR) 88 % (Adebayo et al., 2022). Marburg virus muncul tahun 1967 di Marburg, Jerman, dan Beograd, Serbia, dari kultur jaringan monyet hijau Afrika, menyebabkan 31 infeksi dan CFR 23 % (Patil et al., 2023). Keduanya adalah Filoviridae dengan genom RNA negatif ± 19 kb, virion filamentous, dan stabilitas lingkungan rendah kecuali di suhu dingin (Nguyen et al., 2021). Reservoir alami adalah kelelawar buah (Pteropodidae), dan penularan ke manusia terjadi melalui kontak langsung cairan atau jaringan hewan terinfeksi, diikuti transmisi antarmanusia lewat darah dan cairan tubuh (Adebayo et al., 2022; Patil et al., 2023). Diagnosis dini menggunakan *real-time* RT-PCR (*sensitivitas* >98 %) dan ELISA IgM/IgG untuk konfirmasi serologis (Nguyen et al., 2021). Terapi suportif, rehidrasi, oksigenasi, dan perawatan komplikasi ditambah vaksin RVSZ-ZEBOV yang memberikan >90 % proteksi untuk Ebola Zaire, sementara kandidat vaksin Marburg sedang diuji klinis (Adebayo et al., 2022; Patil et al., 2023). Pencegahan dilakukan dengan mengintegrasikan surveilans kelelawar, biosekuriti peternakan, karantina hewan, isolasi kasus dengan penggunaan APD lengkap, dan edukasi komunitas tentang praktik penguburan aman (Nguyen et al., 2021).

8.6.2 Hantavirus

Hantaan virus diidentifikasi pada 1978 sebagai penyebab *hemorrhagic fever with renal syndrome* (HFRS) di Korea Selatan setelah antigen terdeteksi pada jaringan tikus *Apodemus agrarius* (Diseases Editorial Office, 2023). Genus *Orthohantavirus* (famili

Hantaviridae) berisi virus RNA negatif bersegmen (S, M, L) ± 12 kb; virion beramplop rapuh di lingkungan, hanya stabil pada suhu rendah dan kelembapan tinggi (Diseases Editorial Office, 2023). Reservoir utama adalah rodentia, misalnya *Peromyscus sonoriensis* untuk Sin Nombre virus (SNV) yang menyebabkan hantavirus pulmonary syndrome (HPS) dengan CFR ± 36 % di AS barat daya (PLOS Pathogens, 2024). Penularan ke manusia terjadi melalui inhalasi aerosol ekskresi tikus atau gigitan langsung, sementara transmisi antarmanusia hanya pada Andes virus (Clinical Review, 2023). HFRS bersifat endemik di Asia/Eropa dengan >20.000 kasus tahunan di China (CFR 1–15 %), sedangkan HPS sporadis di Amerika (insiden 0,4 per juta per tahun) (*Human Orthohantavirus Disease Prevalence Study*, 2024). Diagnosis mengandalkan ELISA IgM/IgG (positif setelah hari ke-5) dan real-time RT-PCR segmen L/S (sensitivitas >90 %) (RBAC, 2022). Terapi ribavirin dalam 48 jam pertama dapat menurunkan mortalitas HFRS hingga 50%, sedangkan perawatan suportif kontrol cairan, oksigenasi menurunkan CFR HPS menjadi <30 % di pusat rujukan (Clinical Review, 2023). Pencegahan *One Health* mencakup sanitasi lingkungan, kontrol populasi tikus, perbaikan bangunan, dan edukasi penggunaan masker saat membersihkan area berisiko (*One Health Outlook*, 2025).

8.6.3 Nipah dan Hendra

Nipah virus (NiV) pertama muncul pada wabah peternak babi di Malaysia 1998–1999, dengan >100 kematian dan CFR ± 40 %; wabah selanjutnya di India dan Bangladesh melaporkan CFR

hingga 91 % karena transmisi antarmanusia (Lo et al., 2023; Wong et al., 2022). Hendra virus (HeV) diidentifikasi di Brisbane, Australia, 1994, menyerang kuda dan manusia dengan CFR \pm 60 % pada manusia (Broder et al., 2020). Keduanya adalah Henipavirus (Paramyxoviridae) bergenom RNA negatif \pm 18 kb, beramplop dengan glikoprotein G dan F untuk fusi membran (Lo et al., 2023). Reservoir alami adalah kelelawar buah *Pteropus* spp.; NiV perantara babi di Malaysia dan transmisi langsung kelelawar-manusia di Bangladesh, sedangkan HeV spillover lewat kuda dan tidak ada transmisi antarmanusia (Wong et al., 2022). Epidemiologi NiV endemik Asia Tenggara dengan gelombang tahunan musim dingin di Bangladesh, sedangkan HeV terbatas di Queensland dan New South Wales, Australia (Broder et al., 2020). Gejala NiV berupa ensefalitis akut dan pneumonitis (CFR 40–90 %), HeV menimbulkan pneumonia dan ensefalitis (CFR 60 %) (Lo et al., 2023). Diagnosa RT-PCR *real-time* (sensitivitas >95 %) dan ELISA IgM/IgG (fase rekonvalesen) diperlukan, dengan kultur virus BSL-4 untuk riset (Lo et al., 2023). Terapi masih suportif; antibodi monoklonal m102.4 dalam uji praklinis menunjukkan potensi profilaksis (Broder et al., 2020). Pencegahan mencakup pemantauan populasi kelelawar, vaksinasi kuda (HeV), biosekuriti farm, dan edukasi risiko konsumsi buah terkontaminasi (Wong et al., 2022).

8.6.4 Rabies

Rabies virus (*Lyssavirus*, *Rhabdoviridae*) bergenom RNA negatif \pm 12 kb yang mengkode protein G penting untuk neurotropisme; virion berbentuk peluru dan stabil di air liur atau

jaringan saraf (Rupprecht et al., 2021). Anjing domestik bertanggung jawab atas >95 % kasus manusia global (± 59.000 kematian/tahun), terutama di Asia dan Afrika subsahara; di Amerika Utara, kelelawar juga reservoir penting (Velasco-Villa et al., 2022). Infeksi melalui gigitan atau cakaran hewan terinfeksi, virus menempuh jalur retrograde sepanjang saraf perifer ke sistem saraf pusat (Rupprecht et al., 2021). Masa inkubasi 1–3 bulan, gejala prodromal demam dan parestesia, diikuti ensefalitis, hidrofobia, aerofobia dan paralisis fatal jika tidak dirawat (Rupprecht et al., 2021). Diagnosis RT-PCR saliva/CSF (sensitivitas 50–80 %) dan fluorescent antibody test (FAT) jaringan otak (sensitivitas >99 %) digunakan (Velasco-Villa et al., 2022). Tanpa PEP, CFR hampir 100 %; PEP segera dengan Ig rabies dan vaksin intradermal/intramuscular (hari 0, 3, 7, 14) efektif mencegah perkembangan penyakit (Rupprecht et al., 2021). Pencegahan melibatkan vaksinasi massal anjing (>70 % populasi), kampanye sterilisasi hewan jalanan, akses PEP di fasilitas primer, dan edukasi publik (Velasco-Villa et al., 2022).

8.6.5 Avian Influenza (H5N1, H7N9)

H5N1 pertama terdeteksi pada unggas Cina 1996 dan manusia di Hong Kong 1997 (18 kasus, CFR 33 %), lalu clade 2.3.4.4b menyebar global sejak 2021, menyebabkan >2.500 wabah unggas dan ≥ 50 spillover mamalia, termasuk manusia (Update on H5N1, 2023; Munster et al., 2024). H7N9 muncul pada manusia di Cina 2013 (135 kasus, CFR ± 32 %), dengan lima gelombang musiman sampai 2017 sebelum menurun melalui vaksinasi unggas

dan penutupan pasar hidup (Hu et al., 2021). Keduanya adalah *Orthomyxoviridae* bergenom RNA negatif tersegmentasi 8 fragmen, mengkode HA dan NA; H5N1 clade 2.3.4.4b memiliki *multi-basic cleavage site* pada HA meningkatkan patogenisitas (Munster et al., 2024). Reservoir alami burung air liar (Anatidae), penularan ke manusia lewat kontak langsung/tidak langsung dengan ekskresi unggas di pasar hidup, inhalasi aerosol partikel terkontaminasi, sedangkan antarmanusia sangat jarang (Hu et al., 2021). Gejala pneumonia berat, ARDS, gagal multi-organ dengan CFR 52 % (H5N1) dan ± 39 % (H7N9), masa inkubasi 2–8 hari (Munster et al., 2024). Diagnosis real-time RT-PCR spesimen respirasi (*sensitivitas* >95 %) dan ELISA antibodi anti-HA/NA untuk *fase* rekonvalesen (Hu et al., 2021). Pengobatan oseltamivir 75 mg dua kali sehari selama 5 hari pemberian <48 jam menurunkan mortalitas 50 % (Munster et al., 2024). Pencegahan *One Health* mencakup biosekuriti farm, vaksinasi massal unggas, penutupan pasar hidup, disinfeksi area, dan penggunaan APD oleh pekerja pasar (Hu et al., 2021; Munster et al., 2024).

8.7 Emerging Viral Diseases pada Era Modern

8.7.1 SARS, MERS, dan COVID-19

Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) muncul pertama kali di Guangdong, Cina, pada November 2002, dengan lebih dari 8.000 kasus dan CFR sekitar 10 % sebelum berhasil dikendalikan pada Juli 2003 (Ferguson et al., 2020). *Middle East*

Respiratory Syndrome (MERS) terdeteksi di Arab Saudi pada 2012, menimbulkan 2.494 kasus hingga 2020 dengan CFR $\pm 35\%$ karena kekurangan terapi spesifik dan transmisi nosokomial yang intensif (Ferguson et al., 2020). *Corona virus Disease* 2019 (COVID-19) disebabkan oleh SARS-CoV-2 yang pertama kali diidentifikasi di Wuhan, Cina, Desember 2019; dalam enam bulan pertama, lebih dari 10 juta kasus dan 500 ribu kematian tercatat secara global, dengan R_0 awal diperkirakan 2–3 dan CFR 1–3 % (Ferguson et al., 2020; Peiris et al., 2020). Meskipun ketiganya berasal dari genus Betacoronavirus, SARS dan MERS terutama menular melalui droplet dan kontak dekat dalam lingkungan rumah sakit, sedangkan SARS-CoV-2 telah beradaptasi untuk penularan antarmanusia lebih efisien melalui aerosol ringan dan kontak permukaan (Ferguson et al., 2020).

8.7.2 Chikungunya dan Zika

Chikungunya virus (CHIKV), Alphavirus yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, pertama kali diidentifikasi pada 1952 di Tanzania, lalu muncul kembali secara eksplosif di India dan Asia Tenggara pada 2005–2006; lebih dari 1 juta kasus dilaporkan di Amerika sejak 2013, dengan gejala khas artralgia berat yang dapat menetap berbulan-bulan (Robinson, 2022). Zika virus (ZIKV), Flavivirus juga ditularkan oleh *Aedes*, pertama kali diidentifikasi di Uganda pada 1947, namun baru menyebabkan wabah besar pada 2015–2016 di Amerika Selatan, mengakibatkan ribuan kasus microcephaly pada bayi lahir dari ibu terinfeksi (Smith et al., 2021). Kedua virus ini menimbulkan beban

kronis: chikungunya dengan artritis post-infeksi hingga 40 % pasien (Robinson, 2022), dan Zika dengan sindrom *Guillain–Barré* dan malformasi neurologis janin (Smith et al., 2021).

8.7. 3 *Monkeypox*

Monkeypox (Mpox) adalah *Orthopoxvirus* zoonotik pertama kali teridentifikasi pada monyet di Denmark pada 1958 dan kemudian pada manusia di Republik Demokratik Kongo pada 1970. Wabah global 2022–2023 menunjukkan pergeseran utama: penularan dominan antar manusia melalui kontak erat kulit ke kulit, dengan klaster besar pada populasi pria yang berhubungan seks dengan pria (Brown & MacNeil, 2023). Kasus klinis berawal dengan demam, limfadenopati, lalu ruam vesikopustular menyebar, serta komplikasi seperti ensefalitis dan sepsis pada 5–10 % pasien (Brown & MacNeil, 2023; Williams et al., 2023). Strategi pengendalian meliputi vaksinasi dengan vaksin ACAM2000 atau Imvanex/Jynneos, serta isolasi pasien dengan lesi tertutup untuk memutus rantai penularan (Brown & MacNeil, 2023).

8.8 Strategi Pencegahan dan Pengendalian

8.8.1 Intervensi Berbasis *One Health*

Pendekatan *One Health* mengintegrasikan upaya kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan untuk mencegah zoonosis pada sumbernya. Riset global menyimpulkan bahwa kolaborasi lintas sektor kesehatan masyarakat, kedokteran hewan, ekologi, dan pertanian dapat mengoptimalkan deteksi dini dan mitigasi risiko di

titik “*spillover*” patogen dari hewan ke manusia (Bordier et al., 2024). Contohnya, program surveilans kelelawar, monitoring hewan ternak, dan pemetaan habitat reservoir dikelola secara terpadu sehingga kebijakan respons dapat diaktifkan sebelum transmisi antarmanusia meningkat (Bordier et al., 2024).

8.8.2 Kebijakan Karantina dan Pengendalian Lalu Lintas Hewan

Pengendalian pergerakan hewan dan produk hewani di dalam negeri maupun antarnegara adalah tulang punggung karantina hewan. Standar WOAHA mensyaratkan sertifikasi kesehatan, pemeriksaan klinis, dan masa isolasi (*quarantine*) minimal 21 hari untuk unggas dan mamalia berisiko tinggi, sebelum dipindahkan ke wilayah bebas penyakit (WOAH, 2022). Kebijakan ini mengurangi peluang penyebaran patogen yang mungkin tidak terdeteksi oleh skrining pasif, khususnya untuk penyakit dengan masa inkubasi panjang seperti rabies dan *Brucella* spp. (WOAH, 2022).

8.8.3 Vaksinasi dan Terapi Antimikroba

Vaksinasi hewan reservoir (misalnya vaksin rVSV-ZEBOV untuk kelelawar simpanse pada laboratorium riset dan vaksin *inactivated* untuk babi terhadap Nipah) telah terbukti memutus rantai penularan zoonotik (Bordier et al., 2024). Pada manusia, vaksin rabies pasca-terpapar (PEP) dengan imunoglobulin dan rejimen vaksin intradermal menurunkan mortalitas hingga >99 % (MDPI, 2022). Untuk zoonosis bakteri, terapi antimikroba terarah seperti penggunaan *doxycycline* pada leptospirosis dapat mencegah progresi penyakit berat jika diberikan segera setelah diagnosis (MDPI, 2022).

8.8.4 Edukasi dan Perubahan Perilaku

Intervensi pendidikan masyarakat yang difokuskan pada pengetahuan, sikap, dan praktik (KAP) telah meningkatkan adopsi tindakan pencegahan hingga 60 % di komunitas rawan zoonosis. Materi sederhana berbasis bukti seperti penggunaan poster ilustratif, diskusi kelompok, dan simulasi lapangan mampu memperkuat pemahaman risiko kontak dengan hewan serta mendorong penggunaan APD saat merawat hewan sakit (Yuniati, 2020). Pentingnya menjaga kesehatan dan melakukan pemeriksaan kesehatan berkala juga sangat dikedepankan, karena penyakit yang diderita dapat mempengaruhi produktivitas dan menurunkan kualitas hidup . Pendekatan berbasis behavioral insights seperti “nudging” untuk kebiasaan cuci tangan dan penyimpanan makanan aman telah berhasil menurunkan insiden spillover di wilayah pastoral hingga 35 % (Globalization & Health, 2023).

8.9 Tantangan dan Peluang ke Depan

8.9.1 Resistensi Antimikroba

Resistensi antimikroba (AMR) kini menjadi ancaman besar dalam pencegahan dan pengobatan zoonosis karena patogen zoonotic baik bakteri maupun parasite semakin sulit dikendalikan dengan obat yang ada (Khan et al., 2020). Penggunaan antibiotik secara tidak terkontrol pada peternakan intensif mendorong seleksi bakteri resisten yang dapat berpindah ke manusia lewat rantai pangan atau lingkungan (Khan et al., 2020). Pendekatan *One Health*

merekomendasikan pengawasan terpadu penggunaan antimikroba di sektor medis, veteriner, dan agrikultur untuk mengurangi penyebaran AMR (García-Meniño et al., 2023).

8.9.2 Iklim Berubah dan Dampaknya

Perubahan iklim mengubah distribusi geografis reservoir dan vektor zoonotik, memperluas habitat nyamuk, kutu, dan hewan pengerat ke wilayah baru sehingga meningkatkan risiko spillover (Wu et al., 2021). Kenaikan suhu dan pola curah hujan yang tak menentu mendorong lonjakan wabah demam berdarah, penyakit *Lyme* serta virus *West Nile* berkaitan erat dengan kerentanan ekosistem akibat pemanasan global (Wu et al., 2021). Model proyeksi menunjukkan bahwa pada tahun 2050, 58 % penyakit menular manusia akan semakin diperburuk oleh perubahan iklim dan menciptakan tantangan baru bagi sistem kesehatan serta memerlukan adaptasi strategi pencegahan (Zhang et al., 2022).

8.9.3 Pengembangan Kapabilitas Laboratorium

Kapabilitas laboratorium yang memadai adalah fondasi deteksi dini dan respons cepat terhadap zoonosis emerging. Infrastruktur laboratorium berbasis *One Health* yang mengintegrasikan protokol dan data lintas kedokteran hewan, kesehatan manusia, dan ekologi telah terbukti meningkatkan kecepatan diagnosis serta koordinasi antarlembaga (Erkyihun & Alemayehu, 2022). Program peningkatan kapasitas seperti CDC *Epidemiology and Laboratory Capacity* (ELC) telah membantu banyak negara membangun sistem pelaporan real-time, pelatihan

teknisi, dan jaringan laboratorium sentinel yang responsif terhadap wabah zoonotik (CDC ELC Program, 2024).

8.9.4 Kolaborasi Lintas Sektor

Keberhasilan pengendalian zoonosis bergantung pada kolaborasi multidisipliner pemerintah, universitas, sektor swasta, dan Masyarakat untuk merancang kebijakan terpadu, berbagi data, dan mengarahkan sumber daya bersama (Tekalign et al., 2022). Model kolaborasi *One Health* telah mempercepat pengembangan protokol surveilans, vaksinasi hewan, serta kampanye edukasi yang efektif, seperti yang ditunjukkan dalam respons global terhadap pandemi COVID-19 (Tekalign et al., 2022). Peluang ke depan meliputi penggunaan *platform* digital terpadu untuk pemetaan risiko *real-time* dan komunikasi antar-sektor guna meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan sistem kesehatan publik global (Tekalign et al., 2022).

8.10 Latihan Soal

1. Saat melakukan investigasi kasus demam berdarah hemoragik di desa Yambuku, epidemiolog menemukan bahwa beberapa pasien bekerja di pemotongan kelelawar buah. Kebanyakan pasien kemudian menularkan ke tenaga medis yang merawat tanpa alat pelindung lengkap. Faktor utama apa yang memfasilitasi penularan antarmanusia pada wabah ini?
 - A. Penularan via vektor nyamuk
 - B. Kontak langsung dengan cairan tubuh pasien tanpa APD

- C. Inhalasi aerosol dari gua kelelawar
 - D. Transfusi darah terkontaminasi
 - E. Konsumsi daging yang kurang matang
2. Di daerah *Four Corners*, beberapa petani melaporkan kasus pneumonia berat setelah membersihkan gudang berdebu yang lama tidak dipakai. Gejala muncul 1–4 minggu kemudian, dengan mortalitas mendekati 40 %. Jalur transmisi hantavirus pada kasus ini paling mungkin melalui...
- A. Gigitan kutu reservoir
 - B. Kontak langsung dengan darah tikus
 - C. Inhalasi aerosol kotoran dan urin tikus
 - D. Konsumsi daging tikus yang dimasak
 - E. Penularan antarmanusia
3. Seorang petani kelapa di Kerala terdiagnosis ensefalitis akut setelah sering memanen getah nipah yang ditemukan bercak hitam (urin kelelawar) di kelapa. Beberapa anggota keluarganya juga sakit setelah merawatnya. Manakah intervensi *One Health* yang paling tepat untuk mencegah *spillover* di situasi seperti ini?
- A. Vaksinasi massal babi di wilayah tersebut
 - B. Penggunaan *insecticide* pada pohon kelapa
 - C. Penutupan pasar kelelawar hidup
 - D. Penutup buah kelapa sebelum panen
 - E. Skrining antigen pada petani setempat
4. Seorang anak digigit anjing liar, kemudian setelah dua bulan menunjukkan gejala ensefalitis progresif—hidrofobia dan aerofobia. Ia tidak sempat mendapatkan profilaksis pasca-

terpapar (PEP). Apa langkah pencegahan yang paling efektif untuk mencegah kematian pada kasus seperti ini jika segera ditangani?

- A. Vaksin influenza musiman
 - B. Vaksin rabies dan immunoglobulin rabies (PEP)
 - C. Obat antikoagulan
 - D. Antibiotik spektrum luas
 - E. Sterilisasi umum hewan jalanan
5. Petugas kesehatan mencatat pola musiman pada wabah H7N9 di pasar unggas hidup: lonjakan kasus terjadi setiap musim dingin. Menutup pasar selama 2 minggu menurunkan kasus sebesar 70 %. Manakah mekanisme epidemiologis yang paling mungkin menjelaskan penurunan kasus setelah penutupan pasar?
- A. Berkurangnya kepadatan populasi unggas
 - B. Penurunan suhu lingkungan
 - C. Matinya virus di udara terbuka
 - D. Pemutusan rantai penularan manukemansia
 - E. *Herd immunity* pada burung liar
6. Di sebuah tambang gua kelelawar di Uganda, beberapa penambang terpapar *bat excreta* saat bersih-bersih terowongan. Gejala demam dan perdarahan muncul 5–9 hari kemudian. Reservoir alam yang paling mungkin mengakibatkan *spillover* Marburg pada skenario ini adalah...
- A. Tikus ladang (*Rattus rattus*)
 - B. Bekantan (*Nasalis larvatus*)
 - C. Kelelawar buah (*Rousettus aegyptiacus*)

- D. Kucing liar (*Felis chaus*)
 - E. Kuda tundra (*Equus ferus przewalskii*)
7. Seorang pasien demam dan batuk kering dites di Puskesmas dengan rapid antigen test; hasil negatif, namun RT-PCR menunjukkan Ct rendah (<30). Mengapa RT-PCR lebih dapat diandalkan untuk deteksi awal SARS-CoV-2 dibanding rapid antigen?
- A. Lebih murah dan cepat hasilnya
 - B. Sensitivitas dan spesifisitas lebih tinggi, terutama pada beban virus rendah
 - C. Tidak memerlukan laboratorium
 - D. Hanya mendeteksi antibodi, bukan virus
 - E. Dapat memprediksi keparahan klinis
8. Dinas Kesehatan Lokal bekerja sama dengan Dinas Peternakan memetakan kasus gigitan anjing sekaligus memantau populasi anjing liar. Data kasus gigitan dan temuan antibodi rabies pada anjing diintegrasikan. Manakah manfaat utama pendekatan surveilans *One Health* pada contoh ini?
- A. Menurunkan kebutuhan vaksin manusia
 - B. Mengurangi populasi anjing liar secara instan
 - C. Deteksi dini peningkatan risiko *spillover* melalui data hewan dan manusia
 - D. Eliminasi total rabies dalam 1 tahun
 - E. Penghapusan tikus reservoir
9. Analisis tren curah hujan dan kasus demam berdarah menunjukkan kenaikan kasus di wilayah pegunungan yang

sebelumnya tidak endemik. Faktor iklim manakah yang paling mungkin meningkatkan risiko penularan demam berdarah di daerah baru ini?

- A. Penurunan suhu rata-rata
 - B. Peningkatan curah hujan dan kelembapan mendukung perkembangbiakan nyamuk
 - C. Penurunan intensitas sinar matahari
 - D. Peningkatan angin kencang
 - E. Penurunan kualitas udara
10. Di komunitas peternak babi, program edukasi praktis tentang pencucian tangan, pemakaian sarung tangan saat memotong daging babi, dan pembuangan limbah infeksius menurunkan insidensi leptospirosis dan Nipah sebesar 40 % dalam setahun. Berdasarkan prinsip *behavior change*, elemen manakah yang paling berkontribusi pada keberhasilan intervensi ini?
- A. Pemberian antibiotik massal
 - B. Pemberian insentif uang per Tindakan
 - C. Pelibatan tokoh masyarakat untuk menguatkan pesan KAP
 - D. Larangan total pemotongan babi rumahan
 - E. Penggunaan poster tanpa praktik lapangan

Bab 9: Strategi Eliminasi dan Eradikasi Penyakit Menular

Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes.

9.1 Pengertian Eliminasi dan Eradikasi

Upaya manusia dalam melindungi diri dari penyakit menular telah melalui perjalanan panjang yang penuh tantangan. Dalam sejarah kesehatan global, terdapat dua istilah penting yang mencerminkan keberhasilan pengendalian penyakit, yaitu eliminasi dan eradikasi. Meski keduanya sering digunakan secara bergantian dalam percakapan sehari-hari, keduanya memiliki makna dan cakupan yang berbeda secara mendasar.

Eliminasi merujuk pada keberhasilan menurunkan jumlah kasus suatu penyakit ke tingkat nol di wilayah geografis tertentu, berkat berbagai upaya yang dilakukan secara berkelanjutan, seperti vaksinasi massal, pelacakan kontak, dan peningkatan sistem kesehatan masyarakat. Meski angka kasus di wilayah tersebut telah mencapai nol, agen penyebab penyakit masih mungkin beredar di tempat lain, sehingga sistem pemantauan dan kewaspadaan tetap penting agar penyakit tidak kembali muncul.

Sebaliknya, eradikasi adalah upaya untuk menghapus total penyakit dari seluruh dunia. Ini berarti bahwa tidak ada lagi kasus alami yang tercatat, dan agen penyebabnya—baik virus maupun bakteri—telah hilang dari populasi manusia secara permanen. Keberhasilan eradikasi menandai berakhirnya ancaman penyakit tersebut terhadap umat manusia secara global. Contoh paling terkenal adalah keberhasilan eradikasi cacar (smallpox), yang secara resmi diumumkan oleh WHO pada tahun 1980 setelah upaya internasional selama bertahun-tahun (Fenner et al., 1988).

Perbedaan utama antara eliminasi dan eradikasi terletak pada tingkat geografis dan keberlanjutannya. Eliminasi dapat dicapai di tingkat nasional atau regional, sementara eradikasi membutuhkan partisipasi dan kerjasama global dari seluruh dunia. Selain itu, dalam proses eliminasi, risiko penularan ulang dari luar wilayah tetap ada, sedangkan eradikasi memastikan bahwa risiko tersebut telah hilang secara menyeluruh, sehingga langkah-langkah pengendalian dapat dihentikan atau dikurangi.

Keberhasilan dalam mencapai eliminasi maupun eradikasi sangat dipengaruhi oleh karakteristik penyakit itu sendiri. Penyakit yang hanya menular dari manusia dan memiliki gejala klinis yang jelas lebih mudah diberantas. Sebaliknya, penyakit dengan periode inkubasi yang panjang, gejala yang ringan, atau yang dapat membawa pembawa asimtomatik, cenderung lebih sulit untuk dihapuskan. Faktor lain yang turut menentukan keberhasilan adalah ketersediaan vaksin yang efektif dan stabilitas politik di berbagai negara.

Selain cacar, upaya eliminasi dan eradikasi juga dilakukan terhadap penyakit lain seperti polio, malaria, dan campak. Sebagai contoh, polio telah berhasil dieliminasi dari sebagian besar dunia, meskipun tantangan seperti konflik dan hambatan distribusi vaksin masih menyulitkan sebagian wilayah (GPEI, 2022). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa keberlanjutan dan partisipasi masyarakat serta dukungan dari pemerintah dan mitra internasional sangat penting untuk mencapai target tersebut.

Keberhasilan eradikasi bukan hanya soal teknologi medis, tetapi juga memerlukan solidaritas dan komitmen jangka panjang dari seluruh pihak terkait. Kerjasama lintas sektor, komunikasi yang efektif, serta keberanian untuk mempertahankan program adalah faktor kunci agar penyakit yang sudah ditekan tidak kembali dan menyebar lagi. Bahkan dalam kondisi di mana suatu penyakit telah dieliminasi, kelalaian dalam menjaga cakupan imunisasi atau pelaporan kasus dapat membuka celah bagi munculnya wabah baru.

Secara strategis, pencapaian eliminasi dan eradikasi tidak hanya memberikan manfaat kesehatan, tetapi juga berdampak sosial dan ekonomi yang besar. Pengurangan angka penyakit akan mengurangi biaya pengobatan, meningkatkan produktivitas masyarakat, dan menciptakan rasa aman secara psikologis. Oleh karena itu, kemajuan menuju eliminasi maupun eradikasi harus dipandang sebagai investasi jangka panjang yang menguntungkan, tidak hanya bagi satu negara, tetapi untuk seluruh umat manusia.

Dalam dunia yang semakin terhubung saat ini, keberhasilan satu wilayah saja tidak cukup. Jika wilayah lain masih menjadi

sumber penyebaran penyakit, maka ancaman tersebut tetap ada. Oleh karena itu, penguatan sistem kesehatan global dan kerjasama lintas batas menjadi kunci utama agar eliminasi tidak bersifat sementara dan eradikasi benar-benar dapat terwujud secara permanen.

9.2 Syarat Eliminasi dan Eradikasi

Eliminasi dan eradikasi penyakit menular merupakan dua tujuan besar dalam sistem kesehatan masyarakat global. Meskipun keduanya bertujuan untuk mengurangi beban penyakit secara signifikan, terdapat perbedaan mendasar antara keduanya. *Eliminasi* merujuk pada pengurangan insiden penyakit hingga nol di suatu wilayah geografis tertentu, sementara *eradikasi* adalah penghapusan total agen penyebab penyakit dari seluruh dunia. Sejauh ini, eradikasi hanya berhasil dicapai untuk *smallpox* (cacar) secara global. Namun demikian, berbagai negara terus berupaya mencapai eliminasi untuk sejumlah penyakit seperti campak, tetanus neonatal, dan malaria.

Keberhasilan dalam eliminasi maupun eradikasi sangat bergantung pada beberapa syarat penting yang saling berkaitan. Tanpa terpenuhinya syarat-syarat ini, maka target penghapusan penyakit hanya menjadi harapan jangka panjang yang sulit tercapai.

9.2.1 Ketersediaan Intervensi yang Efektif

Syarat pertama dan paling mendasar dalam proses eliminasi atau eradikasi adalah tersedianya intervensi yang efektif untuk menghentikan transmisi penyakit. Intervensi ini dapat berupa

vaksinasi massal, pemberian obat secara berkala (*mass drug administration*), isolasi dan perawatan kasus, hingga tindakan kesehatan lingkungan.

Contohnya, keberhasilan program *Global Polio Eradication Initiative* sangat bergantung pada cakupan vaksinasi polio yang tinggi dan berkelanjutan. Intervensi yang digunakan tidak hanya efektif secara klinis, tetapi juga harus dapat diterapkan dalam skala besar, dengan mempertimbangkan konteks sosial dan geografis setempat.

9.2.2 Tidak Adanya *Reservoir* Hewan

Syarat kedua berkaitan dengan siklus hidup patogen. Penyakit yang dapat dihilangkan secara total umumnya tidak memiliki *reservoir* hewan, artinya agen penyakit hanya bertahan pada tubuh manusia. Jika suatu patogen memiliki sumber penularan di luar manusia, seperti pada hewan liar atau peliharaan, maka peluang eradikasi menjadi sangat kecil.

Contoh nyata dari tantangan ini adalah leptospirosis dan rabies, yang sulit dieradikasi karena keberadaan hewan pembawa seperti tikus dan anjing. Sebaliknya, cacar hanya menginfeksi manusia sehingga dapat dihapuskan sepenuhnya pada tahun 1980 setelah kampanye global yang intensif (Henderson, 2009).

9.2.3 Sistem Deteksi Kasus yang Akurat dan Respons Cepat

Upaya eliminasi menuntut sistem surveilans yang mampu mengidentifikasi kasus secara akurat dan cepat. Sistem pelaporan harus berjalan secara *real-time*, mencakup wilayah luas, dan dapat mendeteksi kasus sedini mungkin. Tanpa deteksi dini, penyakit

dapat menyebar kembali bahkan setelah dianggap hilang di suatu wilayah.

Deteksi dini dan pelaporan yang efisien sangat penting untuk mencegah penyebaran kembali. Sistem surveilans yang mampu mendeteksi kasus secara cepat dan akurat akan meningkatkan peluang keberhasilan eliminasi dan eradikasi.

Hal ini tercermin pada kasus campak, di mana beberapa negara yang telah mencapai eliminasi justru mengalami lonjakan kasus karena keterlambatan deteksi dan rendahnya cakupan imunisasi. Oleh karena itu, kapasitas laboratorium dan pelatihan tenaga kesehatan sangat penting agar diagnosis tidak keliru, dan laporan dapat segera ditindaklanjuti dengan intervensi.

9.2.4 Dukungan Politik dan Logistik yang Konsisten

Eliminasi dan eradikasi bukan semata-mata persoalan teknis, tetapi juga membutuhkan komitmen politik dan dukungan logistik dari berbagai pihak. Pemerintah nasional harus menyediakan sumber daya yang cukup, termasuk pendanaan, tenaga kesehatan, transportasi, serta sistem distribusi vaksin dan obat.

Dukungan global juga tidak kalah pentingnya. Banyak program eradikasi melibatkan kerja sama lintas negara, organisasi internasional, dan sektor swasta. Upaya ini memerlukan koordinasi lintas batas, kesepakatan diplomatik, serta strategi komunikasi risiko yang efektif agar masyarakat terlibat secara aktif.

Di era globalisasi, mobilitas penduduk yang tinggi menjadi tantangan tersendiri. Oleh karena itu, kerja sama internasional menjadi syarat mutlak. Kampanye eliminasi malaria di beberapa

wilayah Afrika menunjukkan bahwa tanpa sinergi lintas negara, upaya lokal tidak akan cukup untuk menekan penyebaran. Kebijakan politik yang kuat dan dukungan logistik dari pemerintah dan organisasi internasional sangat menentukan keberhasilan program. Kerjasama lintas negara dan komitmen jangka panjang diperlukan untuk memastikan keberlanjutan program.

9.3 Strategi Eliminasi dan Eradikasi di Indonesia

Upaya mengakhiri penyebaran penyakit menular telah menjadi bagian penting dari pembangunan kesehatan di Indonesia. Eliminasi dan eradikasi bukan hanya sekadar target teknis, tetapi mencerminkan komitmen negara untuk melindungi masyarakat dari ancaman penyakit yang menghambat kualitas hidup dan produktivitas. Strategi yang diterapkan memerlukan konsistensi, keterlibatan lintas sektor, serta dukungan aktif dari masyarakat.

9.3.1 Eliminasi Malaria: Menyasar Wilayah Endemis

Malaria masih menjadi tantangan kesehatan di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah timur seperti Papua, Nusa Tenggara Timur, dan sebagian Kalimantan. Upaya eliminasi malaria di Indonesia dilakukan melalui beberapa langkah kunci. Penyemprotan rumah dengan insektisida (*indoor residual spraying*) secara berkala dilakukan untuk memutus siklus hidup nyamuk vektor. Selain itu, distribusi kelambu berinsektisida kepada

masyarakat di daerah endemis menjadi salah satu bentuk intervensi yang berdampak langsung dalam menurunkan kasus.

Bukan hanya pengendalian vektor, diagnosa dini dan pengobatan yang cepat juga menjadi prioritas. Pemeriksaan dengan *rapid diagnostic test* (RDT) dan konfirmasi mikroskopis difasilitasi hingga tingkat fasilitas kesehatan pertama. Pemerintah juga mengembangkan jejaring surveilans kasus malaria untuk memantau wilayah dengan transmisi lokal, serta melaporkan setiap kasus secara real-time melalui aplikasi pelaporan digital (*Ministry of Health Indonesia, 2023*).

Di daerah endemis seperti Papua dan Nusa Tenggara Timur, program pengendalian malaria meliputi penyemprotan insektisida, distribusi kelambu berinsektisida, serta diagnosis dan pengobatan dini. Penggunaan aplikasi digital untuk pelaporan kasus secara real-time membantu pemantauan transmisi lokal (Kemenkes RI, 2023).

9.3.2 Eradikasi Polio: Menghindari Kembalinya Penyakit yang Pernah Hilang

Indonesia pernah mencapai status bebas polio pada 2014, namun ancaman reintroduksi virus terus membayangi, terutama dari negara-negara yang masih mengalami sirkulasi virus. Oleh karena itu, kampanye imunisasi massal tetap dilakukan secara berkala, khususnya dalam bentuk *National Immunization Days* (NID). Selain itu, pengawasan aktif terhadap kasus lumpuh layu akut (*acute flaccid paralysis*) dilakukan di semua wilayah, terutama di daerah dengan mobilitas tinggi dan kepadatan penduduk yang besar.

Setelah Indonesia dinyatakan bebas polio pada 2014, program imunisasi berkelanjutan dan pengawasan kasus AFP tetap dilaksanakan untuk mencegah reintroduksi virus, terutama dari negara lain. Kerja sama internasional dan penguatan sistem rantai dingin menjadi kunci keberhasilan (WHO, 2020).

Upaya ini menunjukkan bahwa eradikasi tidak berhenti pada penghilangan kasus semata, tetapi membutuhkan pemeliharaan sistem deteksi yang kuat. Pelibatan petugas kesehatan, kader, serta masyarakat umum sangat penting dalam mendeteksi dan melaporkan kasus-kasus mencurigakan, yang selanjutnya diuji di laboratorium rujukan.

9.3.3 Eliminasi Filariasis: Intervensi Masal dan Kontrol Vektor

Filariasis atau kaki gajah merupakan penyakit parasit yang dapat menyebabkan kecacatan permanen. Di Indonesia, program eliminasi filariasis dilakukan melalui *mass drug administration* (MDA), yakni pemberian obat pencegah kepada seluruh populasi di wilayah endemis, tanpa memandang status infeksi individu. Program ini dijalankan selama lima tahun berturut-turut, disertai edukasi masyarakat mengenai pentingnya minum obat secara serentak.

Strategi ini terbukti efektif dalam menurunkan prevalensi mikrofilaria dalam darah. Selain itu, kontrol terhadap nyamuk sebagai vektor juga diperkuat melalui perbaikan lingkungan, pengeringan genangan, dan edukasi tentang penggunaan kelambu atau *repellent*. Eliminasi filariasis menunjukkan bahwa intervensi kesehatan masyarakat yang luas dapat dijalankan dengan efisiensi jika mendapatkan dukungan lintas sektor.

9.3.4 Penguatan Sistem Deteksi dan Pelaporan Cepat

Keberhasilan eliminasi dan eradikasi penyakit sangat bergantung pada kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi serta melaporkan kasus. Sistem surveilans yang efektif tidak hanya mencatat jumlah kasus, tetapi juga mampu memberikan sinyal dini terhadap potensi lonjakan. Dalam hal ini, laboratorium memainkan peran penting dalam memastikan diagnosis yang akurat dan valid.

Indonesia telah mengembangkan sistem pelaporan digital berbasis laboratorium yang terhubung langsung ke pusat data Kementerian Kesehatan. Data yang dikumpulkan digunakan untuk pemetaan daerah rawan, penentuan prioritas intervensi, serta pengambilan keputusan di tingkat kebijakan. Kolaborasi antara laboratorium, fasilitas kesehatan, dan petugas lapangan menjadi kunci dalam memastikan pelaporan cepat dan responsif terhadap situasi di lapangan (Setiawan et al., 2022).

Sistem ini memungkinkan analisis tren penyakit secara dinamis, termasuk deteksi kluster, lonjakan musiman, dan kemunculan penyakit baru. Ketika data dapat diproses secara real-time, tindakan respons seperti imunisasi tambahan, penguatan edukasi masyarakat, atau karantina lokal dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran.

Penggunaan sistem digital dan pelatihan petugas lapangan memastikan deteksi cepat dan respons tepat sasaran. Sistem pelaporan berbasis cloud dan SMS membantu menjangkau wilayah terpencil.

9.3.5 Tantangan dan Konsistensi

Meski strategi telah dirancang dengan matang, implementasinya di lapangan masih menghadapi tantangan. Keterbatasan logistik, perbedaan geografis, dan resistensi sebagian masyarakat terhadap intervensi kesehatan menjadi penghambat. Oleh karena itu, keberhasilan eliminasi dan eradikasi bukan hanya soal intervensi teknis, melainkan juga berkaitan dengan membangun kepercayaan masyarakat, memperkuat komunikasi publik, dan menjamin keberlanjutan program dalam jangka panjang.

Ke depan, Indonesia perlu terus memperkuat sistem kesehatan primer, memperluas cakupan imunisasi, serta menjaga ketahanan layanan kesehatan agar capaian yang telah diraih tidak mengalami kemunduran.

9.4 Tantangan dalam Upaya Eliminasi dan Eradikasi

Dalam menghadapi tantangan penyakit menular yang telah lama membebani sistem kesehatan masyarakat, Indonesia telah menjalankan berbagai strategi jangka panjang dengan tujuan mengurangi bahkan menghapuskan sepenuhnya keberadaan penyakit tertentu. Upaya ini tidak hanya mengandalkan tindakan medis, tetapi juga melibatkan keterlibatan masyarakat, kebijakan pemerintah, serta penguatan sistem kesehatan secara menyeluruh. Strategi yang diterapkan mencerminkan komitmen nasional untuk

membangun masyarakat yang lebih sehat dan tangguh terhadap ancaman penyakit menular.

9.3.1 Eliminasi Malaria: Intervensi Lingkungan dan Perlindungan Individu

Malaria merupakan penyakit endemis di sebagian besar wilayah Indonesia, terutama di kawasan timur seperti Papua, Nusa Tenggara, dan sebagian Kalimantan. Untuk mengurangi penularannya, program eliminasi malaria dijalankan secara bertahap dengan menggabungkan intervensi berbasis lingkungan dan perlindungan individu. Penyemprotan rumah dengan insektisida dan distribusi kelambu berinsektisida menjadi dua komponen utama dalam upaya pengendalian vektor.

Selain itu, deteksi dini dan pengobatan segera juga menjadi bagian penting dalam strategi ini. Petugas kesehatan di tingkat puskesmas dan desa dilatih untuk melakukan pemeriksaan cepat dan memberikan terapi yang sesuai. Dalam laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, tercatat bahwa wilayah dengan cakupan intervensi tinggi menunjukkan penurunan signifikan dalam jumlah kasus malaria dalam lima tahun terakhir (Kemenkes RI, 2022).

9.3.2 Eradikasi Polio: Imunisasi Massal dan Deteksi Kasus

Polio adalah salah satu penyakit yang telah mendekati status eliminasi global. Di Indonesia, strategi eradikasi polio dilakukan melalui kampanye imunisasi massal secara berkala serta penguatan deteksi kasus lumpuh layu akut (*acute flaccid paralysis* atau *AFP*). Sistem pengawasan ini bertujuan untuk menemukan kasus yang

berpotensi terkait polio, bahkan sebelum virusnya terkonfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium.

Keberhasilan program ini sangat bergantung pada cakupan imunisasi yang tinggi, terutama di daerah dengan mobilitas penduduk yang tinggi atau akses layanan kesehatan yang terbatas. Pemerintah bekerja sama dengan organisasi internasional seperti UNICEF dan WHO untuk memastikan distribusi vaksin yang merata serta penyediaan logistik pendukung seperti rantai dingin (*cold chain*). Meskipun Indonesia telah dinyatakan bebas polio sejak 2014, program pengawasan tetap dilanjutkan untuk mengantisipasi potensi reintroduksi virus dari luar wilayah (World Health Organization, 2020).

9.3.3 Eliminasi Filariasis: Pengobatan Massal Tahunan

Filariasis atau penyakit kaki gajah disebabkan oleh infeksi cacing filaria yang ditularkan melalui gigitan nyamuk. Penyakit ini bersifat menahun dan dapat menimbulkan kecacatan permanen jika tidak ditangani. Untuk mengatasi penyebarannya, Indonesia menjalankan program pemberian obat massal secara tahunan di daerah-daerah yang telah ditetapkan sebagai wilayah endemis.

Program ini dikenal sebagai Pemberian Obat Pencegahan Massal (*Mass Drug Administration* atau *MDA*) dan biasanya dilakukan sekali dalam setahun selama minimal lima tahun berturut-turut. Sasaran pengobatan mencakup seluruh penduduk berusia dua tahun ke atas, terlepas dari status infeksi. Efektivitas program ini sangat ditentukan oleh partisipasi masyarakat dan pelibatan tokoh lokal dalam menyosialisasikan manfaat pengobatan (Michael et al.,

2018). Di beberapa provinsi, cakupan MDA telah mencapai angka di atas 85%, menunjukkan kesadaran yang meningkat terhadap pentingnya pencegahan penyakit ini.

9.3.4 Penguatan Sistem Pelaporan dan Laboratorium

Keberhasilan eliminasi dan eradikasi tidak mungkin tercapai tanpa sistem pelaporan yang cepat dan akurat. Untuk itu, Indonesia telah memperkuat sistem surveilans melalui digitalisasi pelaporan, pelatihan petugas lapangan, serta peningkatan kapasitas laboratorium dalam mendeteksi agen infeksius secara tepat. Kolaborasi antara fasilitas pelayanan kesehatan, laboratorium regional, dan pusat krisis kesehatan menjadi tulang punggung dalam deteksi dini dan pengendalian penyebaran penyakit.

Pelaporan berbasis waktu nyata (*real-time reporting*) melalui aplikasi daring memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan berbasis data. Beberapa daerah bahkan telah mengembangkan sistem pelaporan berbasis SMS untuk menjangkau wilayah tanpa akses internet. Peningkatan kapasitas laboratorium juga mendukung konfirmasi kasus dalam waktu yang lebih singkat, mengurangi jeda antara pelaporan awal dan tindakan respons.

Bab 10: Contoh Penyakit Menular di Indonesia dan Global

Resmi Aini, M.Sc.

10.1 Pengertian Penyakit Menular

Penyakit menular merupakan bagian dari tantangan kesehatan yang terus berkembang seiring waktu. Istilah ini merujuk pada kondisi kesehatan yang disebabkan oleh keberadaan agen infeksius dalam tubuh, seperti virus, bakteri, parasit, atau jamur. Agen-agen ini dapat berpindah dari satu individu ke individu lain, menyebabkan infeksi yang dapat berdampak ringan hingga mengancam nyawa. Keunikan penyakit menular terletak pada kemampuannya untuk menyebar secara luas, baik dalam komunitas kecil maupun secara global.

Penularan penyakit dapat terjadi melalui berbagai cara. Salah satu jalur paling umum adalah melalui udara, di mana partikel *droplet* yang mengandung agen infeksius dikeluarkan ketika seseorang batuk, bersin, atau bahkan berbicara. Penyakit seperti tuberkulosis dan influenza menyebar dengan mekanisme ini. Selain itu, kontak langsung dengan cairan tubuh atau luka terbuka juga

menjadi media penularan yang sering terjadi, misalnya pada kasus hepatitis B atau HIV.

Tidak hanya melalui kontak langsung, makanan dan air yang terkontaminasi pun menjadi jalur penting dalam penyebaran berbagai penyakit. Penyakit seperti kolera dan tifoid menyebar melalui konsumsi air atau makanan yang telah tercemar oleh bakteri. Kebersihan lingkungan, sanitasi yang buruk, serta akses terbatas terhadap air bersih menjadi faktor utama yang memperburuk penyebaran jenis penyakit ini. Oleh karena itu, pencegahan tidak hanya bergantung pada individu, tetapi juga pada sistem layanan umum yang mendukung kesehatan masyarakat (World Health Organization., 2020)

Beberapa agen infeksi juga memerlukan perantara untuk berpindah, yang dikenal sebagai *vektor*. Nyamuk merupakan vektor yang paling dikenal, karena berperan penting dalam penyebaran penyakit seperti malaria, demam berdarah, dan *Zika virus*. Di banyak wilayah tropis, pengendalian vektor menjadi komponen penting dalam menjaga stabilitas kesehatan masyarakat, karena perubahan iklim dan kepadatan penduduk turut memengaruhi persebaran nyamuk pembawa virus.

Tingkat penyebaran penyakit menular sangat dipengaruhi oleh mobilitas penduduk dan kepadatan wilayah. Dalam masyarakat yang padat, peluang kontak antara individu yang terinfeksi dan yang rentan menjadi lebih besar, sehingga mempercepat penularan. Situasi ini sering kali terjadi di kawasan perkotaan yang padat, pengungsian akibat bencana, atau wilayah dengan infrastruktur

kesehatan yang terbatas. Dalam sejarah, wabah seperti *Spanish flu* pada tahun 1918 dan *COVID-19* beberapa tahun lalu memperlihatkan bagaimana dinamika sosial berperan besar dalam memperluas cakupan penyakit menular.

Selain itu, daya tahan tubuh masing-masing individu juga menjadi faktor penentu apakah seseorang akan terinfeksi atau tidak. Sistem kekebalan yang kuat mampu melawan sebagian besar agen infeksius sebelum penyakit berkembang. Namun, pada kelompok dengan daya tahan tubuh lemah, seperti bayi, lansia, atau orang dengan gangguan kekebalan, risiko tertular dan mengalami gejala berat jauh lebih tinggi.

Dalam masyarakat modern, kesadaran akan pentingnya tindakan pencegahan telah meningkat. Penggunaan masker, mencuci tangan dengan sabun, menjaga jarak, dan memastikan kebersihan makanan merupakan langkah sederhana namun efektif dalam menghambat penyebaran penyakit menular. Selain itu, peningkatan cakupan vaksinasi dan akses terhadap layanan kesehatan yang merata telah terbukti menurunkan angka kejadian berbagai penyakit yang dulunya sangat mematikan (Centers for Disease Control and Prevention, 2022)

Namun demikian, tantangan tetap ada. Resistensi terhadap obat-obatan, terutama antibiotik, telah menciptakan situasi baru di mana infeksi yang sebelumnya mudah diatasi kini menjadi lebih sulit untuk ditangani. Fenomena ini, dikenal dengan istilah *antimicrobial resistance*, terjadi karena penggunaan antibiotik yang tidak bijak, baik pada manusia maupun hewan. Akibatnya, beberapa jenis

bakteri telah berkembang menjadi lebih kebal, menciptakan risiko baru dalam pengendalian penyakit infeksi .(O'Neill, 2016)

Penyakit menular berbasis darah (blood-borne infectious diseases) diklasifikasikan berdasarkan jenis patogen yang menginfeksi dan potensi penularannya melalui komponen darah. Klasifikasi umum meliputi:

1. **Virus:**Human Immunodeficiency Virus (HIV),Hepatitis B Virus (HBV),Hepatitis C Virus (HCV),Human T-lymphotropic virus (HTLV I/II),Cytomegalovirus (CMV)
2. **Bakteri:**Treponema pallidum (penyebab sifilis)serta Yersinia enterocolitica, dan bakteri lainnya yang dapat mengkontaminasi darah
3. **Parasit:**Plasmodium spp. (penyebab malaria),Trypanosoma cruzi (penyebab penyakit Chagas) dan ToxoplasmaSp
4. **Prion:**Penyakit Creutzfeldt–Jakob varian, meskipun sangat jarang

Transfusi darah menjadi rute penting dalam transmisi penyakit menular ketika darah yang ditransfusikan tidak diskriminasi secara ketat atau bila berada dalam periode jendela infeksi (window period).(KemenKes, 2023)

Transmisi dapat terjadi melalui:

- **Transfusi darah utuh atau komponennya:** eritrosit, plasma, trombosit
- **Kontaminasi silang alat transfusi** jika prosedur tidak steril
- **Donor dengan infeksi asimtomatik**, yang tidak terdeteksi oleh teknik skrining konvensional

Upaya mitigasi risiko mencakup:

- Penggunaan uji saring dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi (seperti NAT)
- Penundaan donor dengan riwayat risiko tinggi
- Pelaksanaan SOP ketat di UDD dan laboratorium transfuse darah(Sitanggang *et al.*, 2024)

Secara global, WHO melaporkan bahwa sekitar 118 juta unit darah disumbangkan setiap tahun, namun di negara-negara berkembang, risiko transmisi penyakit menular melalui transfusi masih tinggi. HIV, HBV, dan HCV menjadi perhatian utama karena prevalensinya yang tinggi dan potensi laten infeksi.

Di Indonesia, data dari Kementerian Kesehatan menunjukkan peningkatan skrining penyakit menular lewat darah dalam 5 tahun terakhir, seiring dengan penguatan peran UDD PMI. Meskipun demikian, hasil riset masih menunjukkan kasus infeksi menular yang lolos screening, terutama dalam periode jendela. Hal ini memperkuat pentingnya adopsi teknologi NAT dan peningkatan kapasitas laboratorium transfuse darah (KemenKes, 2022a)

Oleh sebab itu, penting bagi setiap orang untuk memahami bahwa penyakit menular bukan semata-mata urusan medis, tetapi juga berkaitan erat dengan perilaku individu dan kondisi lingkungan. Setiap tindakan kecil dalam menjaga kebersihan diri, menghindari kerumunan saat sakit, atau memastikan konsumsi makanan yang aman dapat memberi dampak besar dalam memutus rantai penularan.

10.2 Penyakit Menular yang Umum di Indonesia

Indonesia merupakan negara tropis dengan keragaman ekosistem dan kepadatan penduduk yang tinggi. Kondisi ini turut memengaruhi dinamika penyakit menular yang berkembang di masyarakat. Penyakit-penyakit ini tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga membebani sistem kesehatan nasional serta mengganggu produktivitas ekonomi. Meski berbagai program pengendalian telah digencarkan, sejumlah penyakit menular masih menjadi tantangan serius.

10.2.1 Tuberkulosis (*TBC*)

Tuberkulosis atau *TBC* merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini umumnya menyerang paru-paru dan menyebar melalui percikan udara saat penderita batuk atau bersin. Di Indonesia, *TBC* tetap menjadi salah satu penyakit dengan beban tertinggi. Faktor seperti kepadatan penduduk, keterlambatan diagnosis, dan kepatuhan rendah terhadap pengobatan menjadi penyebab utama tingginya angka kasus.

Gejala *TBC* meliputi batuk berdahak lebih dari dua minggu, penurunan berat badan, berkeringat di malam hari, dan demam ringan. Meskipun pengobatan tersedia secara gratis melalui program pemerintah, masih banyak kasus yang tidak terdeteksi atau tidak ditangani hingga tuntas. World Health Organization (2023) mencatat

bahwa Indonesia termasuk dalam tiga besar negara dengan jumlah kasus *TBC* terbanyak di dunia.

10.2.2 Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue atau *DBD* merupakan penyakit akibat infeksi virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini sangat umum terjadi di musim hujan, ketika populasi nyamuk meningkat akibat genangan air yang melimpah. Gejala *DBD* antara lain demam tinggi mendadak, nyeri otot dan sendi, mual, serta munculnya bintik merah pada kulit akibat pendarahan kapiler.

Penyakit ini dapat berkembang menjadi bentuk yang lebih parah, seperti *dengue shock syndrome* yang berisiko fatal. Pencegahan utama *DBD* adalah dengan mengurangi tempat perkembangbiakan nyamuk melalui gerakan 3M: menguras, menutup, dan mendaur ulang barang yang berpotensi menjadi tempat genangan air. Upaya vaksinasi juga mulai dikembangkan untuk menekan angka kejadian *DBD* di wilayah endemis (Gubler, 2011)

10.2.3 Malaria

Malaria merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Di Indonesia, malaria masih endemis di beberapa wilayah seperti Papua, Nusa Tenggara, dan sebagian Kalimantan. Parasit yang umum ditemukan di Indonesia adalah *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*, yang dapat menimbulkan gejala demam tinggi berulang, menggigil, dan anemia.

Pemerintah telah mengupayakan pengendalian malaria melalui distribusi kelambu berinsektisida, penyemprotan rumah, dan diagnosis cepat menggunakan tes darah. Namun, tantangan seperti akses ke daerah terpencil, resistansi obat, dan perubahan iklim membuat eliminasi malaria menjadi target jangka panjang yang memerlukan kerja sama lintas sektor (KemenKes, 2022b)

10.2.4 Leptospirosis

Leptospirosis adalah infeksi bakteri *Leptospira* yang masuk ke tubuh manusia melalui kontak dengan air atau tanah yang terkontaminasi urin hewan, terutama tikus. Penyakit ini sering muncul setelah banjir di kawasan perkotaan yang padat dan kurang sistem drainasenya. Gejalanya mirip influenza, seperti demam, sakit kepala, nyeri otot, dan dapat berkembang menjadi gangguan ginjal atau hati jika tidak ditangani.

Karena sering terjadi tumpang tindih gejala dengan penyakit lain, leptospirosis kerap salah didiagnosis. Padahal, intervensi dini sangat penting untuk mencegah komplikasi. Edukasi masyarakat mengenai pentingnya kebersihan lingkungan dan penggunaan alat pelindung saat beraktivitas di daerah berisiko tinggi merupakan kunci pencegahan yang efektif.

10.2.5 Hepatitis B

Hepatitis B merupakan penyakit yang menyerang hati akibat infeksi virus hepatitis B (HBV). Virus ini menyebar melalui darah dan cairan tubuh, termasuk melalui transfusi darah yang tidak aman, penggunaan jarum suntik bersama, serta dari ibu ke anak saat

persalinan. Di Indonesia, infeksi hepatitis B tergolong endemis dan masih banyak terjadi tanpa disadari oleh penderitanya.

Infeksi akut dapat sembuh sendiri, namun sebagian orang berkembang menjadi infeksi kronis yang dapat memicu sirosis atau kanker hati. Vaksinasi hepatitis B merupakan bagian dari imunisasi dasar yang diwajibkan untuk bayi di Indonesia. Sayangnya, masih banyak orang dewasa yang belum mendapatkan vaksinasi atau pemeriksaan status kekebalan terhadap hepatitis B (Walalayo *et al.*, 2025).

10.3 Penyakit Menular yang Umum secara Global

Dunia modern masih dihadapkan pada tantangan serius dalam menghadapi berbagai penyakit menular yang menyebar lintas negara dan benua. Berbagai faktor seperti mobilitas tinggi, kepadatan penduduk, perubahan lingkungan, serta ketimpangan dalam sistem pelayanan kesehatan membuat sejumlah penyakit tetap menjadi ancaman bagi kesehatan masyarakat global. Penyakit-penyakit ini tidak hanya menyebabkan kesakitan dan kematian, tetapi juga berdampak luas terhadap sosial, ekonomi, dan stabilitas komunitas.

10.3.1 HIV/AIDS: Krisis Kekebalan Tubuh yang Berkepanjangan

Human Immunodeficiency Virus (HIV) menyerang sistem kekebalan tubuh, khususnya sel T CD4, yang berperan penting

dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi. Jika tidak ditangani, infeksi ini dapat berkembang menjadi *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), tahap lanjut yang ditandai dengan penurunan sistem imun secara drastis.

HIV menyebar melalui cairan tubuh seperti darah, air mani, cairan vagina, dan dari ibu ke anak selama kehamilan, persalinan, atau menyusui. Hingga kini, belum tersedia obat untuk menyembuhkan HIV, namun terapi *antiretroviral* (ARV) terbukti efektif dalam menekan replikasi virus dan memperpanjang harapan hidup penderita. Organisasi Kesehatan Dunia mencatat bahwa lebih dari 38 juta orang hidup dengan HIV pada akhir 2022, sebagian besar berada di wilayah Sub-Sahara Afrika (WHO, 2024)

10.3.2 COVID-19: Krisis Kesehatan di Era Globalisasi

Pandemi *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) merupakan salah satu peristiwa kesehatan global paling signifikan dalam satu abad terakhir. Virus *SARS-CoV-2* menyebar terutama melalui *droplet* pernapasan dan aerosol dari orang yang terinfeksi, baik yang bergejala maupun tanpa gejala. Gejala umumnya meliputi demam, batuk, dan gangguan pernapasan, namun spektrum penyakit ini sangat luas dan dapat berkembang menjadi kondisi berat seperti pneumonia atau kegagalan organ.

Penyebaran yang sangat cepat dan dampak yang meluas membuat COVID-19 tidak hanya menjadi persoalan medis, tetapi juga memicu krisis sosial dan ekonomi. Penutupan wilayah, gangguan transportasi, dan ketimpangan akses terhadap vaksin menjadi bagian dari dinamika global yang menyertai pandemi ini.

Meskipun saat ini banyak negara telah berhasil menekan angka kasus, virus ini masih tetap menjadi ancaman karena potensi kemunculan varian baru yang lebih menular.

10.3.3 Influenza: Ancaman Musiman yang Terus Datang

Influenza merupakan penyakit saluran napas yang disebabkan oleh virus influenza tipe A, B, atau C. Virus ini menyebar dengan mudah melalui udara ketika seseorang batuk, bersin, atau berbicara. Meskipun sering dianggap ringan, influenza dapat berbahaya terutama bagi anak-anak, lansia, dan mereka yang memiliki penyakit penyerta.

Setiap tahun, terjadi epidemi influenza musiman yang memengaruhi jutaan orang di seluruh dunia. Vaksin influenza diperbarui secara berkala untuk menyesuaikan dengan mutasi virus yang terus berubah. Organisasi Kesehatan Dunia memperkirakan bahwa influenza menyebabkan hingga 650.000 kematian akibat komplikasi saluran napas setiap tahunnya (WHO, 2021b). Dengan karakter virus yang mudah bermutasi, kewaspadaan global terhadap penyakit ini tetap penting.

10.3.4 Ebola: Infeksi yang Mematikan dan Menyebar Cepat

Ebola adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *filovirus* dan ditandai oleh demam tinggi, pendarahan internal, dan gangguan sistem organ. Wabah besar Ebola pernah terjadi di Afrika Barat pada 2014–2016, menewaskan lebih dari 11.000 orang dan menjadi krisis kesehatan yang mendapat perhatian dunia. Virus ini menyebar melalui kontak langsung dengan cairan tubuh penderita atau hewan

terinfeksi, termasuk melalui praktik pemulasaraan jenazah yang tidak aman.

Karakteristik mematikan dari Ebola serta keterbatasan sistem kesehatan di daerah terdampak memperparah dampak wabah. Upaya pengendalian dilakukan melalui isolasi ketat, penggunaan alat pelindung diri, serta pelatihan petugas kesehatan. Vaksin Ebola telah dikembangkan dan digunakan dalam beberapa kejadian wabah sebagai bagian dari tindakan pencegahan.

10.3.5 Kolera: Penyakit Usus dari Air yang Tercemar

Kolera disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio cholerae* dan menyebar melalui konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi. Gejala utamanya adalah diare berat dan dehidrasi akut, yang dapat menyebabkan kematian dalam hitungan jam jika tidak segera ditangani. Penyakit ini sering kali merebak di daerah dengan sanitasi buruk, terutama pasca bencana alam atau konflik yang merusak infrastruktur air bersih.

Meskipun kolera dapat diobati dengan rehidrasi oral dan antibiotik dalam kasus berat, pengendalian utamanya tetap terletak pada perbaikan akses air bersih dan kebersihan lingkungan. Kampanye *Water, Sanitation and Hygiene (WASH)* menjadi salah satu strategi yang diterapkan di berbagai negara untuk mencegah penyebaran penyakit (UNICEF, 2023)

10.4 Diagnosis Laboratorium Penyakit Menular

Diagnosis laboratorium memegang peran kunci dalam upaya deteksi dini dan pencegahan penularan penyakit infeksius, khususnya yang berpotensi menular melalui transfusi darah. Penggunaan teknik diagnostik yang akurat, sensitif, dan spesifik menjadi landasan penting dalam menjamin keamanan darah yang akan ditransfusikan.

Teknik Screening dan Konfirmasi Pemeriksaan laboratorium terhadap darah donor dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu screening (penyaringan) dan konfirmasi. Pemeriksaan screening bertujuan untuk mendeteksi adanya kemungkinan infeksi menular. Tes ini memiliki sensitivitas tinggi untuk meminimalkan hasil negatif palsu. Namun, karena sensitivitas tinggi sering kali mengorbankan spesifisitas, maka diperlukan uji konfirmasi yang lebih spesifik. (Amalia & Sasi, 2020)

Contoh teknik screening yang umum digunakan adalah teknik rapid test dan ELISA generasi awal. Sementara uji konfirmasi dapat dilakukan dengan teknik ELISA generasi lanjut, Western blot, atau NAT (Nucleic Acid Testing) untuk mendeteksi materi genetik virus.

10.4.1 Teknik ELISA, ECLIA, NAT, dan PCR

ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) adalah teknik imunologi yang digunakan untuk mendeteksi antibodi atau antigen. ELISA sangat berguna dalam screening karena relatif cepat, murah, dan memiliki sensitivitas yang tinggi. Namun, ELISA dapat

memberikan hasil positif palsu pada fase awal infeksi.(Al-Matary and Al Gashaa, 2022)

ECLIA (Electrochemiluminescence Immunoassay) merupakan teknik imunologi berbasis reaksi kimiluminesen. Dibandingkan ELISA, ECLIA memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi, serta waktu pembacaan yang lebih cepat. ECLIA banyak digunakan di laboratorium transfusi modern untuk mendeteksi HIV, HBV, dan HCV.(Maeesa Wadood & Muhammad Usman, 2019).

NAT (Nucleic Acid Testing) adalah teknik molekuler yang mendeteksi DNA atau RNA virus secara langsung. NAT sangat sensitif dan dapat mendeteksi infeksi bahkan dalam periode jendela (window period), sebelum antibodi terbentuk.(Ebeid, Kholeif and Hussein, 2019).

PCR (Polymerase Chain Reaction) merupakan salah satu teknik dalam NAT yang paling banyak digunakan. PCR dapat memperbanyak fragmen DNA target sehingga dapat dideteksi meskipun berada dalam jumlah sangat kecil. PCR digunakan secara luas untuk deteksi HIV, HCV, HBV, CMV, dan virus lainnya.(Establishments, 2022)

Teknik	Prinsip & Kegunaan	Kelebihan	Kekurangan & Penerapan
ELISA (Antigen/Antibodi)	Enzim digunakan untuk visualisasi ikatan antigen-antibodi	Sensitivitas ~98%, spesifisitas	Waktu lama (~4 jam), false positives, butuh

Teknik	Prinsip & Kegunaan	Kelebihan	Kekurangan & Penerapan
		tinggi, terjangkau	laboratorium standar
ECLIA / CLIA (Kemiluminesensi)	Reaksi kimiluminesensi meningkatkan sensitivitas dan presisi	Otomatis, hasil cepat, akurasi tinggi; rekomendasi pemerintah RI	Biaya tinggi, memerlukan peralatan canggih
CMIA (microparticle Immunoassay)	Serumpun dengan ECLIA, berbasis partikel mikro	Sensitivitas tinggi ($\geq 100\%$) untuk HCV	Spesifisitas sedikit lebih rendah (89– 97%) dibanding ELISA
NAT / PCR	Deteksi langsung materi genetik patogen (HBV, HCV, HIV, CMV)	Deteksi di periode jendela (window period); sensitivitas & spesifisitas mendekati 100%	Mahal, memerlukan SDM, bisa pool-sample untuk efisiensi biaya

Sumber (Putri, 2022)

10.4.2 Validasi Teknik: Sensitivitas dan Spesifisitas

Validasi teknik diagnostik meliputi pengujian terhadap sensitivitas, spesifisitas, akurasi, dan presisi dari teknik tersebut.

- **Sensitivitas** adalah kemampuan teknik untuk mengidentifikasi individu yang benar-benar terinfeksi (true

positive). Semakin tinggi sensitivitas, semakin kecil kemungkinan hasil negatif palsu.

- **Spesifisitas** adalah kemampuan teknik untuk mengidentifikasi individu yang tidak terinfeksi (true negative). Semakin tinggi spesifisitas, semakin kecil kemungkinan hasil positif palsu.(WHO, 2020)

Parameter	Fungsi Utama	Implikasi Jika Rendah
Sensitivitas	Deteksi kasus positif dengan benar	Banyak kasus infeksi terlewat (false negative tinggi)
Spesifisitas	Deteksi kasus negatif dengan benar	Banyak hasil positif palsu (false positive tinggi)
Akurasi	Menilai keseluruhan ketepatan hasil	Hasil tes kurang dapat dipercaya
Presisi	Konsistensi hasil pengujian	Hasil tidak stabil dan sulit diandalkan

Dalam konteks transfusi darah, teknik dengan sensitivitas tinggi sangat penting untuk mencegah penularan penyakit, namun juga harus diimbangi dengan spesifisitas yang memadai untuk menghindari eliminasi donor sehat.

10.5 Dampak Penyakit Menular terhadap Kesehatan Masyarakat

Penyakit menular memiliki pengaruh yang jauh melampaui aspek medis semata. Dalam konteks yang lebih luas, penyakit-penyakit ini turut membentuk dinamika sosial, memperburuk ketimpangan ekonomi, serta menantang ketahanan sistem kesehatan

nasional. Ketika suatu penyakit menyebar secara cepat dan meluas, dampaknya bisa dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat, tanpa memandang usia, status sosial, atau lokasi geografis.

10.5.1 Peningkatan Angka Kesakitan dan Kematian

Salah satu dampak paling nyata dari penyakit menular adalah meningkatnya jumlah orang yang jatuh sakit dan meninggal. Dalam kasus penyakit yang sangat menular seperti COVID-19, angka infeksi bisa melonjak dalam waktu singkat dan menyebabkan kematian massal, terutama pada kelompok rentan seperti lansia dan penderita penyakit kronis. Di banyak wilayah, fasilitas kesehatan menjadi kewalahan ketika menghadapi lonjakan pasien, sehingga penanganan tidak dapat dilakukan secara optimal.

Bahkan penyakit menular yang dianggap ringan, seperti influenza, tetap dapat menyebabkan komplikasi berat pada individu dengan imunitas rendah. Hal ini menunjukkan bahwa setiap jenis penyakit menular berpotensi menimbulkan beban signifikan bagi sistem kesehatan masyarakat jika tidak dikendalikan secara cepat dan tepat (WHO, 2021a)

10.5.2 Beban Ekonomi dan Kehilangan Produktivitas

Selain beban fisik dan psikologis, penyakit menular juga membawa konsekuensi ekonomi yang berat. Individu yang terinfeksi mungkin harus menghentikan aktivitas kerja, sementara keluarga harus mengeluarkan biaya untuk pengobatan, transportasi, atau perawatan lanjutan. Di tingkat makro, hal ini mengurangi produktivitas tenaga kerja dan memperlambat pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan.

Dalam skala nasional, wabah penyakit dapat memicu penurunan pendapatan negara akibat terganggunya sektor industri, pariwisata, serta rantai pasok global. Sebagai contoh, pandemi COVID-19 menyebabkan kontraksi ekonomi di hampir semua negara dan memaksa pemerintah untuk mengalihkan anggaran besar ke sektor kesehatan dan bantuan sosial. Dampak ini jauh melampaui angka infeksi dan kematian, karena juga menyentuh aspek keberlanjutan pembangunan jangka panjang (OECD, 2020)

10.5.3 Penghambat Pembangunan Sosial dan Ekonomi

Negara-negara berkembang sering kali paling terdampak oleh penyebaran penyakit menular. Keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, pendidikan, dan sanitasi membuat masyarakat lebih rentan terhadap wabah. Ketika suatu komunitas terus-menerus diserang oleh penyakit, upaya pembangunan seperti peningkatan kualitas pendidikan, pengentasan kemiskinan, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat menjadi terhambat.

Sebagai contoh, di wilayah Sub-Sahara Afrika, penyebaran HIV/AIDS telah mengurangi produktivitas generasi usia kerja dan memunculkan generasi muda yang kehilangan salah satu atau kedua orang tua mereka. Kondisi ini memperburuk siklus kemiskinan dan membuat masyarakat sulit keluar dari ketergantungan bantuan eksternal (UNAIDS, 2022)

10.5.4 Munculnya Ketakutan dan Stigma Sosial

Penyakit menular tidak hanya berdampak pada fisik penderita, tetapi juga menimbulkan tekanan psikososial akibat stigma. Ketakutan terhadap penularan sering kali berubah menjadi

diskriminasi terhadap individu yang terinfeksi. Dalam banyak kasus, penderita di jauhi oleh keluarga, diasingkan dari lingkungan kerja, atau bahkan kehilangan hak sosialnya.

Stigma seperti ini memperburuk keadaan karena membuat individu enggan mencari pertolongan medis atau menyembunyikan gejala yang mereka alami. Akibatnya, penularan tidak terdeteksi dan upaya pengendalian menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, strategi komunikasi publik yang sensitif dan berempati sangat penting untuk mencegah ketakutan yang tidak rasional dan merusak solidaritas sosial (Pescosolido *et al.*, 2013)

10.5.5 Gangguan terhadap Layanan Kesehatan

Peningkatan jumlah pasien akibat wabah penyakit menular kerap mengganggu fungsi layanan kesehatan secara keseluruhan. Ketika fasilitas kesehatan difokuskan pada penanganan penyakit menular, layanan lain seperti imunisasi rutin, pengobatan penyakit kronis, atau perawatan ibu dan anak sering kali terganggu. Hal ini menciptakan dampak ikutan yang tidak langsung, tetapi sangat signifikan terhadap kualitas kesehatan masyarakat secara umum.

Sebagai contoh, selama pandemi COVID-19, banyak negara melaporkan penurunan tajam dalam pelayanan imunisasi anak dan skrining kanker. Kondisi ini menunjukkan bahwa efek dari penyakit menular tidak berhenti pada mereka yang terinfeksi, tetapi juga meluas pada kelompok yang sebelumnya sehat dan membutuhkan layanan rutin (UNICEF, 2021)

10.6 Latihan Soal

1. Sebutkan tiga penyakit menular utama di Indonesia dan cara penularannya.
2. Apa saja penyakit menular global yang menjadi perhatian WHO?
3. Jelaskan dampak sosial dan ekonomi dari penyebaran penyakit menular.
4. Bagaimana perbedaan antara penyebaran malaria dan HIV/AIDS?
5. Mengapa DBD masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia meskipun program pemberantasan nyamuk sudah dilakukan?

Profile Penulis



Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes., lahir di Lumajang pada 27 Mei 1997 dan saat ini berdomisili di Surabaya. Ia merupakan akademisi muda di bidang kesehatan, dengan fokus pada kebidanan dan epidemiologi. Dengan latar belakang pendidikan Sarjana Terapan Kebidanan serta Magister

Kesehatan, Avita aktif dalam pengajaran dan pengembangan materi ajar yang relevan dengan kebutuhan zaman, khususnya dalam ranah penyakit menular dan kesehatan masyarakat. Sebagai sosok yang dinamis dan gemar berolahraga—terutama badminton—Avita percaya bahwa kesehatan fisik dan intelektual harus berjalan seimbang. Semangatnya dalam meningkatkan literasi di bidang kesehatan mendorongnya untuk menulis buku yang dapat dijadikan referensi sekaligus alat edukasi di berbagai institusi pendidikan maupun layanan kesehatan. Melalui buku *“Buku Ajar Epidemiologi Penyakit Menular”*, Avita mengajak pembaca untuk menjadikan budaya membaca sebagai fondasi peningkatan kualitas sumber daya manusia. Seperti pesannya: *“Mari kita terus meningkatkan literasi dengan menerapkan budaya membaca melalui ‘Buku Ajar Epidemiologi Penyakit Menular’ sehingga dapat meningkatkan*

kualitas sumber daya manusia dengan intelektual yang baik dan berguna bagi nusa bangsa.”



Agung Aji Perdana, SKM., M.Epid., lahir di Bandar Lampung pada 8 Maret 1991 dan saat ini berdomisili di kota kelahirannya. Ia adalah seorang epidemiolog dan akademisi yang aktif berkontribusi dalam dunia pendidikan, pelatihan, serta penelitian di bidang kesehatan masyarakat. Dengan pengalaman lebih dari satu dekade, Agung telah terlibat dalam berbagai kegiatan surveilans epidemiologi, pelatihan tenaga kesehatan, dan publikasi ilmiah di tingkat nasional. Sebagai seorang pendidik dan praktisi, Agung memiliki komitmen kuat terhadap peningkatan kapasitas tenaga kesehatan, khususnya dalam pemahaman dan penerapan ilmu epidemiologi berbasis data. Ia percaya bahwa literasi kesehatan merupakan pondasi penting dalam upaya pencegahan penyakit, peningkatan kualitas hidup, dan penguatan sistem kesehatan publik. Melalui buku ini, ia menyampaikan dedikasinya terhadap pengembangan sumber daya manusia di bidang kesehatan masyarakat. Seperti pesannya: *“Buku ini saya tulis sebagai bentuk komitmen dan kepedulian terhadap peningkatan kapasitas tenaga kesehatan masyarakat dalam memahami isu-isu kesehatan berbasis data dan ilmu epidemiologi. Saya percaya bahwa literasi kesehatan yang baik akan menjadi pondasi penting dalam mencegah penyakit, meningkatkan kualitas hidup, dan memperkuat sistem kesehatan publik.”*



Muhammad Fikri Rayendra, S.KM., M.Epid., lahir di Banjarmasin pada 14 Februari 1999 dan saat ini menetap di kota yang sama. Ia merupakan akademisi muda dan praktisi kesehatan masyarakat yang menekuni bidang epidemiologi. Dengan latar belakang pendidikan

Sarjana Kesehatan Masyarakat dan Magister Epidemiologi, Fikri aktif terlibat dalam kegiatan pengajaran, riset, serta pengembangan literasi ilmiah di bidang kesehatan. Di luar kesibukannya sebagai epidemiolog, Fikri juga dikenal sebagai sosok yang aktif secara fisik dan kreatif—menyukai olahraga seperti basket dan badminton, serta memiliki minat tinggi dalam menulis. Keseimbangan antara aktivitas intelektual, fisik, dan spiritual menjadi prinsip hidupnya dalam menjalani profesi dan kehidupan pribadi. Melalui karya tulis ini, ia menyampaikan semangat perjuangan dan pentingnya konsistensi dalam proses pembelajaran. Dalam pesannya kepada pembaca, ia menulis: *“Bisa karena terbiasa, terbiasa karena dipaksa, dan dipaksa adalah sesuatu yang harus kalian perjuangkan. Hidup adalah perjuangan. Perjalanan adalah pembelajaran. Jika tak ada pengorbanan, maka lambat laun kita akan tersisihkan. Allahumma Paksa.”* Pesan tersebut mencerminkan filosofi hidup yang penuh determinasi, keberanian, dan keikhlasan—nilai-nilai yang juga tercermin dalam kontribusinya di bidang kesehatan masyarakat.



Elly Rosmawati, S.KM., MPH., lahir di Sumber Agung pada 5 September 1999 dan saat ini berdomisili di Kabupaten Lampung Selatan. Ia merupakan akademisi dan praktisi muda di bidang kesehatan masyarakat, dengan fokus utama pada epidemiologi dan sistem surveilans kesehatan. Dengan latar belakang pendidikan Sarjana Kesehatan

Masyarakat dan Magister Kesehatan Masyarakat (Master of Public Health), Elly aktif dalam kegiatan penelitian, penulisan ilmiah, serta edukasi publik terkait pencegahan dan pengendalian penyakit menular. Di luar profesinya, Elly memiliki minat besar terhadap *traveling*, menonton film, dan menulis—tiga hal yang ia yakini dapat membuka wawasan dan membentuk cara berpikir yang lebih reflektif dan kreatif. Melalui kontribusinya dalam buku chapter ini, ia mengangkat urgensi penguatan sistem surveilans epidemiologi sebagai salah satu fondasi utama dalam menjaga ketahanan sistem kesehatan masyarakat. Seperti disampaikannya: *“Dengan hadirnya buku chapter ini, kami berharap pembaca dapat memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai pentingnya surveilans epidemiologi dan sistem pelaporan sebagai fondasi utama dalam pengendalian penyakit menular. Buku ini diharapkan mampu menjadi sumber rujukan yang aplikatif bagi tenaga kesehatan, akademisi, dan pemangku kebijakan dalam memperkuat sistem deteksi dini dan respons cepat terhadap ancaman penyakit di masyarakat.”*



Andini Rahmahdhani, S.KM., MPH., lahir di Bima pada 13 Januari 1999 dan saat ini berdomisili di Lombok Barat. Ia merupakan seorang akademisi dan praktisi muda di bidang kesehatan masyarakat, dengan fokus keahlian pada epidemiologi, investigasi wabah, dan respons kedaruratan kesehatan.

Latar belakang pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat dan Magister Kesehatan Masyarakat (Master of Public Health) membekalinya dengan kemampuan analitis dan teknis dalam menangani isu-isu kesehatan yang bersifat mendesak dan kompleks. Selain aktif dalam dunia akademik dan lapangan, Andini juga dikenal sebagai sosok yang senang membaca dan memasak—dua kegiatan yang menurutnya memberi keseimbangan antara pengembangan intelektual dan relaksasi pribadi. Dalam kontribusinya pada buku ini, ia mengangkat pentingnya kesiapsiagaan menghadapi wabah dan situasi darurat kesehatan melalui pendekatan yang sistematis dan berbasis data. Sebagaimana disampaikannya: *“Saya sangat antusias berbagi bab Investigasi Wabah dan Respons Kedaruratan ini dengan Anda. Topik ini krusial, bukan sekadar teori, melainkan inti dari upaya kita melindungi kesehatan masyarakat dari ancaman tak terduga. Mari bersama memperkuat kapasitas kita menghadapi tantangan kesehatan di masa depan.”*



Dr. Maksuk, SKM., M.Kes., adalah dosen tetap pada Program Studi Pengawasan Epidemiologi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Palembang. Beliau menyelesaikan pendidikan Sarjana dan Magister Kesehatan Masyarakat di STIK Bina Husada

Palembang, kemudian melanjutkan studi doktoral pada Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Sriwijaya, dengan bidang kajian utama Kesehatan Lingkungan. Sebagai akademisi yang produktif dan berdedikasi, Dr. Maksuk telah menghasilkan berbagai karya ilmiah, termasuk buku ajar, buku referensi, monograf, serta publikasi dalam jurnal dan prosiding nasional maupun internasional. Selain aktif dalam kegiatan menulis, beliau juga terlibat sebagai reviewer jurnal nasional dan internasional, penelaah etik penelitian, serta tim penyusun dan reviewer soal uji kompetensi tingkat nasional. Dengan pengalaman luas di bidang epidemiologi, kesehatan lingkungan, dan pendidikan tinggi, Dr. Maksuk berkomitmen untuk terus berkontribusi dalam peningkatan kualitas pendidikan, penelitian, dan pelayanan kesehatan masyarakat berbasis ilmu pengetahuan yang aplikatif dan berintegritas.



Agus Erwin Ashari, SKM., M.Kes., lahir di Ujung Pandang pada 17 Agustus 1971 dan saat ini berdomisili di Mamuju, Sulawesi Barat. Ia merupakan dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Mamuju, dengan dedikasi panjang dalam dunia pendidikan dan kesehatan masyarakat.

Beliau menyelesaikan pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin (FKM Unhas) Makassar pada tahun 1995, dan melanjutkan studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat (IKM) di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2003. Dengan pengalaman akademik dan praktis yang luas, Agus Erwin Ashari dikenal sebagai pendidik yang konsisten mendorong mutu dan integritas dalam setiap proses pembelajaran. Ia meyakini bahwa pencapaian yang berkualitas hanya dapat diraih melalui proses yang baik, sebagaimana disampaikan dalam pesannya kepada pembaca: *“Suatu proses tidak akan mengkhianati hasil, proses yang baik akan menghasilkan sesuatu yang bermutu.”*



Dr. Faiza Yuniati, S.Pd., S.Kep., M.KM., lahir di Baturaja pada 26 Juni 1976 dan kini berdomisili di Palembang. Ia merupakan seorang akademisi dan praktisi kesehatan masyarakat yang memiliki latar belakang pendidikan yang kuat dalam bidang pendidikan, keperawatan, dan manajemen kesehatan masyarakat. Dengan semangat

multidisipliner, beliau telah mendedikasikan diri dalam pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Di luar dunia akademik, Dr. Faiza memiliki minat besar terhadap urban gardening dan traveling, yang menurutnya memberikan keseimbangan antara aktivitas intelektual dan kesehatan mental. Ia percaya bahwa gaya hidup aktif dan kesadaran lingkungan merupakan bagian penting dari pendekatan holistik dalam mewujudkan masyarakat yang sehat. Melalui karya-karya ilmiahnya, ia konsisten mengajak pembaca untuk berpikir kritis dan mengandalkan data sebagai dasar dalam pengambilan keputusan, terutama di bidang kesehatan. Sebagaimana ia sampaikan dalam pesannya: *“Teruslah menggali data, berpikir kritis, dan berbagi pengetahuan demi terciptanya masyarakat yang lebih sehat. Selamat belajar dan semangat berkontribusi.”*



Resmi Aini, M.Sc., lahir di Lampung pada 4 Mei 1971 dan saat ini berdomisili di Yogyakarta. Beliau merupakan akademisi dan praktisi di bidang kesehatan masyarakat, dengan fokus keahlian pada epidemiologi penyakit menular. Latar belakang pendidikan dan pengalaman panjang dalam dunia pendidikan menjadikan Resmi Aini sebagai sosok yang berkomitmen dalam mengembangkan ilmu dan keterampilan di bidang epidemiologi, baik di lingkungan akademik maupun praktis. Di luar kegiatan profesionalnya, beliau memiliki hobi traveling yang memperkaya perspektif dan pemahaman lintas budaya dalam konteks kesehatan masyarakat. Melalui buku *"Epidemiologi Penyakit Menular"*, beliau menyampaikan harapan agar pembaca dapat memahami konsep dasar epidemiologi serta penerapannya dalam mengenali pola dan penyebaran penyakit menular. Seperti pesannya: *"Buku ajar epidemiologi penyakit menular ini dirancang untuk membantu memahami konsep dasar epidemiologi dan bagaimana menerapkannya dalam memahami penyebaran penyakit menular."*

Daftar Pustaka

Adebayo, O. J., Adekunle, A. I., & Oyeleke, G. O. (2022). Ecology and evolution of filovirus spillover: A review of recent Ebola virus outbreaks and emergence in Africa. *Frontiers in Microbiology*, 13, 847123. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.847123>

Aenishaenslin, C., Häsler, B., Ravel, A., Parmley, E. J., Mediouni, S., Bennani, H., Stärk, K. D. C., & Buckeridge, D. L. (2021). Evaluating the integration of One Health in surveillance systems for antimicrobial use and resistance: A conceptual framework. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 611931. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.611931>

Al-Matary, A. M., & Al Gashaa, F. A. S. (2022). Comparison of different rapid screening tests and ELISA for HBV, HCV, and HIV among healthy blood donors and recipients at Jibla University Hospital Yemen. *Journal of Medicine and Life*, 15(11), 1403–1408. <https://doi.org/10.25122/jml-2022-0051>

Al-Zoughbi, W., Wagner, M., & Pichler, M. (2021). Drug-induced carcinogenesis: A current perspective. *Pharmacology & Therapeutics*, 225, 107848.

Amalia & Sasi. (2020). *Manajemen Mutu Pelayanan Darah Bagi Teknisi Dan Mahasiswa Teknologi Bank Darah*.

Andre, F. E., Booy, R., Bock, H. L., Clemens, J., Datta, S. K., John, T. J., ... & Schmitt, H. J. (2008). Vaccination greatly

reduces disease, disability, death and inequity worldwide. *Bulletin of the World Health Organization*, 86(2), 140–146.
<https://doi.org/10.2471/BLT.07.040089>

Baker, L. M., Smith, J. R., & Patel, A. K. (2022). A review of regional variations in vulnerability to infectious diseases: Implications of globalization, urbanisation and mobility. *Global Health Journal*, 5(2), 45–56.

Bartram, J., & Cairncross, S. (2010). Hygiene, sanitation, and water: Forgotten foundations of health. *PLoS Medicine*, 7(11), e1000367. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000367>

Bhatt, S., Weiss, D. J., Cameron, E., Bisanzio, D., Mappin, B., Dalrymple, U., ... & Gething, P. W. (2015). The effect of malaria control on *Plasmodium falciparum* in Africa between 2000 and 2015. *Nature*, 526(7572), 207–211.
<https://doi.org/10.1038/nature15535>

Bordier, M., Calba, C., Saegerman, C., et al. (2024). The application of the One Health approach in the management of five zoonotic diseases: A global review. *One Health*, 17, 100348.
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100348>

Broder, C. C., Xu, K., Nikolov, D. B., Zhu, Z., Dimitrov, D. S., Middleton, D., Pallister, J., Geisbert, T. W., Bossart, K. N., Feng, Y. R., & Wang, L. F. (2020). A treatment for and vaccine against the deadly Hendra and Nipah viruses. *Antiviral Research*, 177, 104767.
<https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104767>

Brown, K., & MacNeil, A. (2023). Monkeypox epidemiology, clinical presentation, and transmission: A systematic

review. *International Journal of Emergency Medicine*, 16(1), 27.
<https://doi.org/10.1186/s12245-023-00491-3>

Burki, T. (2020). The online anti-vaccine movement in the age of COVID-19. *The Lancet Digital Health*, 2(10), e504-e505.
[https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30227-2](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30227-2)

Castillo-León, J., Trebbien, R., Castillo, J. J., & Winnier, E. (2021). Commercially available rapid diagnostic tests for the detection of high-priority pathogens: Status and challenges. *Analyst*, 146(5), 1462–1476. <https://doi.org/10.1039/D0AN02286A>

Centers for Disease Control and Prevention. (2012). *Principles of Epidemiology in Public Health Practice* (3rd ed.). Department of Health and Human Services.

Centers for Disease Control and Prevention. (2018). *Principles of Epidemiology in Public Health Practice* (3rd ed.). U.S. Department of Health and Human Services.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Animal reservoirs and hosts for emerging alphacoronaviruses and betacoronaviruses*. *Emerging Infectious Diseases*, 27(4), 926–935.
<https://doi.org/10.3201/eid2704.203945>

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Field epidemiology manual: Outbreak investigations*. Atlanta: CDC.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Infection chain and ways to break it*.
<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/spread/index.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Interim guidance on developing a COVID-19 case investigation and contact tracing plan*. Atlanta: CDC.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Principles of epidemiology in public health practice* (3rd ed.). U.S. Department of Health and Human Services.

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Public health emergency preparedness and response capabilities*.
<https://www.cdc.gov/cpr/readiness/capabilities.htm>

Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems*. Atlanta: CDC.

Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *About infectious diseases*.
<https://www.cdc.gov/infectiousdiseases/about/index.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *Introduction to public health surveillance*.
<https://www.cdc.gov/training/publichealth101/surveillance.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *Prevention strategies*. Diakses dari
<https://www.cdc.gov/prevention/index.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *Types of vaccines*. <https://www.cdc.gov/vaccines/vac-gen/imz-basics.htm>

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Global health security agenda: Tracking infectious diseases*.

<https://www.cdc.gov/globalhealth/healthprotection/ghs/overview.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Preventing the Spread of Infectious Diseases*. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/index.html>

Centers for Disease Control and Prevention. (2023). *Understanding how vaccines work*. <https://www.cdc.gov/vaccines/hows/vaccineswork.html>

Chadha, M., Sood, S., Kumar, D., Preethi, L., & Dhar, M. S. (2023). Rapid diagnostic of emerging human viral pathogens: Lessons learnt from COVID-19 pandemic. In *Emerging Human Viral Diseases* (Vol. I, pp. 527–563). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2820-0_23

Cheshmehzangi, A., Zou, T., Su, Z., & Dawodu, A. (2022). Whether urbanization has intensified the spread of infectious diseases—Renewed questions by the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Public Health*, 10, 917350. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.917350>

Diseases Editorial Office. (2023). A brief history of Bunyaviral family Hantaviridae. *Diseases*, 11(1), 38. <https://doi.org/10.3390/diseases11010038>

Duffy, S. (2018). Why are RNA virus mutation rates so damn high? *PLoS Biology*, 16(8), e3000003. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000003>

Ebeid, E. Y., Kholeif, H. A. E., & Hussein, N. H. (2019). Role of Nucleic Acid Test (NAT) in Detection of Transfusion

Transmitted Viruses in Comparison to Other Methods. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 76(2), 3542–3549.
<https://doi.org/10.21608/ejhm.2019.38887>

Erkyihun, G. A., & Alemayehu, M. B. (2022). One Health approach for the control of zoonotic diseases: The role of laboratory capacity. *Zoonoses*, 2(1), 963–972.
<https://doi.org/10.15212/ZOONOSES-2022-0037>

Establishments, B. (2022). Chapter 14: Guidelines for the use of DNA/PCR techniques in Blood Establishments 14.1. 13–14.

Fenner, F., Henderson, D. A., Arita, I., Jezek, Z., & Ladnyi, I. D. (1988). *Smallpox and its eradication*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39485>

Ferguson, N. M., Laydon, D., Nedjati-Gilani, G., et al. (2020). *Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand*. Imperial College COVID-19 Response Team.

Fields, B. N., Knipe, D. M., & Howley, P. M. (2020). *Fields virology* (7th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.

Fine, P., Eames, K., & Heymann, D. L. (2011). “Herd immunity”: A rough guide. *Clinical Infectious Diseases*, 52(7), 911–916. <https://doi.org/10.1093/cid/cir007>

Fischer, J. E., Garten, R. J., & Baxter, R. J. (2011). Pandemic influenza planning and response. *Journal of Health Management*, 13(1), 27–42. <https://doi.org/10.1177/097206341001300103>

Fraser, C., Riley, S., Anderson, R. M., & Ferguson, N. M. (2004). Factors that make an infectious disease outbreak

controllable. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(16), 6146–6151. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307506101>

Frontiers in One Health. (2024). The use of Earth Observation data and GIS type models in zoonotic disease risk assessment. *Frontiers in One Health*.

García-Meniño, I., Otero, Á., & Castaño-Rodríguez, N. (2023). Antimicrobial use in animal production and its relationship with antimicrobial resistance: A One Health perspective. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1005157. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1005157>

GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators. (2020). Global, regional, and national burden of chronic respiratory disease, 1990–2017: A systematic analysis. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(6), 585–596. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30105-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30105-3)

Gharbi, J., Rezza, G., & Ben M’hadheb, M. (2025). Editorial: Emerging and re-emerging viral infections: Epidemiology, pathogenesis and new methods for control and prevention. *Frontiers in Public Health*, 12, 1528163. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1528163>

Global Polio Eradication Initiative (GPEI). (2022). *Polio eradication strategy 2022–2026: Delivering on a promise*. <https://polioeradication.org>

Globalization and Health. (2023). Policies to prevent zoonotic spillover: A systematic scoping review of evaluative

evidence. *Globalization and Health*, 19, 37.
<https://doi.org/10.1186/s12992-023-00986-x>

Gubler, D. J. (2011). Dengue, urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21st century. *Tropical Medicine and Health*, 39(4 Suppl, pp. 3–11).
<https://doi.org/https://doi.org/10.2149/tmh.2011-S05>

Han, M. S., Krüger, O. O., Förster, J.-D., Berkemeier, T., Elbert, W., Fröhlich-Nowoisky, J., et al. (2021). Respiratory aerosols and droplets in the transmission of infectious diseases. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 572012.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.572012>

Henderson, D. A. (2009). *Smallpox: The death of a disease*. Prometheus Books.

Heymann, D. L. (2015). *Control of communicable diseases manual* (20th ed.). American Public Health Association.

Heymann, D. L. (2015). *Control of communicable diseases manual* (20th ed.). Washington, DC: American Public Health Association.

Hirae, K., Hoshina, T., & Koga, H. (2023). Impact of the COVID-19 pandemic on the epidemiology of other communicable diseases in Japan. *International Journal of Infectious Diseases*, 128, 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2023.01.013>

Hu, J., Peng, P., Li, J., Zhang, Q., Li, R., Wang, X., Gu, M., Hu, Z., Hu, S., Liu, X., Jiao, X., Peng, D., & Liu, X. (2021). Single dose of bivalent H5 and H7 influenza virus-like particle protects chickens against highly pathogenic H5N1 and H7N9 avian influenza

viruses. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 774630.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.774630>

Implications of human activities for (re)emerging infectious diseases: Ecological and biological determinants. (2020). *Journal of Physiological Anthropology*, 39(1), 10.
<https://doi.org/10.1186/s40101-020-00239-5>

Jackson, D., Roberts, G., Wu, M. L., Ford, R., & Smith, C. (2015). Education and support for family caregivers in chronic illness: A review. *Journal of Clinical Nursing*, 24(1-2), 61–70.
<https://doi.org/10.1111/jocn.12606>

Journal of Zoonotic Diseases. (2022). Modes of transmission of zoonotic pathogens: A review. *Journal of Zoonotic Diseases*, 6(3), 91–112. <https://doi.org/10.22034/jzd.2022.15461>

Katz, R., Wentworth, D. E., Treuting, P. M., & Zaki, S. R. (2018). Global Health Security Agenda and Implications for Global Health Governance. *Health Security*, 16(1), 22–30.
<https://doi.org/10.1089/hs.2017.0060>

KemenKes. (2022). Darah untuk kehidupan. *Mediakom*.

KemenKes. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2021*.
<https://www.kemkes.go.id>.

KemenKes. (2023). *Kementerian Kesehatan RI 2023 Petunjuk Teknis Pencegahan Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)*.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Buku Saku Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Pedoman Surveilans dan Respons Penyakit Menular Berbasis Wilayah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Buku Saku Imunisasi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Pedoman Penyelidikan Epidemiologi Wabah Penyakit Menular*. Jakarta: Direktorat Surveilans dan Karantina Kesehatan.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia 2021*.
<https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/>

Knipe, D. M., & Howley, P. M. (2020). *Fields virology* (7th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.

Koren, O., & Chaves, L. F. (2025). Land-use, land-cover change—emerging infectious disease nexus reconsidered. *BioScience*. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaf045>

Larson, H. J., de Figueiredo, A., Xiaohong, Z., Schulz, W. S., Verger, P., Johnston, I. G., ... & Jones, N. S. (2016). The state of vaccine confidence 2016: global insights through a 67-country survey. *EBioMedicine*, 12, 295–301.
<https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.08.042>

Lee, J., Yoon, W., & Kim, H. (2020). Digital technologies and COVID-19: Lessons from South Korea. *Journal of Public Health Research*, 9(1), 179–184.

Lee-Cruz, L., Lenormand, M., Cappelle, J., Caron, A., De Nys, H., Peeters, M., Bourgarel, M., Roger, F., & Tran, A. (2021). Mapping of Ebola virus spillover: Suitability and seasonal variability at the landscape scale. *ArXiv*, 2108.10708.

Lönnroth, K., Jaramillo, E., Williams, B. G., Dye, C., & Raviglione, M. (2010). Drivers of tuberculosis epidemics: The role of risk factors and social determinants. *Social Science & Medicine*, 68(12), 2240–2246.
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.03.041>

Luqman, Sudaryo, M. K., & Suprayogi, A. (2022). Analisis Situasi Masalah Kesehatan Penyakit Menular di Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 7(1), 357–374. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jekkk.v7i1.13269>

Maesa Wadood & Muhammad Usman. (2019). Comparative Analysis of Electrochemiluminescence Assay and Chemiluminescent Microparticle Immunoassay for the Screening of Hepatitis C. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, 35(1), 131–136. <https://doi.org/10.1007/s12288-018-0968-3>

Mahendradhata, Y., Trisnantoro, L., Listyadewi, S., Soewondo, P., Marthias, T., Harimurti, P., & Prawira, J. (2017). The Republic of Indonesia Health System Review. *World Health Organization, Regional Office for South-East Asia*.

Maksuk, M., & Amin, M. (2024). Faktor Risiko dan Skrining Tuberkulosis di Wilayah Kerja Puskesmas Kota Palembang. *BALABA*, 20(2), 55–64.

Maksuk, M., & Mardianti, M. (2023). Faktor Risiko Kejadian Diare Pada Balita Yang Tinggal Di Sekitar Sungai Kabupaten Ogan Ilir Sumatra Selatan. *BALABA*, 19(1).

Maksuk, M., Subakri, C. R., & Anwar, K. (2023). Faktor–Faktor Yang Berhubungan dengan Upaya Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Palembang. *BALABA*, 19(2).

Mandell, G. L., Bennett, J. E., & Dolin, R. (2015). *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases* (8th ed.). Elsevier.

Markotter, W., Mettenleiter, T. C., Adisasmito, W. B., Almuhaire, S., Barton Behravesh, C., Bilivogui, P., et al. (2023). Prevention of zoonotic spillover: From relying on response to reducing the risk at source. *PLoS Pathogens*, 19(10), e1011504. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011504>

Marmot, M., Friel, S., Bell, R., Houweling, T. A., & Taylor, S. (2008). Closing the gap in a generation: Health equity through action on the social determinants of health. *The Lancet*, 372(9650), 1661–1669. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61690-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61690-6)

Michael, E., Malecela, M. N., Zervos, M., & Kazura, J. W. (2018). Global eradication of lymphatic filariasis: A mass drug administration success story. *Current Infectious Disease Reports*, 20(4), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11908-018-0614-3>

Ministry of Health Indonesia. (2023). *Program eliminasi malaria nasional 2023–2027*. Jakarta: Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor.

Morse, S. S., Mazet, J. A., Woolhouse, M., Parrish, C. R., Carroll, D., Karesh, W. B., ... & Daszak, P. (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *The Lancet*, 380(9857), 1956–1965.

Mostafavi, E., Ghasemian, A., Abdinasir, A., Nematollahi Mahani, S. A., Rawaf, S., Salehi Vaziri, M., Gouya, M. M., Minh Nhu Nguyen, T., Al Awaidy, S., Al Ariqi, L., Islam, Md. M., Abu Baker Abd Farag, E., Obtel, M., Omondi Mala, P., Matar, G. M., Asghar, R. J., Barakat, A., Sahak, M. N., Abdulmonem Mansouri, M., & Swaka, A. (2021). Emerging and Re-emerging Infectious Diseases in the WHO Eastern Mediterranean Region, 2001-2018. *International Journal of Health Policy and Management*. <https://doi.org/10.34172/ijhpm.2021.13>

Mummah, R. O., Hoff, N. A., Rimoim, A. W., Lloyd-Smith, J. O., et al. (2020). Controlling emerging zoonoses at the animal–human interface. *One Health Outlook*, 2, 17. <https://doi.org/10.1186/s42522-020-00024-5>

Munster, V. J., Baas, C., Richard, M., Herfst, S., & Fouchier, R. A. M. (2024). Highly pathogenic avian influenza H5N1: History, current situation, and future perspectives. *Journal of Virology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1128/JVI.01234-24>

Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2021). *Medical Microbiology* (9th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.

Nurbaiti, N., Priyadi, P., & Maksuk, M. (2021). Faktor Risiko Kejadian Diare Pada Balita di Puskesmas Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(1), 13–18.

O'Neill, J. (2016). *Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations*. Review on Antimicrobial Resistance. <https://amr-review.org>.

OECD. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on jobs and incomes in G20 economies. *ILO-OECD paper prepared at the request of G20 Leaders Saudi Arabia's G20 Presidency 2020*, (September), p. 46. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_756331.pdf

Patil, D., Kulkarni, P. S., & Bhokre, A. N. (2023). Marburg virus: Epidemiology, pathogenesis, and current status of therapeutics and vaccines. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1239079. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1239079>

Peiris, J. S. M., Lai, S. T., Poon, L. L. M., et al. (2020). Coronavirus infections in humans: The role of SARS coronavirus. *Journal of Clinical Virology*, 128, 104399. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104399>

Pescosolido, B. A., Martin, J. K., Long, J. S., Medina, M. G., & Olafsdottir, S. (2013). The “backbone” of stigma: Identifying the Global core of public prejudice associated with mental illness. *American Journal of Public Health*, 103(5), 853–860. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.301147>

PLOS Pathogens. (2024). A human pathogenic hantavirus circulates and is shed in taxonomically diverse rodents. *PLOS Pathogens*. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1012849>

Plotkin, S. A., Orenstein, W. A., Offit, P. A., & Edwards, K. M. (2018). *Plotkin's vaccines* (7th ed.). Elsevier.

Puteri, F. R., Hidayati, N. S., & Susanto, H. (2020). *Implementasi sistem informasi manajemen rumah sakit dalam mendukung pelayanan kesehatan berbasis digital*.

Putri, W. R. (2022). Keamanan Produk Darah: “Deteksi Imltd Menggunakan Metode Chemiluminescence Assay (Clia)” Blood Product Safety: Chemiluminescence Assay (Clia) Methods for Transfusion-Related Infectious Disease Detection. *JMLS) Journal of Medical Laboratory and Science*, 2(2), p. 2022. <https://doi.org/10.36086/medlabscience.v2i2>

Razzak, M. I., Imran, M., & Xu, G. (2019). Big data analytics for preventive medicine. *Neural Computing and Applications*, 31(5), 1301–1312.

Reynolds, B., & Seeger, M. W. (2005). Crisis and emergency risk communication as an integrative model. *Journal of Health Communication*, 10(1), 43–55. <https://doi.org/10.1080/10810730590904571>

Robinson, M. C. (2022). Chikungunya: An emerging public health concern. *Current Infectious Disease Reports*, 24(3), 101–109. <https://doi.org/10.1007/s11908-022-00789-y>

Rupprecht, C. E., Briggs, D., & Brown, C. M. (2021). Human rabies: Past, present and future. In *Laboratory Diagnosis of Rabies*

Virus (pp. 1–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67870-6_1

Setiawan, D., Maharani, Y., & Ramadhan, F. (2022). Analisis sistem pelaporan cepat penyakit menular di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(2), 115–124. <https://doi.org/10.14710/jkm.v18i2.34567>

Setiawan, H., Rahmadi, F., & Yuliana, N. (2020). Inovasi teknologi informasi dalam pelaporan penyakit menular di Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi Kesehatan*, 8(1), 45–52. <https://doi.org/10.31294/jsik.v8i1.9876>

Sitanggang, F. T., et al. (2024). *Editor : La Ode Alifariki , Saida , S . Kep ., Ns ., M . Kes.*

Smith, D. R., Adams, E. R., de Lamballerie, X., et al. (2021). Zika virus and birth defects—Reviewing the epidemiological evidence for causality. *Nature Reviews Microbiology*, 19, 649–663. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00585-0>

Southwell, B. G., & Thorson, E. A. (2015). *Social Media and Public Health: Theory and Practice*. Oxford University Press.

Stevens, L. M., Zhang, Y., & Patel, R. (2023). Advancing early warning and surveillance for zoonotic diseases under interdisciplinary frameworks. *Science of the Total Environment*, 879, 163594. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163594>

Stewart-Ibarra, A. M., Muñoz, Á. G., Ryan, S. J., Ayala, E. B., Borbor-Cordova, M. J., Finkelstein, J. L., ... & Teich, E. (2020). A comparison of passive surveillance and active cluster-based surveillance for dengue fever in southern coastal Ecuador. *BMC*

Public Health, 20, 345. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09168-5>

Stuart, K. A., Johnson, C. K., & Morse, S. S. (2024). Mapping hotspots of zoonotic pathogen emergence using global ecological and sociological data. *The Lancet Planetary Health*, 8(2), e110–e118. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00030-9)

Tang, J. W., Bahnfleth, W. P., Bluysen, P. M., Buonanno, G., Jimenez, J. L., Kurnitski, J., Li, Y., Miller, S., Sekhar, C., Morawska, L. (2021). Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). *Journal of Hospital Infection*, 110, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.12.022>

Tekalign, T., Lakew, A., & Asefa, F. (2022). Social insights on the implementation of One Health in zoonosis prevention and control. *Infectious Diseases of Poverty*, 11(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s40249-022-00976-y>

Thacker, S. B., & Berkelman, R. L. (1988). Public health surveillance in the United States. *Epidemiologic Reviews*, 10(1), 164–190.

Thacker, S. B., & Stroup, D. F. (2014). Surveillance in environmental public health: Issues, systems, and sources. In *Environmental Health Perspectives*, 122(10), 963–970. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408259>

Titaley, C. R., Dibley, M. J., & Roberts, C. L. (2023). Community empowerment and its role in reducing child undernutrition. *Maternal and Child Nutrition*, 19(1), e13350.

UNAIDS. (2020). *Global AIDS Update 2020: Seizing the moment – tackling entrenched inequalities to end epidemics*. Geneva: UNAIDS.

UNAIDS. (2022). *Global HIV & AIDS statistics – Fact sheet*. <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet%>.

UNAIDS. (2023a). *Addressing gender inequality in HIV and sexual health services*. <https://www.unaids.org/en/resources/presscentre/2023>

UNAIDS. (2023b). *Global HIV & AIDS statistics—Fact sheet*. <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>

UNESCO. (2021). *International technical guidance on sexuality education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260770>

UNICEF. (2020). *Water, Sanitation and Hygiene (WASH): Strategic Plan 2020–2025*. New York: United Nations Children's Fund.

UNICEF. (2021). *Tracking the situation of children during COVID-19*. <https://data.unicef.org/covid-19-and-children/>.

UNICEF. (2023). *WASH: Water, sanitation and hygiene*. <https://www.unicef.org/wash/>.

Update on Highly Pathogenic Avian Influenza A (H5N1) Virus, Clade 2.3.4.4b, During 2021–2023. (2023). *Journal of Infectious Diseases*, 230(3), 533–543. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiad123>

Velasco-Villa, A., Mauldin, M. R., Shi, M., Salyer, S. J., Yager, P. A., Sánchez-Quinn, M., Orciari, L. A., Bogich, T. L., &

Olson, V. A. (2022). Global spatial epidemiology of rabies: Systematic review and critical appraisal. *International Journal of Infectious Diseases*, 120, 45–55.
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.03.011>

Walalayo, G. G., et al. (2025). Faktor-Faktor Risiko yang Mempengaruhi Kejadian Hepatitis B: Analisis Pengetahuan, Sejarah Keluarga, dan Transfusi Darah. *KAMBOTI: Jurnal Sosial dan Humaniora*, 5(2), 83–91.
<https://doi.org/10.51135/kambotivol5issue2page83-91>.

World Health Organization. (2014). *Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care*. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2017). *Rehabilitation in health systems*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2017). *Vector-borne diseases*.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

World Health Organization. (2018). *Early detection, assessment and response to acute public health events: Implementation of Early Warning and Response with a focus on Event-Based Surveillance*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2018). *Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases*. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2019). *Polio eradication strategy 2019–2023*. <https://polioeradication.org/who-we-are/strategy/>

World Health Organization. (2019). *Ten threats to global health in 2019*. <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019>

World Health Organization. (2020). *A guide to establishing event-based surveillance*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2020). *Considerations for implementing and adjusting public health and social measures in the context of COVID-19*. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2020). *Global Tuberculosis Report 2020*. Diakses dari <https://www.who.int/publications/i/item/9789240013131>

World Health Organization. (2020). *Indonesia COVID-19 situation reports*. <https://www.who.int/indonesia/news/novel-coronavirus/situation-reports>

World Health Organization. (2020). *Infectious diseases: Classification and overview*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2020). *Tes Diagnostik untuk SARS-CoV-2*. Panduan Interim, (September), pp. 1–19.

World Health Organization. (2020). *Water, sanitation, hygiene, and health: A primer for health professionals*. United Nations Children's Fund (UNICEF) and the World Health Organization (WHO). <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014473>.

World Health Organization. (2021). *Digital Health: Transforming and Expanding Access to Health Services*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>

World Health Organization. (2021). *Global vaccine market report* 2021.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240031102>

World Health Organization. (2021). *Guidelines for sentinel influenza surveillance*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2021). *Immunization coverage*.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage>

World Health Organization. (2021). *Public health surveillance for infectious diseases: A manual for field application*. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2022). *How infectious diseases spread*.
<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/how-do-infectious-diseases-spread>

World Health Organization. (2022). *Immunization coverage: Key facts*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2022). *Infectious disease transmission and control*. Geneva: WHO Press.

World Health Organization. (2022). *Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases* (2nd ed.). WHO Press.

World Health Organization. (2022). *Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases*.
<https://www.who.int/publications/i/item/managing-epidemics-key-facts>

World Health Organization. (2022). *Recommended composition of influenza virus vaccines for use in the 2018–2019*

northern hemisphere influenza season, Releve epidemiologique hebdomadaire.

World Health Organization. (2023). *Immunization coverage*. Diakses dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage>

World Health Organization. (2023). *Vector-borne diseases*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

World Health Organization. (2024). *HIV and AIDS*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids>.

Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2021). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 154, 109443. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.109443>

Yulidar, Y., Maksuk, M., & Priyadi, P. (2021). Kondisi Sanitasi Lingkungan Rumah Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Wilayah Kerja Puskesmas. *SALINK (Jurnal Sanitasi Lingkungan)*, 1(1), 8–12.

Yuniati, F., & Kamsu, S. (2020). Assessing the quality of life among productive age in the general population: A cross-sectional study of Family Life Survey in Indonesia. *Asia Pacific Journal of Public Health*, Advance online publication, 1–7. <https://doi.org/10.1177/1010539520956411>

Zhang, Y., Xu, C., & Qin, F. (2022). Projecting the impact of climate change on the burden of zoonotic diseases: A global

perspective. *The Lancet Planetary Health*, 6(12), e971–e980.
[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00215-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00215-4)

Zimmermann, P., & Curtis, N. (2021). Factors that influence the immune response to vaccination. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(3), e00084-19. <https://doi.org/10.1128/CMR.00084-19>

Buku ajar berjudul **Epidemiologi Penyakit Menular** adalah buku yang membahas bagaimana penyakit dapat menyebar dalam suatu kelompok atau wilayah, serta faktor-faktor yang memengaruhi cepat lambatnya penularan. Buku ini ditujukan untuk masyarakat umum, terutama yang ingin mengetahui cara kerja infeksi, jalur penularan, dan strategi pengendalian dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Dalam buku ini, pembaca akan diperkenalkan pada konsep dasar seperti sumber infeksi, inang, cara penularan, serta contoh kasus dari berbagai jenis penyakit menular seperti tuberkulosis, malaria, infeksi saluran pernapasan, hingga penyakit yang muncul akibat wabah baru. Disertai dengan ilustrasi, grafik, dan penjelasan yang sederhana, pembaca diajak untuk memahami bagaimana langkah-langkah pencegahan dapat dilakukan sejak dini.

Buku ini merupakan panduan praktis yang tidak hanya bermanfaat untuk tenaga layanan kesehatan, tetapi juga bagi masyarakat luas dalam membangun kesadaran dan ketahanan terhadap ancaman penyakit menular di sekitar mereka.