

EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN



Andi Susilawaty, Sigid Sudaryanto, Darwel
Salsabila Syafni Aulia, Wijayantono, Rimawati Aulia,
Musfirah, Rahmi Fitria, Retno Dewi Prisusanti,
Syarifah Aini, Mahaza

Get press

EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

**Andi Susilawaty
Sigid Sudaryanto
Darwel
Salsabila Syafni Aulia
Wijayantono
Rimawati Aulia
Musfirah
Rahmi Fitria
Retno Dewi P
Syarifah Aini
Mahaza**



PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

Penulis :

Andi Susilawaty
Sigid Sudaryanto
Darwel
Salsabila Syafni Aulia
Wijayantono
Rimawati Aulia
Musfirah
Rahmi Fitria
Retno Dewi P
Syarifah Aini
Mahaza

ISBN : 978-623-5383-19-4

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

Penyunting : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Penerbit : PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat
Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id
Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, April 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat ALLAH SWT, berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul Epidemiologi Lingkungan.

Buku ini diharapkan dapat membantu pembaca memahami teori Epidemiologi Lingkungan, sehingga mereka dapat mengaplikasikan ilmunya. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih bagi kepastakaan di Indonesia dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis, April 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I	vi
KONSEP EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Perspektif Penyakit Berbasis Lingkungan.....	4
1.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan sebagai Pendekatan Epidemiologi Lingkungan	8
1.3.1 Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	9
1.3.2 Analisis Dosis Respon (<i>Dose-Response</i> <i>Assessment</i>)	9
1.3.3 Analisis Paparan (<i>Exposure Assessment</i>)	10
1.3.4 Karakteristik Risiko (<i>Risk Characterization</i>)	11
1.3.5 Pengelolaan Risiko	11
BAB II.....	14
SEJARAH EPIDEMIOLOGI.....	14
2.1 Pengantar	14
2.2 Sejarah Epidemiologi dan Epidemiologi Lingkungan ...	15
2.2.1 Sejarah Epidemiologi	15
2.2.1 Sejarah Epidemiologi Lingkungan	19
2.3 Manfaat Epidemiologi Lingkungan	21
2.4 Komponen Epidemiologi Lingkungan.....	21
2.5 Simpul-Simpul dalam Epidemiologi Lingkungan	22
BAB III.....	25
AGENT	25
3.1 Pendahuluan	25
3.2 Jenis Agent Penyakit	25
3.2.1 Agent Unsur Biologis.....	25
3.2.2 Agent Unsur Kimia	30
3.2.3 Agent Unsur Fisika	31
3.2.4 Agent Faktor Nutrisi	32
3.2.5 Agent Faktor Gaya Hidup.....	33
3.2.5 Agent Faktor Keturunan	33

3.3 Karakteristik Agent Penyakit	34
BAB IV	36
HOST/ PEJAMU.....	36
4.1 Pendahuluan	36
4.2 Host/Pejamu	37
BAB V.....	43
LINGKUNGAN.....	43
5.1 Pendahuluan	43
BAB VI	49
TIPE PENYEBARAN WABAH PENYAKIT	49
6.1 Pendahuluan	49
6.2 Jalur Penularan Penyakit.....	49
6.2.1 Jalur Penularan Langsung	50
6.2.2 Jalur Penularan Tidak Langsung.....	50
6.3 Penularan Penyakit melalui Vektor	51
6.3.1 Daftar Penyakit berbasis Vektor	51
6.3.2 Perubahan Iklim dan Penyakit Penyakit berbasis Vektor	52
6.3.3 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Vektor	53
6.3.4 Wabah Penyakit berbasis Vektor	55
6.4 Penularan Penyakit melalui Udara.....	55
6.4.1 Ukuran Partikel dan Potensi Penularan Agent Penyakit	56
6.4.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Udara..	57
6.4.3 Wabah Penyakit berbasis Udara.....	58
6.5 Penularan Penyakit melalui Air	59
6.5.1 Daftar Penyakit berbasis Air	60
6.5.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Air	61
6.5.3 Wabah Penyakit berbasis Air	62
BAB VII.....	65
PENGUKURAN PAPARAN	65
7.1 Pendahuluan	65
7.2 Definisi Paparan	65
7.3 Jenis Paparan dan Sifat Pemapar	66
7.4 Prinsip Dasar Pengukuran Paparan.....	67
7.5 Data Paparan dalam Studi Epidemiologi	71
7.6 Pengukuran paparan pada Studi Epidemiologi	

Lingkungan	72
BAB VIII	77
PENGUKURAN EFEK	77
8.1 Pendahuluan	77
8.2 Pengukuran Efek	78
8.3 Alat Ukur	81
8.4 Efek Yang Diukur	82
8.5 Efek terhadap reproduksi	82
BAB IX	84
SUMBER DATA DAN PENGUMPULAN DATA	84
9.1 Pendahuluan	84
9.2 Sumber Data	85
9.3 Pengumpulan Data	90
BAB X	93
INSTRUMEN EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN	93
10.1 Pendahuluan	93
10.2 Jenis Instrumen Epidemiologi Lingkungan	94
10.2.1 Angket atau kuesioner	95
10.2.2 Wawancara	100
10.2.3 Observasi	102
10.3 Uji Kuesioner Sebagai Alat Ukur	105
10.3.1 Validitas	106
10.3.2 Reliabilitas	109
BAB XI	103
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA	103
11.1 Pendahuluan	103
11.2 Cara Menganalisis	105
11.3 Dasar-Dasar Menganalisis	107
11.4 Interpretasi dan Teknik Interpretasi	110
11.4.1 Proses Interpretasi dan Interpretasi Fisis	111
11.4.2 Proses Interpretasi	111
11.4.3 Interpretasi Fisis	113
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Dampak Sosio-ekologi Penyakit berbasis Vektor	54
Gambar 2. <i>Timeline</i> Kejadian Penyakit berbasis Vektor	55
Gambar 3. Ilustrasi Jalur Penularan Penyakit berbasis Udara	58
Gambar 4. Jalur <i>Fecal – Oral</i> Penularan Penyakit berbasis Air	61
Gambar 5. Beberapa jalur paparan agen lingkungan dan dampak kesehatan yang ditimbulkan	68
Gambar 6. Skema dosis dan paparan	70
Gambar 7. Posibilitas pendekatan yang digunakan dalam pengukuran paparan	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis bakteri dan penyakit yang ditimbulkan.....	26
Tabel 2. Jenis virus dan penyakit yang ditimbulkan	27
Tabel 3. Jenis fungi dan penyakit yang ditimbulkan.....	28
Tabel 4. Jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan	28
Tabel 5. Jenis protozoa dan penyakit yang ditimbulkan	29
Tabel 6. Jenis Rickettsia dan penyakit yang ditimbulkan	30
Tabel 7. Agent kimia dan penyebab penyakit dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan.....	30
Tabel 8. Agent fisik dan penyakit yang ditimbulkan.....	32
Tabel 9. Agent Nutrisi dan penyakit yang ditimbulkan	33
Tabel 10. Daftar Penyakit berbasis Vektor Berdasarkan Jenis Vektor dan Agent Penyakit	52
Tabel 11. Daftar Penyakit berbasis Air berdasarkan Jenis Agent Penyakit, Jalur Penularan dan Gejala	60
Tabel 12. Perbedaan statistik deskriptif dan statistic inferensial	85
Tabel 13. Pengelompokan Data Berdasarkan Skala Pengukuran	87
Tabel 14. Hubungan antara Skala Pengukuran dengan Jenis Data.....	89
Tabel 15. Contoh <i>Check List</i> kelompok.....	103
Tabel 16. Contoh penilaian terhadap gejala tertentu.....	104
Tabel 17. Distribusi skor tiap-tiap pertanyaan.....	107

BAB I

KONSEP EPIDEMIOLOGI

LINGKUNGAN

Oleh Andi Susilawaty

1.1 Pendahuluan

Epidemiologi lingkungan sebagai salah satu disiplin ilmu kesehatan yang relatif masih baru bila dibandingkan dengan beberapa disiplin ilmu kesehatan masyarakat yang lain. Meski demikian epidemiologi lingkungan sebagai sebuah ilmu pengetahuan kesehatan masyarakat mengalami perubahan dan perkembangan dari masa ke masa. Perkembangan itu dilatar belakangi oleh perubahan dari berbagai aspek terhadap lingkungan hidup yang kemudian berimplikasi kepada perubahan masalah kesehatan masyarakat antara lain perubahan pola penyakit. Sejarah epidemiologi tidak dapat dipisahkan dari zaman dimana manusia mulai mengenal penyakit menular. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang kesehatan kemudian mendorong para ahli untuk mengadakan riset terhadap berbagai penyakit termasuk salah satunya adalah penyakit menular demi mengatasi kejadian penderitaan dan kematian akibat penyakit.

Defenisi epidemiologi jika ditinjau dari asal kata, berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari 3 kata dasar yaitu Epi yang berarti pada atau tentang, Demos yang berarti penduduk dan Logos yang berarti ilmu pengetahuan. Oleh karena itu Epidemiologi disebutkan sebagai ilmu yang mempelajari tentang penduduk. Tetapi defenisi epidemiologi dalam pengertian luas dan modern pada saat ini adalah ilmu yang mempelajari tentang frekuensi dan distribusi (penyebaran) serta determinan masalah kesehatan pada sekelompok orang atau masyarakat serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penyakit menular timbul akibat dari interaksi berbagai faktor

baik dari agen, host atau menusiannya dan juga lingkungan. Sehingga untuk selanjutnya kajian frekuensi, distribusi dan determinan penyakit menular berbasis lingkungan inilah yang menjadi fokus kajian epidemiologi lingkungan (Masriadi, 2016).

Selain itu dalam epidemiologi ada tiga faktor yang dapat menjelaskan distribusi penyakit yakni person atau orang, place atau tempat, dan time atau waktu. Faktor orang berkaitan karakteristik dari individu yang mempengaruhi keterpaparan atau kepekaan mereka terhadap penyakit. Karakteristik orang bisa berupa faktor umur, genetik, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, kebiasaan dan status sosial ekonomi. Faktor tempat berkaitan dengan karakteristik geografis dan lingkungannya. Sedangkan faktor waktu kejadian penyakit dapat dinyatakan dalam jam, hari, bulan, atau tahun. Informasi ini bisa dijadikan pedoman tentang kejadian yang timbul dalam masyarakat.

Keterkaitan antara lingkungan dengan penyakit secara lengkap dijelaskan oleh Teori Segitiga Epidemiologi yang dikemukakan oleh John Gordon dan La Richt (1950) sehingga disebut juga Teori Gordon, menggambarkan interaksi tiga komponen yaitu manusia sebagai host, agen penyebab penyakit dan lingkungan (Umar Fahmi Achmadi, 2011).

Teori ini menjelaskan bahwa:

1. Penyakit timbul karena ketidakseimbangan antara agent (penyebab) dan manusia (host).
2. Keadaan keseimbangan bergantung pada sifat alami dan karakteristik agent dan host (baik individu/kelompok).
3. Karakteristik agent dan host akan mengadakan interaksi, dalam interaksi tersebut akan berhubungan langsung pada keadaan alami dari lingkungan (lingkungan fisik, sosial, ekonomi, dan biologis).

Menurut teori ini perubahan salah satu komponen akan mengubah keseimbangan interaksi ketiga komponen yang akhirnya berakibat bertambah atau berkurangnya penyakit. Hubungan antara ketiga komponen tersebut digambarkan seperti tuas pada timbangan. Host dan Agent berada di ujung

masing-masing tuas, sedangkan environment sebagai penumpunya.

Epidemiologi lingkungan dalam catatan sejarahnya diawali dengan kisah Hippocrates (460-377 SM), yang telah berhasil menghapuskan pemikiran filosofis pada zaman itu yang bersifat gaib dalam memahami kejadian dan penyebab penyakit. Hipocrates mengemukakan teori bahwa penyakit terjadi karena adanya kontak dengan jasad hidup yang renik serta berkaitan dengan lingkungan baik eksternal maupun internal individu. Teori itu tertulis dalam karyanya berjudul "On Airs, Waters and Places". Hippocrates mengemukakan bahwa masalah lingkungan dan perilaku hidup penduduk berpengaruh besar terhadap penyebaran penyakit di masyarakat (Achmadi, 2009).

Sekitar awal abad ke-18 muncullah konsep miasma yang diartikan sebagai udara buruk atau polusi. Konsep ini menjadi dasar pemikiran untuk menjelaskan timbulnya wabah penyakit. Miasma dipercaya sebagai uap yang dihasilkan dari sisa-sisa makhluk hidup yang mengalami pembusukan baik itu barang yang membusuk atau pembusukan dari buangan limbah yang tergenang, kemudian menguap dan mengotori udara yang dipercaya berperan dalam penyebaran penyakit. Dan jika seseorang menghirupnya maka akan terjangkit penyakit.

Teori lain yang sama juga dikembangkan oleh William Farr, yang juga menganggap gas-gas busuk dari perut bumi yang menjadi kausa penyakit. Teori ini mempunyai arah cukup spesifik, namun kurang mampu menjawab pertanyaan tentang penyebab berbagai penyakit. Dalam perkembangannya, John Snow melakukan eksperimen ke beberapa rumah tangga di London yang memperoleh air minum dari perusahaan air minum swasta. Air yang disuplai berasal dari bagian hilir Sungai Thames yang paling tercemar. Suatu saat, suatu perusahaan yaitu Lambeth Company mengalihkan sumber air ke bagian hulu Sungai Thames yang kurang tercemar (Baker, 1994). Perusahaan lain yang merupakan pesaing yaitu Southwark Vauxhall Company tidak memindahkan sumber air (tetap di bagian hilir Sungai Thames yang paling tercemar). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa risiko kematian karena

kolera lebih tinggi pada penduduk yang mendapatkan air minum dari Southwark-Vauxhall Company daripada yang memperoleh sumber air minum dari Lambeth Company (Baker, 1994). Penemuan ini menunjukkan bahwa John Snow tidak sependapat dengan William Farr tentang kausa kolera. Contoh pengaruh teori miasma adalah timbulnya penyakit malaria. Malaria berasal dari bahasa Italia mal dan aria yang artinya sisa-sisa pembusukan binatang dan tumbuhan yang ada di rawarawa. Penduduk yang bermukim di dekat rawa sangat rentan untuk terjadinya malaria karena udara yang busuk tersebut. Pada waktu itu dipercaya bahwa bila seseorang menghirup miasma, maka ia akan terjangkit penyakit. Karena penyakit timbul karena sisa-sisa makhluk hidup yang mengalami pembusukan, sehingga meninggalkan pengotoran udara dan lingkungan. Tindakan pencegahan yang banyak dilakukan adalah menutup rumah rapat-rapat terutama di malam hari karena orang percaya udara malam cenderung membawa miasma. Selain itu orang memandang kebersihan lingkungan hidup sebagai salah satu upaya untuk terhindar dari miasma tadi. Walaupun konsep miasma pada masa kini dianggap tidak masuk akal, namun dasardasar sanitasi yang ada telah menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam menurunkan tingkat kematian.

1.2 Perspektif Penyakit Berbasis Lingkungan

Defenisi sehat merupakan sebuah kontinum yang memiliki rentang panjang. Meskipun sehat bukan satu-satunya variabel pembentuk status atau derajat kesehatan tetapi sebuah kelompok masyarakat dikatakan produktif jika mereka sehat. Populasi yang sehat terbentuk dari individu yang produktif, kreatif, memiliki aktualisasi diri, dapat belajar, bekerja dan bersosialisasi.

Dalam perspektif kesehatan masyarakat, derajat atau status sehat tidaknya suatu populasi penduduk digambarkan dengan angka kesakitan atau morbiditas, angka kematian atau mortalitas, rata-rata angka harapan hidup, dan lain sebagainya. Oleh karena itu kejadian penyakit merupakan pokok

permasalahan dalam diskusi derajat kesehatan masyarakat termasuk di dalamnya produktivitas, kesejahteraan dan kualitas kesehatan itu sendiri dalam perspektif individu sebagai anggota komunitas dalam suatu wilayah. Selanjutnya penting untuk memahami kejadian penyakit dalam perspektif komunitas.

Para ahli kesehatan masyarakat pada umumnya sepakat bahwa lingkungan adalah salah satu determinan penentu derajat kesehatan masyarakat. Menurut Hendrik L. Blum, kualitas lingkungan merupakan faktor yang memberikan kontribusi paling besar terhadap pencapaian derajat kesehatan. Meskipun tidak selalu lingkungan menjadi faktor penyebab utama, melainkan juga sebagai penunjang, media transmisi maupun memperberat penyakit yang telah ada. Berbagai kasus kerusakan lingkungan yang terjadi baik dalam lingkup global maupun nasional, jika dicermati, sebenarnya berakar dari pandangan manusia tentang alam dan lingkungannya. Perilaku manusia yang tidak bertanggungjawab terhadap alam itulah yang mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan (Andi Susilawaty, 2021).

Istilah penyakit berbasis lingkungan pertama kali dikemukakan oleh Umar Fachmi Achmadi pada tahun 2015 dalam Rencana Aksi Agenda 21 Bidang Kesehatan di Indonesia. Agenda 21 berawal dari summit meeting para pemimpin dunia sebagai aksi dan reaksi terhadap krisis lingkungan global yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, Brazil pada tahun 1992. Pertemuan ini merekomendasikan penjabaran dokumen Agenda 21 dalam aksi nyata di negara masing-masing. Pada salah satu bab rencana aksi Agenda 21 Indonesia inilah dituliskan bahwa penyakit berbasis lingkungan merujuk pada penyakit yang berakar atau memiliki keterkaitan atau hubungan erat dengan kondisi lingkungan dan kependudukan. Setelah Agenda 21, rencana aksi dikembangkan dan dibahas kembali di Johannesburg, Afrika Selatan pada tahun 2002 dan melahirkan rekomendasi yang terkenal dengan komitmen Milenium Development Goals (MDGs). Dalam MDGs tercermin adanya hubungan yang erat antara kejadian penyakit menular yang bounded dengan kemiskinan, sanitasi dasar dan kondisi

lingkungan secara umum (Achmadi, 2009). Hal ini mengelaborasi secara integral pengertian dan pemahaman bahwa lingkungan dan derajat kesehatan masyarakat bagaikan dua sisi mata uang yang tak bisa terpisahkan. Masyarakat (baca: manusia) mempengaruhi lingkungannya dengan memanfaatkan sumber daya dan lingkungannya untuk mempertahankan diri, sebaliknya manusia juga dipengaruhi oleh lingkungannya.

Ilmu lingkungan pada dasarnya menjelaskan hubungan antara organisme, termasuk manusia, dengan lingkungannya (Susilawaty et al., 2014). Ke depan dibutuhkan pengembangan ilmu pengetahuan yang core knowledgenya mendalami tentang penyebab dan proses timbulnya penyakit yang berakar atau berbasis lingkungan (Umar Fahmi Achmadi, 2011). Hal ini diperlukan untuk menganalisis lebih lanjut kasus penyakit berbasis lingkungan hingga perencanaan program pengendalian yang efektif. Bagaimana menyusun sebuah program pemberdayaan dalam kerangka pengendalian demam berdarah jika tidak memahami variabel yang berperan dalam proses kejadian penyakit DBD? Bagaimana akan memberikan penyuluhan pencegahan Covid 19 jika tidak mengetahui mekanisme penularan virusnya? Bagaimana melaksanakan sebuah manajemen terpadu kesehatan masyarakat jikalau tidak mengetahui variabel apa sajakah yang berperan dalam perjalanan penularan penyakit malaria?

Secara khusus penyakit didefinisikan sebagai kondisi kelainan fungsi dari sebuah sel, organ atau jaringan tubuh seseorang. Sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di sekitar individu dan mempengaruhi satu sama lain dan membentuk sistem yang kompleks. Dalam biologi disebut ekosistem yaitu interaksi makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya. Kondisi yang saling memengaruhi ini membuat lingkungan selalu dinamis dan dapat berubah-ubah (Purnama, 2016). Dan dalam Agenda 21, penyakit berbasis lingkungan secara lengkap didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari proses kejadian atau fenomena penyakit yang terjadi pada sebuah kelompok masyarakat, yang berhubungan, berakar (bounded) atau memiliki keterkaitan erat dengan satu atau

lebih komponen lingkungan pada sebuah ruang sehingga masyarakat tersebut bertempat tinggal atau beraktivitas dalam jangka waktu tertentu. Penyakit tersebut bisa dicegah atau dikendalikan, jika kondisi lingkungan yang berhubungan atau diduga berhubungan dengan penyakit tersebut dihilangkan.

Dalam konsep dasar paradigma kesehatan lingkungan dikemukakan bahwa terjadinya penyakit disebabkan oleh karena adanya interaksi antara agen, pejamu dan lingkungan. Pemahaman ekosistem manusia adalah proses kejadian penyakit atau patogenesis penyakit. Patogenesis penyakit dipelajari oleh bidang kesehatan yang dikenal sebagai kesehatan lingkungan. Komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya penyakit. Ilmu kesehatan lingkungan mempelajari hubungan interaktif antara komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya penyakit dengan berbagai variabel kependudukan seperti perilaku, pendidikan, dan umur. Sumber penyakit adalah titik yang secara konstan melahirkan agent penyakit. Agent penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan). Adapun media transmisi penyakit yaitu udara, air, tanah/pangan, binatang/serangga dan manusia/langsung. Media transmisi tidak akan memiliki potensi penyakit kalau didalamnya tidak mengandung bibit penyakit atau agent penyakit.

Perilaku pemajanan (behavioural exposure) adalah jumlah kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung potensi bahaya penyakit. Agent penyakit dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain, masuk kedalam tubuh melalui satu proses yang kita kenal sebagai proses “hubungan interaktif”. Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk berikut perilakunya yang dapat diukur dalam konsep yang disebut sebagai perilaku pemajanan.

Penyakit merupakan “outcome” hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan. Bisa kelainan bentuk, kelainan

fungsi, kelainan genetik, sebagai hasil interaksi dengan lingkungan, baik lingkungan fisik maupun sosial. Dalam upaya pengendalian penyakit berbasis lingkungan, maka perlu diketahui perjalanan penyakit atau patogenesis penyakit tersebut, sehingga kita dapat melakukan intervensi secara cepat dan tepat.

1.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan sebagai Pendekatan Epidemiologi Lingkungan

Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 Tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) menuangkan definisi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) sebagai suatu pendekatan untuk mencari potensi besarnya risiko. Pada aplikasinya, ARKL dapat digunakan untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak dari kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memperkirakan besarnya risiko dimasa yang akan datang. Analisis risiko menggunakan berbagai macam ilmu seperti science, engineering, probability, dan statistic untuk mengestimasi dan mengevaluasi seberapa besar dan seberapa mungkin risiko tersebut berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Penilaian risiko sebagian besar didasarkan pada hasil informasi objektif yang berasal dari studi ilmiah, seperti bioassay dan studi epidemiologi. Saat ini, penilaian risiko yang banyak digunakan adalah referensi dosis pada hewan uji coba yang digunakan untuk memperediksi paparan pada manusia dalam dosis yang lebih rendah. Analisis risiko dalam pengelolaan limbah berbahaya dapat diaplikasikan untuk pengembangan peraturan untuk pengelolaan limbah, penilaian fasilitas operasi, menetapkan prioritas untuk pembersihan tempat yang bermasalah, menentukan tingkat pembersihan yang sesuai, dan perencanaan fasilitas baru. Pada dasarnya ARKL terdiri dari 4 langkah dasar yaitu (Basri *et al.*, 2007), (Khamidah, 2019):

1.3.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala-gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan dimana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial.

1.3.2 Analisis Dosis Respon (*Dose-Response Assessment*)

Setelah melakukan identifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi dan media lingkungan), maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dosis respons yaitu mencari nilai RfD (konsentrasi dosis), dan/atau RfC (konsentrasi referensi), dan/atau SF (*Slope Factor*) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis-respon ini tidak harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literatur yang tersedia. Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk:

1. Mengetahui jalur pajanan (pathways) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.
2. Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
3. Mengetahui dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) atau slope factor (SF) dari agen risiko tersebut.

Di dalam laporan kajian ARKL ataupun dokumen yang menggunakan ARKL sebagai cara/metode kajian, analisis dosis-respon perlu dibahas dan dicantumkan. Analisis dosis-respon dipelajari dari berbagai toxicological reviews, jurnal ilmiah, atau artikel terkait lainnya yang merupakan hasil dari penelitian eksperimental. Uraian tentang dosis referensi (RfD),

konsentrasi referensi (RfC), dan *slope factor* (SF) adalah sebagai berikut:

- a. Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut RfD dan RfC adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan SF (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- b. Nilai RfD, RfC, dan SF merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- c. Untuk mengetahui RfC, RfD, dan SF suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS).
- d. Jika tidak ada RfD, RfC, dan SF maka nilai dapat diturunkan dari *dosis eksperimental* yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), Baku Mutu Udara Ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (Wb, tE, fE, dan Dt).

Masyarakat merupakan populasi yang kompleks yang terdiri dari sub populasi rentan seperti bayi, wanita hamil, dan orang tua yang membutuhkan perlindungan khusus. Oleh karena itu batas aman pada masyarakat lebih ketat dibandingkan pada pekerja.

1.3.3 Analisis Paparan (*Exposure Assessment*)

Setelah melakukan langkah identifikasi bahaya dan analisis dosis respon, selanjutnya dilakukan analisis paparan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/asupan dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran

konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia.

1.3.4 Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Langkah ARKL yang terakhir adalah karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko. Langkah ini dilakukan untuk menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Analisis risiko dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu paparan, frekuensi paparan, dan durasi paparan tertentu. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan/membagi intake dengan dosis /konsentrasi agen risiko tersebut.

1.3.5 Pengelolaan Risiko

Setelah melakukan keempat langkah ARKL di atas maka telah dapat diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Pengelolaan risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun *unacceptable*. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko. Strategi pengelolaan risiko meliputi penentuan batas aman yaitu:

- a. Konsentrasi agen risiko (C), dan/atau
- b. Jumlah konsumsi (R), dan/atau
- c. Waktu paparan (tE), dan/atau
- d. Frekuensi paparan (fE).

Setelah batas aman ditentukan, selanjutnya perlu dilakukan penapisan alternatif terhadap batas aman yang mana yang akan dijadikan sebagai target atau sasaran pencapaian dalam pengelolaan risiko. Batas aman yang dipilih adalah batas

aman yang lebih rasional dan realistis untuk dicapai. Adapun cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosioekonomis, dan pendekatan institusional. Dalam bidang Kesehatan kerja, Setelah resiko diketahui resiko tidak dapat diterima (non acceptable risk), suatu industri harus menetapkan tindak lanjut perbaikan sampai resiko terendah dengan prinsip hirarki.

Pengendalian risiko merupakan tahapan paling penting sebagai penentu keseluruhan manajemen risiko. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan cara:

1. Eliminasi, yaitu mengurangi risiko dengan menghilangkan sumber bahaya
2. Substitusi, yaitu mengurangi risiko dengan cara mengganti bahan, alat atau cara kerja dengan yang lain sehingga kemungkinan kecelakaan dapat diminimalisasi.
3. Pengendalian engineering, mengurangi risiko dengan melakukan rekayasa teknik pada alat, mesin, infrastruktur, lingkungan dan atau bangunan
4. Pengendalian administratif, mengurangi kontak antara penerima dengan sumber bahaya.
5. Alat Pelindung Diri (APD), mengurangi risiko dengan menggunakan APD seperti masker, sepatu keselamatan, sarung tangan, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. (2009) 'Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah', *Kesmas: National Public Health Journal*, 3(4), p. 147. doi: 10.21109/kesmas.v3i4.217.
- Andi Susilawaty, et all (2021) *Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis.
- Baker, D. (1994) 'WHO_SDE_OEH_99.7_(chapter1-4).pdf', in *Environmental Epidemiology*. WHO.
- Basri, S. et al. (2007) 'Analisis risiko kesehatan lingkungan', *Jurnal Kesehatan*.
- Khamidah, S. (2019) 'Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Dengan Risk Agent Total Suspended Particulate (TSP) Pada Pekerja Sentra Industri Pengasapan Ikan Bandarharjo Kota Semarang', p. 32.
- Masriadi (2016) *Epidemiologi Penyakit Menular, Pengaruh Kualitas Pelayanan... Jurnal EMBA*.
- Purnama, S. G. (2016) 'Buku Ajar Penyakit Berbasis Lingkungan', *Ministry of Health of the Republic of Indonesia*, p. 112.
- Susilawaty, A. et al. (2014) *Dasar-dasar Kesehatan Lingkungan*. Makassar: Alauddin Press.
- Umar Fahmi Achmadi (2011) *Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: Rajawali Pers.

BAB II

SEJARAH EPIDEMIOLOGI

Oleh Sigid Sudaryanto

2.1 Pengantar

Ilmu Kesehatan Lingkungan merupakan salah satu cabang ilmu kesehatan masyarakat, yang memperhatikan terhadap segala macam bentuk kehidupan, bahan-bahan, kekuatan, dan kondisi di sekitar manusia yang bisa mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan. Sedangkan Epidemiologi adalah ilmu yang mempelajari berbagai faktor yang berperan dalam kejadian satu penyakit, bagaimana penyakit itu disebarkan, serta karakteristik satu kejadian timbulnya penyakit tersebut. Sebagian bahkan mengatakan bahwa epidemiologi merupakan ilmu yang mempelajari satu fenomena ataupun hubungan satu dua atau lebih variabel.

Menurut Achmadi dalam (Fahmi, 2014) untuk mempelajari studi Epidemiologi Kesehatan Lingkungan (dan kesehatan kerja), diperlukan dua persyaratan pokok, yaitu sebagai berikut.

1. Memahami konsepsi dan jangkauan pemahaman Ilmu Kesehatan Lingkungan (dan kesehatan kerja). Dengan kata lain, perlu pemahaman dinamika hubungan interaktif lingkungan – manusia, beserta pemahaman indikator dinamika hubungan tersebut.
2. Memiliki kemampuan dasar metode epidemiologi.

Epidemiologi Kesehatan Lingkungan atau Epidemiologi Lingkungan adalah studi atau cabang keilmuan yang mempelajari faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi timbulnya (kejadian suatu penyakit), dengan cara mempelajari dan mengukur dinamika hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya pada suatu waktu dan Kawasan tertentu (Saepudin, 2020).

Pembahasan dalam epidemiologi lingkungan berfokus pada lingkungan yang berpengaruh terhadap terjadinya distribusi dan frekuensi penyakit pada masyarakat, Epidemiologi Lingkungan mengerucut pada satu titik: bekal untuk meneliti tentang pengaruh berbagai agen yang terdapat dalam lingkungan terhadap Kesehatan masyarakat (Soemirat, 2015).

2.2 Sejarah Epidemiologi dan Epidemiologi Lingkungan

2.2.1 Sejarah Epidemiologi

Menurut asal katanya epidemiologi terdiri dari kata Epi = pada; Demos = penduduk / rakyat; logos = ilmu, jadi epidemiologi adalah ilmu yang mempelajari hal-hal yang terjadi pada populasi / penduduk (rakyat). Definisi ini merupakan definisi yang sangat luas serta dapat diterapkan pada keadaan apapun yang terjadi pada penduduk. Umumnya definisi ini mencakup hal yang berkaitan erat dengan studi epidemi. Definisi lainnya menyebutkan epidemiologi sebagai ilmu yang mempelajari penyebaran, perkembangan atau perluasan suatu penularan penyakit di dalam suatu kelompok penduduk atau masyarakat.

Sebagai ahli epidemiologi pertama di dunia Hipocrates pada abad 5 SM mempunyai kontribusi yang sangat besar pada bidang kesehatan. Hippocrates mendapat pengakuan sebagai ahli epidemiologi pertama karena ketiga buku yang ditulisnya yaitu Epidemic I, Epidemic III dan On Airs, Waters and Places. Hippocrates adalah seorang filsuf dan dokter Yunani, yang dikenal sebagai Bapak Kedokteran Modern.

Dalam bukunya "On Airs, Waters and Places" (Tentang Udara, Air, dan Tempat), Hipocrates mengatakan, penyakit terjadi karena kontak dengan jasad hidup dan berhubungan dengan lingkungan eksternal maupun internal seseorang. Kontribusi terbesar dibidang epidemiologi yang diberikan Hippocrates adalah observasi epidemiologi. Selain itu, Hippocrates juga membuat beberapa observasi tentang perilaku manusia dalam populasi. Hippocrates berpendapat bahwa penyakit terjadi karena interaksi antara = host-agent-environment (penjamu-agen-lingkungan). Hal esensial dalam

bidang epidemiologi, menurut Hippocrates yang harus dimasukkan dalam observasi adalah bagaimana suatu penyakit mempengaruhi populasi dan cara penyakit menyebar.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka pengertian dan definisi dari epidemiologi juga berkembang, beberapa ahli epidemiologi antara lain :

1. John Graunt (1662)

Menganalisa laporan mingguan kelahiran dan kematian di London, dalam bukunya "*The Nature and Political Observations Made Upon the Bills of Mortality*". Inilah untuk pertama kalinya pola penyakit penduduk diukur. Ia mencatat besarnya perbedaan kelahiran dan kematian antara laki-laki dan perempuan, besarnya kematian bayi menurut musim, menekankan pentingnya pengumpulan data penyakit secara rutin, yang menjadi dasar bentuk epidemiologi modern. Ia juga sebagai pencipta dua prosedur dasar biostatistik, yaitu estimasi populasi dan konstruksi tabel kehidupan. John Graunt merupakan orang yang pertama melakukan kuantifikasi atas kejadian kematian dan kesakitan

2. Antonio van Leeuwenhoek (1632-1723)

Leeuwenhoek adalah seorang warga negara Belanda, dilahirkan di Delft, 24 Oktober 1632 dan meninggal pada tanggal 24 Agustus 1723. Dia seorang ilmuwan amatir yang menemukan mikroskop, penemu bakteri dan parasit (1674), penemu spermatozoa (1677). Penemuan bakteri telah membuka tabir suatu penyakit yang akan sangat berguna untuk analisis epidemiologi selanjutnya.

3. Robert Koch

Nama Robert Koch tidak asing lagi jika dihubungkan dengan penyakit tuberkulosis pada tahun 1882. Selain itu Koch berperan memperkenalkan tuberkulin pada tahun 1890 yang dianggapnya sebagai suatu cara pengobatan TBC. Konsep tes tuberkulin selanjutnya dikembangkan oleh Von Pirquet di tahun 1906 dan PPD diperkenalkan oleh siebart pada tahun 1931. Dewasa ini tes tuberkulin dipakai untuk mendeteksi adanya riwayat infeksi tuberkulosis sebagai perangkat diagnosis TBC pada anak-anak. Selain itu Koch

juga terkenal dengan Postulat Koch, yang mengemukakan konsep tentang cara menentukan kapan mikroorganisme dapat dianggap sebagai penyebab suatu penyakit.

4. Max van Patternkofer

Orang Jerman ini memberikan kesan tersendiri dalam sejarah epidemiologi khususnya berkaitan dengan upaya mengidentifikasi penyebab suatu penyakit. Untuk membuktikan jalan pikirannya dia tidak segan-segan memakai dirinya sebagai kelinci percobaan. Dan konon beberapa muridnya bersedia juga menuruti caranya. Dia menelan 1,00 cm³ kultur vibrio untuk menentang teori yang sedang berkembang saat itu yang menyatakan vibrio adalah penyebab kolera. Dia ingin membuktikan bahwa vibrio bukanlah penyebab kolera. Dia minum segelas air berisi baksil kolera, dan ternyata memang (kebetulan) dia tidak jatuh sakit. Salah satu kemungkinannya karena dosis yang diminumnya terlalu kecil mengingat dibutuhkan jumlah vibrio yang banyak untuk selamat dari keasaman lambung.

5. John Snow (15 Maret 1813- 16 Juni 1858)

Dalam tulisan Rau and Tadulako (2018) disebutkan John Snow adalah seorang dokter asal Inggris. Ia dianggap sebagai salah satu pendiri epidemiologi modern, sebagian karena jasanya dalam melacak sumber wabah kolera di Soho, London, pada 1854, yang ia tangani dengan menyingkirkan pegangan dari pompa air. Teman-temuan Snow menginspirasi adopsi anaesthesia serta perubahan-perubahan fundamental dalam sistem air dan limbah di London, yang berujung pada perubahan serupa di kota-kota lainnya, dan penunjang signifikan dalam kesehatan masyarakat umum di seluruh dunia.

Hasil dari penemuan John Snow ini mengingatkan bahwa penelitian-penelitian Epidemiologi mampu menunjukkan upaya-upaya penanggulangan penyakit yang tepat. Sampai saat ini, Epidemiologi telah banyak mengalami perkembangan. Perkembangan itu diantaranya yaitu dalam hal perkembangan pengertian. Berbagai batasan dan definisi tentang epidemiologi telah dikemukakan oleh beberapa

pakar epidemiologi modern (Muliani, 2010) dan (Tosepu, 2016) antara lain :

a. Greenwood (1934)

Greenwood menyampaikan bahwa Epidemiologi mempelajari tentang penyakit dan segala macam kejadian penyakit yang mengenai kelompok penduduk. Kelebihan teori ini adalah adanya penekanan pada kelompok penduduk yang mengarah penyebaran penyakit

b. Morris (1964)

Epidemiologi adalah cabang ilmu pengetahuan yang mengkaji tentang sehat dan sakit dari kelompok masyarakat, Morris lebih menitik beratkan tentang pengetahuan penduduk berkaitan dengan sehat dan sakit.

c. Brian Mac Mahon (1970)

Epidemiologi adalah studi tentang penyebaran dan penyebab kejadian penyakit pada manusia dan mengapa terjadi distribusi semacam itu. Mac Mahon menekankan pada bahwa epidemiologi nampak pada pendekatan metodologik dalam menentukan penyebaran penyakit dan mencari determinan penyebab

d. Abdel R Omran (1974)

Epidemiologi sebagai suatu ilmu mengenai terjadinya dan distribusi keadaan kesehatan, penyakit dan perubahan pada penduduk, begitu juga determinannya serta akibat yang terjadi pada kelompok penduduk

e. Last (1988)

Epidemiologi adalah studi dari distribusi dan faktor determinan dari keadaan atau peristiwa yang berhubungan dengan kesehatan pada populasi penduduk yang spesifik, serta aplikasinya untuk mengendalikan masalah kesehatan.

Dari beberapa batasan atau definisi yang telah disebutkan diatas, definisi yang paling cocok dan masih digunakan hingga saat ini adalah definisi dari Last yang juga digunakan oleh WHO.

2.2.1 Sejarah Epidemiologi Lingkungan

Sejarah Epidemiologi Lingkungan sebenarnya telah dimulai oleh John Snow yang menyatakan bahwa yang sangat kuat pengaruhnya pada perkembangan epidemiologi Lingkungan.

Selanjutnya beberapa ahli yang mempunyai perhatian pada perkembangan epidemiologi lingkungan antara lain :

a. Carson (1962)

Bidang Epidemiologi Lingkungan merupakan disiplin ilmu yang relative baru, sejak tahun 1962 di Amerika telah dikenal dengan peristiwa Silent Spring (musim bunga yang sepi,) Carson, mengajak semua orang untuk melakukan perubahan untuk melakukan penyelamatan terhadap bumi, meningkatkan kesadaran para ahli masyarakat tentang kuatnya hubungan antara bahan – bahan yang berbahaya (toxic) di lingkungan dengan Kesehatan masyarakat. Paparan bahan bahan berbahaya di lingkungan air, tanah dan udara dapat membahayakan bagi Kesehatan masyarakat (Anam, 2021).

b. World Health Organization (WHO, 1989)

Epidemiologi Kesehatan Lingkungan merupakan ilmu yang menganalisis dan mengukur efek – efek Kesehatan dari factor-faktor lingkungan dan menilai keefektifan strategi pengawasan. Pengertian Epidemiologi Lingkungan lainnya adalah ilmu dan seni yang mempelajari dan menilai kejadian penyakit atau gangguan Kesehatan dari potensi bahaya faktor penyebab (bahan, kondisi, dan kekuatan suatu peristiwa) akibat perubahan keseimbangan lingkungan (Tosepu, 2016).

c. Mukono (2002)

Epidemiologi lingkungan adalah cabang ilmu yang mengkaji temuan epidemiologi dari sebaran kelainan dari sekumpulan orang (populasi) yang mendapatkan paparan polutan dari sumber bukan lingkungan kerja dan dampak yang ditimbulkanmenyangkut kelompok masyarakat yang lebih luas (Mukono, 2002).

d. Achmadi (1991)

Environmental Epidemiology “adalah studi atau cabang keilmuan yang mempelajari faktor-faktor lingkungan yang

mempengaruhi timbulnya kejadian suatu penyakit, dengan cara mempelajari dan mengukur dinamika hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya pada suatu waktu dan kawasan tertentu, untuk upaya promotif lainnya (Fahmi, 2014).

e. *National Research Council, USA (1991)*

Environmental Epidemiology “Ilmu yang mempelajari efek dari faktor fisika, biologi dan kimia di lingkungan eksternal terhadap kesehatan manusia, dalam artian luas. Dengan menguji secara spesifik populasi atau komunitas terpapar dengan lingkungan ambien berbeda, adalah upaya untuk mempertegas hubungan antara faktor fisika, kimia dan biologi dengan kesehatan manusia” (Gusti, 2013).

f. *Cordis (1994)*

“Environmental Epidemiology may be defined as the study of environmental that influence the distribution and determinants of diseases in human population” (Thesia, 2014).

g. *Sonny Budiono*

Epidemiologi kesehatan Lingkungan adalah Pendekatan Untuk menggambarkan potensi besarnyadampak dan keterkaitan (asosiasi) antara parameter lingkungan dengan masyarakat yang terpajan, ADKL (Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan): Pendekatan yang menggambarkan kondisi pengukuran pada sumber, emisi/ambien, masyarakat terpajan (biomarker), dan dampak interaksi (prevalensi dan insidensi penyakit, kejadian keracunan, dan kecelakaan).

h. *Ririh Yudhastuti*

Epidemiologi Lingkungan mempelajari faktor-faktor risiko lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan populasi yg terpajanFaktor-faktor tsb bisa alamiah atau karena hasil kegiatan makhluk hidupFaktor-faktor risiko tsb bisa bersifat kimia, fisik, dan biologisSumber pajanan bisa melalui berbagai wahana: air, udara, tanah, makanan, dan ruang bagi gelombang elektromagnet (Yudhastuti, 2015).

Tujuan Epidemiologi Lingkungan mencari tahu penambahan risiko (riil atau potensial) pencemar lingkungan terhadap

populasi terpajan dengan maksud untuk melakukan identifikasi, minimalisasi, dan memutuskan mata rantai penularan dari sumber-sumber pencemarnya (Yudhastuti, 2015).

2.3 Manfaat Epidemiologi Lingkungan

Manfaat mempelajari epidemiologi lingkungan adalah memahami bagaimana masalah Kesehatan manusia itu berasal dari factor lingkungan, evaluasi yang akurat dan konprehensif tentang factor factor lingkungan tersebut membutuhkan system bahwa problem Kesehatan tertentu berhubungan dengan pajanan lingkungan yang sangat kompleks (Keman, 2013).

Pada waktu sekarang dalam kondisi Pencemaran lingkungan yang cenderung meningkat, peranan epidemiologi lingkungan sangat strategis karena dapat mengidentifikasikan sejumlah masyarakat yang mempunyai potensi terkena dampak pencemaran lingkungan (air, udara dan tanah) baik oleh polutan fisik, kimia, biologis dan radiasi yang perlu dilindungi oleh peraturan perundang-undangan (Mukono, 2002).

2.4 Komponen Epidemiologi Lingkungan

Secara umum komponen epidemiologi adalah Pejamu (Host), Lingkungan (Environmental) dan penyebab Penyakit (agent) (Muliani, 2010).

1. Agent

Menurut Bustan (2008) agent adalah organisme hidup atau kuman infektif yang dapat menimbulkan suatu penyakit tertentu. Hal hal lain yang dapat menyebabkan penyakit adalah bahan kimia, factor fisik seperti radiasi dan factor biologis lainnya.

2. Host

Pejamu adalah manusia atau makhluk hidup lain yang menjadi tempat tarjadinya proses alamiah perkembangan penyakit, determinan yang termasuk factor pejamu adalah umur, jenis kelamin, etnis, keadaan fisiologi tubuh, imunitas, perilaku dan Riwayat penyakit sebelumnya.

3. Environment

Lingkungan adalah semua factor di luar individu yang dapat berupa lingkungan fisik, biologi social ekonomi. Beberapa factor lingkungan adalah

- a. Lingkungan fisik missal air, tanah, tanah dan udara
- b. Lingkungan Biologis, seperti orang tinggal di permukiman padat penduduk dan slum area,
- c. Lingkungan Sosial lingkungan kerja.
- d. Status Sosial ekonomi.

2.5 Simpul-Simpul dalam Epidemiologi Lingkungan

Ahli Epidemiologi Indonesia Achmadi (1991) menyampaikan teori bahwa dalam Epdemiologi Lingkungan dikenal ada 4 (empat) simpul sebagai berikut :

1. **Simpul pertama (A)** adalah Studi komponen lingkungan pada sumbernya atau lazim dikenal sebagai Emisi (Emission inventory). Gunanya untuk menentukan sejauh mana potensi bahaya komponen.
2. **kedua (B)** adalah Pengukuran komponen pada “ambient” atau lingkungan. Umumnya komponen lingkungan berada dalam media/wahana lingkungan, misalnya Studi dengan melakukan monitoring tingkat pencemaran air, residu pestisida dalam makanan, kadar tetrasiklin dalam jeruk dan lain-lain.
3. **Simpul ketiga (C)** adalah studi epidemiologi yang sering kita lakukan. Studi pada simpul ini mempelajari hal-hal setelah agents penyakit mengadakan interaksi dengan sekelompok penduduk atau dengan kata lain, setelah komponen lingkungan masuk ke dalam tubuh, di mana dalam dosis cukup telah timbul keracunan.
4. **Simpul keempat (D)** adalah studi gejala penyakit, atau bila komponen lingkungan telah menimbulkan dampak. Tahap ini ditandai dengan pengukuran gejala sakit, baik secara klinis atau subklinis. Angka prevalensi, insidensi dan mortality merupakan ukuran-ukuran studi epidemiologi simpul D. Namun, umumnya studi dengan menggunakan simpul indikator D ini, dewasa ini masih memiliki kelemahan bila

terpaksa harus mengambil data sekunder, misalnya di Puskesmas. Hal ini karena sistem pencatatan dan pelaporan yang masih kurang sempurna. Sehingga umumnya dilakukan dengan mengambil data primer. Contoh: pengumpulan prevalensi atau insidensi penyakit saluran nafas di sekitar pabrik

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, S. A. S.; S. (2021) *Filsafat Lingkungan*. Academia Publication.
- Fahmi, U.; R. A. W. (2014) *Paradigma Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. 2nd edn. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Gusti, A. (2013) *Epidemiologi Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, www.slideshare.net. Available at: <https://www.slideshare.net/ichsansudjarno/epid-kesehatan-lingkungan>.
- Keman, S. (2013) *Penelitian Epidemiologi Lingkungan: Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat*. Surabaya Jawa Timur: Airlangga University Press.
- Mukono, H. J. (2002) *Epidemiologi Lingkungan (Environmental Epidemiology)*. Surabaya Jawa Timur: Airlangga University Press.
- Muliani, L. M.; R. (2010) *Epidemiologi Lingkungan Pendekatan Penelitian*. Graha Ilmu.
- Rau, M. J. and Tadulako, U. (2018) 'Sejarah Perkembangan Ilmu Epidemiologi', (September). Available at: https://www.researchgate.net/publication/327860447_Sejjarah_Perkembangan_Ilmu_Epidemiologi.
- Saepudin, M. (2020) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. 1st edn. DI Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Soemirat, J. (2015) *Epidemiologi Lingkungan*. 3rd edn. DI Yogyakarta: UGM Press.
- Thesia, T. A. N. (2014) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*, www.slideshare.net. Available at: <https://www.slideshare.net/thesianatan/epidemiologi-kesehatanlingkungan1>.
- Tosepu, R. (2016) *Epidemiologi Lingkungan Teori dan Aplikasi*. 1st edn. Surabaya Jawa Timur: Bumi Medika.
- Yudhastuti, R. (2015) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*, www.slideplayer.info/slide. Available at: <https://slideplayer.info/slide/3108381/>.

BAB III

AGENT

Oleh Darwel

3.1 Pendahuluan

Agan adalah suatu unsur, organisme hidup, atau kuman infeksi yang dapat menyebabkan terjadinya suatu penyakit seperti : unsur biologis, kimia, fisika, faktor nutrisi, keturunan dan faktor gaya hidup. Agent merupakan faktor esensial yang harus ada pada proses terjadinya suatu penyakit (Soemirat, 2000).

3.2 Jenis Agent Penyakit

3.2.1 Agent Unsur Biologis

Yang termasuk kedalam agent unsur biologis adalah bakteri, virus, fungi, rickettsia, metazoa dan protozoa. Agent merupakan penyebab penyakit yang berbeda-beda untuk setiap penyakit. (Noor, 2006). Secara lebih jelas bias dilihat pada tabel dibawah ini :

a. Bakteri

Bakteri merupakan salah satu agent yang banyak menjadi penyebab penyakit infeksi. Bakteri merupakan mikroorganisme bersel satu, tidak berklorofil dan berkembang biak dengan pembelahan sel. Bakteri bisa dilihat dengan mikroskop biasa dengan pembesaran 1000 kali dengan ukuran berkisar antara 0,5-10 mikron. Sel bakteri ada yang berbentuk bulat (coccus), batang (basillus), spiral (spirillum) dan ada yang berbentuk modifikasi dari ketiga bentuk tersebut. Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh faktor :

1. Medium/ nutrient

Kebutuhan nutrisi tiap golongan/ jenis berbeda tergantung sifat fisiologiknya.

2. Temperatur

Temperatur akan mempengaruhi kegiatan fisiologik bakteri.

Daya tahan bakteri tidak sama oleh karena itu bakteri dikategorikan atas 3 yaitu :

- a) Bakteri termofil (*polithermik*)
Temperatur optimum : 55°C - 65°C
- b) Bakteri mesofil (*mesothermik*)
Temperatur optimum : 25°C - 40°C
- c) Bakteri psikrofil (*oligothermik*)
Temperatur optimum : 10°C - 20°C

Pada tabel dibawah dijelaskan beberapa jenis agent bakteri dan penyakit yang ditimbulkannya :

Tabel 1. Jenis bakteri dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Bakteri	<i>Escherichia coli</i>	Diare
	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Difteri
	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Trakoma
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Pneumonia
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Faringitis
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TB Paru
	<i>Bordetella pertussis</i>	Batuk rejan
	<i>Vibrio cholerae</i>	Kolera
	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Gonorea
	<i>Salmonella typhi</i>	Typus abdominalis
	<i>Yersinia pestis</i>	Pes
	<i>Legionella pneumophila</i>	Legionelosis
	<i>Treponema pallidum</i>	Sifilis
	<i>Clostridium botulinum</i>	Botulus
	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
	<i>Shigella sonnei</i>	Disentri
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Infeksi kulit
	<i>Neisseria meningitidis</i>	Meningitis

b. Virus

Virus adalah parasit atau makhluk hidup yang kehidupannya bergantung pada makhluk hidup lain, berukuran mikroskopik (tidak dapat dilihat oleh mata) yang menginfeksi sel organisme biologis (Irianto, 2013).

Sel-sel tubuh manusia, dapat terganggu perkembangan dan fungsinya oleh adanya infeksi virus. Bermacam-macam virus dapat menimbulkan berbagai penyakit pada tubuh manusia yang tidak diinginkan. Jika tubuh kita dalam kondisi menurun (lemah) maka kita dapat dengan mudah terserang penyakit atau virus. Pada tabel dibawah terlihat jenis virus yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia yaitu (Mandal dkk, 2006):

Tabel 2. Jenis virus dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Virus	<i>Novel coronavirus</i>	Covid-19
	<i>Virus influenza</i>	Influenza
	<i>Virus dengue</i>	DHF
	<i>Virus antraks</i>	Penyakit antraks
	<i>Varicella zoster</i>	Cacar air
	<i>Virus ebola</i>	Demam ebola
	<i>Rotavirus</i>	Diare infantil
	<i>Virus hepatitis</i>	Hepatitis
	<i>HIV</i>	AIDS
	<i>Virus rabies</i>	Rabies
	<i>Virus Herpes</i>	Herpes simplex
	<i>Virus polio</i>	Poliomielitis
	<i>Arenavirus</i>	Lassa Fever
	<i>Coronavirus</i>	SARS-Cov
	<i>Paramyxovirus A</i>	Campak
	<i>Rubella virus</i>	Campak Jerman
	<i>Arbovirus</i>	Demam kuning
	<i>Avian influenza H5N1</i>	Flu Burung
	<i>Rhinovirus</i>	Demam, batuk pilek

c. Fungi

Organisme ini tidak berklorofil dan mempunyai dinding sel yang kaku. Beberapa bersel satu yang lain multiselular dan menunjukkan sedikit perbedaan pada bagian-bagian strukturalnya. Ukuran dan bentuknya berkisar dari khamir yang mikroskopik dan multiselular (kapang). Fungi memperbanyak diri secara seksual maupun aseksual (Irianto, 2013). Berbagai jenis fungi bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Jenis fungi dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Fungi	<i>Candida albicans</i>	Kandidiasis
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Aspergilosis
	<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmosis
	<i>Cryptococcus neoformans</i>	Kriptokokosis
	<i>Coccidioides immitis</i>	Kokidioidomikosis
	<i>Aspergillus paranasal</i>	Infeksi telinga
	<i>Pneumocystis jiroveci</i>	Defisiensi Imun

d. Metazoa

Metazoa adalah binatang bersel banyak dalam jaringan dan sel-sel khusus. Sebagian besar Metazoa bereproduksi secara seksual. Pada tabel berikut di jelaskan jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan :

Tabel 4. Jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Metazoa	<i>Taenia saginata</i>	Taeniasis
	<i>Taenia solium</i>	Taeniasis
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis
	<i>Anslyostoma duodenale</i>	Ancylostomiasis
	<i>Schistosoma japonicum</i>	Schistosomiasis
	<i>Schistosoma mansoni</i>	Schistosomiasis

e. Protozoa

Protozoa merupakan Protista eukariotik uniseluler tanpa klorofil dan dinding sel. Protozoa bergerak menggunakan pseudopodia (kaki semu) atau silia (rambut getar) dan flagella (bulu cambuk) dan umumnya berkembang biak dengan cara membelah diri. Protozoa termasuk katagori organisme heterotrof yang mempunyai bentuk yang beragam, ada yang berbentuk lonjong atau membola dan memanjang dan hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop. Dibawah terdapat beberapa jenis protozoa yang menyebabkan penyakit pada manusia :

Tabel 5. Jenis protozoa dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Protozoa	<i>Plasmodium vivax</i>	Malaria
	<i>Plasmodium falcifarum</i>	Malaria
	<i>Plasmodium malariae</i>	Malaria
	<i>Plasmodium ovale</i>	Malaria
	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Tripanosomiasis
	<i>Trypanosoma brucei</i>	Tripanosomiasis
	<i>Leishmania tropica</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania donovani</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania major</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania aethiopica</i>	Leishmaniasis
	<i>Toxoplasma gondii</i>	Toksoplasmosis

f. Rickettsia

Rickettsia mempunyai sifat parasite obligat intraseluler, berukuran kecil (0,3-0,5 x 0,8-2,0 μm), mengalami pembelahan ganda dalam sel pejamu. Rickettsia ditularkan oleh vektor arthropoda (tungau, pinjal, caplak dan kutu). Beberapa contoh rickettsia bias dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 6. Jenis Rickettsia dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Rickettsia	<i>Rickettsia prowazeki</i> <i>Rickettsia typhi</i> <i>Rickettsia tsutsugamushi</i> <i>Rickettsia conori</i> <i>Rickettsia akari</i> <i>C. burnetii</i>	Tifus disebarkan kutu Tifus murin Scrub typhus Tick typhus Rickettsial pox Demam Q

3.2.2 Agent Unsur Kimia

Zat kimia merupakan salah satu faktor yang bisa menyebabkan timbulnya suatu penyakit. Kebanyakan zat kimia tersebar di lingkungan menjadi zat pencemar lingkungan.

Tabel 7. Agent kimia dan penyebab penyakit dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesifik Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Senyawa Kimia toksik	Polychlorinated biphenyl (PCB) Bisphenol-A (BPA)	Efek Karsinogenik peningkatan risiko penyakit jantung, kanker, kelainan organ hati
Pestisida	Karbamat Organoklorin Organofosfat	Pusing, kejang kejang, pingsan atau penurunan kesadaran, kematian, gangguan reproduksi, gangguan kehamilan dan perkembangan janin, meningkatkan risiko Parkinson, efek karsinogenik
Jenis Agent	Spesifik Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Logam	Mercuri (Hg)	Abortus spontan,

berat	Kadmium (Cd)	gangguan menstruasi, buta dan tuli, adanya keterbelakangan mental, dan terjadinya kerusakan otak. Gangguan jangka panjang terhadap sekresi dalam darah, ginjal, hepar, organ reproduksi.
	Timbal (Pb)	Lahir mati, abortus spontan, perkembangan terhambat, dan kerusakan otak. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah.
	Seng (Zn)	Gangguan mulai dari sintesis haemoglobin darah, gangguan pada ginjal, sistem reproduksi, penyakit akut atau kronik sistem syaraf serta gangguan fungsi paru-paru.
	Tembaga (Cu)	Efek toksis Fe berupa kerusakan-kerusakan jaringan yang disebut dengan hemokromatosis.
	Besi (Fe)	

3.2.3 Agent Unsur Fisika

Gangguan fungsi atau kelainan morfologi organ atau jaringan tubuh manusia seringkali berubah akibat keterpaparan (*exposed*) manusia terhadap agent fisik. Termasuk dalam kelompok ini adalah sinar ultraviolet, sinar infra merah, kebisingan, radiasi suhu panas, radiasi elektromagnetik, energy

lain yang menumpang pada sebuah komponen lingkungan (Achmadi, 2011).

Berbagai agent fisik ini dipancarkan dari sumebrnya melalui sebuah pancaran atau radiasi atau dirambatkan melalui komponen lingkunganmisalnya benda padat, benda cair atau udara. Suhu panas dapat diapncarkan melalui media udara, namun dapat pula dirambatkan melalui media, demikian pula kebisingan, radiasi elektro magnetic (Anies, 2009).

Tabel 8. Agent fisik dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Kebisingan	Gangguan pendengaran sampai menyebabkan ketulian
Getaran/ vibrasi	Rasa nyeri otot, nyeri tulang, gangguan sirkulasi organ tubuh, Hand-arm Vibration syndrome (HAVS)
Cahaya	Gangguan penglihatan, gangguan organ mata, kelelahan mata
Temperatur	Heat Cramps, heat syncope, heat exhaustion, dan heat stroke, dehidrasi
Kelembaban	Meningkatkan risiko gangguan saluran pernafasan
Radiasi pengion	Kelainan genetik
Radiasi non-pengion	Meningkatkan risiko kanker

3.2.4 Agent Faktor Nutrisi

Nutrisi merupakan hal yang penting bagi tubuh manusia namun saat ini faktor nutrisi juga bisa menjadi agent untuk terjadinya penyakit tidak menular apabila dikonsumsi secara berlebihan.

Tabel 9. Agent Nutrisi dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Karbohidrat	Diabetes, meningkatkan risiko demineralisasi gigi, memengaruhi metabolisme glukosa dan insulin
Protein	memengaruhi proses metabolisme dan memperberat kerja ginjal, meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular dan stroke
Lemak	meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular dan stroke
Kalsium	membuat tulang keropos dan meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis
Vitamin	Keracunan, iritasi, kemerahan, kerusakan hati, meningkatkan risiko kanker prostat

3.2.5 Agent Faktor Gaya Hidup

Kebiasaan sehari-hari juga bisa menimbulkan risiko terjadinya suatu penyakit seperti kebiasaan mengkonsumsi makanan siap saji yang beresiko untuk timbulnya penyakit-penyakit tidak menular, tekanan psikososial/ masalah kejiwaan yang bisa memicu timbulnya penyakit jasmaniah seperti sakit lambung dan penyakit gangguan jiwa itu sendiri.

3.2.5 Agent Faktor Keturunan

Faktor keturunan seperti buta warna, hemofili, mongolisme, diabetes, thalassemia, kebotakan (alopecia), penyakit ini diturunkan ke generasi berikutnya karena adanya gen yang tidak normal (Soemirat, 2000).

3.3 Karakteristik Agent Penyakit

Beberapa karakteristik tentang agen penyakit (Darwel, 2018) :

- a. Infektivitas: kesanggupan dari organisme untuk beradaptasi sendiri terhadap lingkungan dari pejamu untuk mampu tinggal dan berkembang biak dalam jaringan pejamu
- b. Patogenesitas: kesanggupan organisme untuk menimbulkan suatu reaksi klinik khusus yang patologis setelah terjadinya infeksi pada pejamu yang diserang
- c. Virulensi : kesanggupan organisme tertentu untuk menghasilkan reaksi patologis yang berat yang selanjutnya mungkin menyebabkan kematian
- d. Toksisitas: kesanggupan organisme untuk memproduksi reaksi kimia yang toksis dari substansi kimia yang dibuatnya
- e. Invasitas: kemampuan organisme untuk melakukan penetrasi dan menyebar setelah memasuki jaringan
- f. Antigenisitas: kesanggupan organisme untuk merangsang reaksi imunologis dari pejamu

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Umar Fahmi (2011) Dasar-dasar Penyakit Berbasis Wilayah
- Darwel (2018) Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi
- Irianto, Koes (2013) Mikrobiologi Medis.
- Noor, Nur Nasry (2006) Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular
- Soemirat, Juli (2000) Epidemiologi Lingkungan
- Mandal, B K; Wilkins, E G L, Dunbar, E M; White Mayon R T (2002) Penyakit Infeksi

BAB IV

HOST/ PEJAMU

Oleh Salsabila Syafni Aulia

4.1 Pendahuluan

Lingkungan merupakan salah satu media penular penyakit yang dapat mempengaruhi kondisi kesehatan seseorang. Lingkungan dapat menjadi sumber maupun agen dalam mentransmisikan penyakit. Lingkungan dikatakan sehat apabila sesuai dengan standar yang diatur dan ditetapkan oleh menteri kesehatan. Sehingga lingkungan dapat berperan penting dalam mengendalikan angka kesehatan maupun angka kesakitan. Angka kesakitan dapat ditimbulkan karena banyaknya penyakit. Yang mana penyakit menurut para ahli dikutip dari Irwan yaitu merupakan suatu keadaan dimana proses kehidupan tidak teratur atau terganggu (Van Dale's Woordenboek der Nederlands Tel), sedangkan menurut Gold Medical Dictionary penyakit adalah kegagalan dari mekanisme adaptasi suatu organisme untuk bereaksi secara tepat terhadap rangsangan atau tekanan sehingga gangguan pada fungsi/ struktur dari organisasi atau sistem dari tubuh. Pun juga menurut Arrest Hofte Amsterdam penyakit bukan hanya berupa kelainan yang dapat dilihat dari luar saja, akan tetapi juga suatu keadaan terganggu dari keteraturan fungsi-fungsi dalam dari tubuh (Irwan, 2017).

Terjadinya penyakit ini merupakan salah satu proses interaksi antara agen penyakit, manusia (host), dan lingkungan sekitarnya. Yang mana proses interaksi ini dipelajari dalam ilmu epidemiologi lingkungan. Epidemiologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang frekuensi dan distribusi atau penyebaran serta determinan masalah kesehatan pada sekelompok orang atau masyarakat serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Terdapat segitiga epidemiologi yang merupakan salah satu konsep dasar dalam epidemiologi. Segitiga epidemiologi atau yang dikenal dengan trias epidemiologi ini

merupakan suatu konsep dasar yang menggambarkan hubungan antara tiga faktor utama, yang mana tiga faktor utama ini memiliki peran dalam proses terjadinya penyakit atau masalah kesehatan. Adapun tiga faktor utama tersebut yaitu host, agen, dan lingkungan (environment).

Host berbicara terkait tuan rumah atau pejamu yang dipengaruhi oleh usia, ras, genetik, gaya hidup, imunitas dan sebagainya. Sedangkan agent berbicara terkait penyebab suatu penyakit. Faktor penyebab dari suatu penyakit dapat berupa kelebihan atau kekurangan unsur hidup atau unsur mati. Agen atau penyebab penyakit dapat berasal dari penyebab biologis seperti bakteri, virus, protozoa, jamur, dsb. Agent penyebab fisik seperti radiasi, tekanan, panas dan sebagainya. Sedangkan agent penyebab kimia dapat berupa limbah industri, obat-obatan ataupun food additive pada makanan, dan masih banyak agent penyebab lainnya. Kemudian, environment merupakan lingkungan yang dapat mempengaruhinya. Adapun lingkungan ini dapat berupa lingkungan fisik, lingkungan biologi, lingkungan ekonomi maupun lingkungan sosial, dan sebagainya.

Ketidakseimbangan dari ketiga faktor utama ini dapat menimbulkan terjadinya penyakit. Karena proses terjadinya penyakit merupakan interaksi antara agen penyakit, manusia (host), dan lingkungan sekitarnya (Darmawan, 2016). Apabila ketiga faktor utama ini tidak seimbang, maka akan timbul penyakit. Karena proses terjadinya penyakit merupakan Agent, host dan environment saling berhubungan untuk menghasilkan penyakit dengan cara yang rumit. Karena penyakit yang berbeda membutuhkan sarana dan interaksi dari tiga komponen yang berbeda.

4.2 Host/Pejamu

Host merupakan sesuatu yang mengacu pada manusia yang bisa mendapatkan penyakit. Host adalah manusia atau makhluk hidup lainnya. Host dipengaruhi oleh berbagai macam faktor resiko atau faktor instrinsik (dalam) tuan rumah yang dapat mempengaruhi individu ekposur, kerentanan atau respon terhadap agen. Faktor host yang berkaitan dengan terjadinya

penyakit menular berupa umur, jenis kelamin, ras, etnik, anatomi tubuh, dan status gizi. Faktor manusia sangat kompleks dalam proses terjadinya penyakit dan tergantung pada karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing individu.

Adapun faktor resiko pejamu (host) dengan karakteristik tersebut antara lain sebagai berikut (Irwan, 2017):

a. Umur

Umur menjadi salah satu faktor risiko pada host atau manusia. Karena umur dapat menyebabkan adanya perbedaan penyakit yang diderita. Hal ini dapat dilihat dari umur yang mempengaruhi kesehatan manusia. Ini dapat digambarkan dengan adanya penyakit campak yang biasanya pada anak-anak, sedangkan penyakit kanker pada usia pertengahan dan penyakit aterosklerosis pada usia lanjut. Jadi, umur menjadi salah satu faktor risiko pejamu yang akan mempengaruhi terjadinya atau terbentuknya penyakit.

b. Jenis Kelamin

Salah satu faktor risiko pejamu yaitu jenis kelamin. Biasanya frekuensi penyakit pada jenis kelamin laki-laki lebih tinggi dibandingkan pada jenis kelamin wanita. Namun, juga ada penyakit tertentu seperti penyakit pada kehamilan serta persalinan hanya terjadi pada wanita sebagaimana halnya penyakit hipertrofi prostat hanya dijumpai pada laki-laki. Jadi jenis kelamin juga berperan dalam faktor resiko pejamu (host).

c. Genetik

Genetik juga menjadi salah satu faktor resiko pejamu yang mana ada beberapa penyakit tertentu yang diturunkan secara genetic atau hereditas, contohnya seperti penyakit buta warna, hemophilia, dan sebagainya.

d. Ras

Pada faktor resiko pejamu berupa ras yang akan mempengaruhi penyakit tergantung pada tradisi, adat istiadat dan juga perkembangan kebudayaan. Karena ada beberapa penyakit yang hanya ditemui pada ras tertentu yang tidak ditemukan pada ras lainnya.

e. Pekerjaan

Pekerjaan manusia juga berkaitan erat dengan faktor resiko terjadinya penyakit. Karena status pekerjaan dapat mempengaruhi kesehatan seseorang. Hal ini dikarenakan status pekerjaan juga berhubungan erat dengan penyakit yang dapat ditimbulkan atau disebabkan oleh pekerjaan atau yang dikenal dengan penyakit akibat kerja. Contohnya pekerja yang bekerja dipabrik yang menggunakan bahan baku silica maka akan rentan terkena penyakit silicosis, begitupun dengan pekerja yang bekerja dipabrik yang banyak menggunakan bahan kimia maka pekerja akan rentan untuk mengalami keracunan. Pun juga dengan pekerja yang bekerja kasar atau buruh atau pekerja bangunan, apabila tidak menggunakan alat pelindung diri yang lengkap maka bisa berisiko mengalami kecelakaan kerja.

f. Status Nutrisi

Host juga dipengaruhi oleh status gizi yang dimilikinya, apabila seseorang tidak terpenuhi status nutrisinya atau tidak tercukupinya status gizinya maka ia akan rentan atau mudah menderita penyakit. Selain itu juga dapat menderita penyakit infeksi yang dipengaruhi oleh gizi seperti penyakit tuberculosi atau kelainan gizi seperti menderita penyakit obesitas, dan sebagainya.

g. Pendidikan

Faktor pendidikan host atau manusia juga dapat mempengaruhi faktor kesehatan seseorang. Apabila pendidikan manusia tersebut tinggi atau dapat dikatakan memiliki ilmu pengetahuan terkait kesehatan maka ia dapat menghindari faktor faktor yang membuat dirinya rentan terkena penyakit. Sedangkan apabila manusia tidak memiliki ilmu pengetahuan karena memiliki pendidikan yang rendah, maka ia akan lebih berisiko dibandingkan yang memiliki pendidikan dengan catatan melakukannya/ mengaplikasikannya.

h. Status Kekebalan

Reaksi tubuh terhadap penyakit juga tergantung pada status kekebalan yang dimiliki sebelumnya seperti kekebalan terhadap penyakit virus yang tahan lama dan seumur hidup. Hal ini dikarenakan status kekebalan dapat mampu memperkecil risiko

terjadinya atau terkenanya penyakit pada pejamu. Apabila status kekebalannya baik maka ia akan dapat membentengi diri dari penyakit. Contoh penyakit yang bergantung pada status kekebalan yaitu penyakit campak.

i. Gaya hidup/Perilaku

Salah satu fakto resiko yang berpengaruh besar terhadap terjadinya penyakit yaitu gaya hidup/*lifestyle* nya pejamu/manusia, atau perilaku dari manusia itu sendiri. Gaya hidup yang tidak baik seperti menggunakan narkoba, merokok, dan kebiasaan minum alkohol, maka manusia tersebut akan rentan terkena atau mengalami gangguan kesehatan. Sedangkan apabila pejamu nya menjaga perilaku atau gaya hidup yang sehat maka ia akan lebih kuat untuk tidak terkena penyakit. Gaya hidup sehat ini dapat dilihat dari kebiasaan dan perilaku manusia seperti menjaga kebersihan diri, rajin berolahraga, dan sebagainya.

j. Adat-istiadat

Salah satu faktor resiko yang dapat mempengaruhi kesehatan pada pejamu atau host yaitu adat istiadat yang dianut oleh manusia. Karena beberapa adat istiadat memiliki kebiasaan yang dapat menimbulkan penyakit contohnya kebiasaan makan ikan mentah yang mana dapat menyebabkan penyakit cacing hati.

k. Psikis

Faktor psikis pada manusia juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan. Karena faktor kejiwaan dapat mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya penyakit. Seseorang yang memiliki emosional yang tidak terkontrol dan juga pikiran yang stress maka dapat mempengaruhi kesehatannya. Contohnya penyakit hipertensi yang dikarenakan suka emosional, dan insomnia yang juga dapat disebabkan karena banyak pikiran dan sebagainya.

Manusia memiliki peran dalam terjadinya penyakit. Manusia yang berperan sebagai host atau pejamu dapat mengendalikan penyakit yang menyerangnya dengan memerhatikan faktor faktor resiko yang dapat mempengaruhi kesehatannya. Manusia sebaiknya mampu untuk meminimalisir terjadinya penyakit dengan mengendalikan faktor resiko

tersebut. Sesuai dengan teori segitiga atau triangle theory menurut John Gordon dan La Richt yang menggambarkan interaksi ketiga komponen penyebab penyakit yaitu manusia (*host*), penyebab (*agent*), dan lingkungan (*environment*). Yang mana Gordon berpendapat bahwasanya penyakit timbul karena ketidakseimbangan antara agent (penyebab) dan manusia (*host*), keadaan keseimbangan bergantung pada sifat alami dan karakteristik agent dan host (baik individu/kelompok), dan karakteristik agent dan host akan mengadakan interaksi, dalam interaksi tersebut akan berhubungan langsung pada keadaan alami dari lingkungan (lingkungan fisik, social, ekonomi, dan biologis). Adapun interaksi antara pejamu dengan agent maupun lingkungan sehingga menghasilkan kondisi sehat maupun sakit pada manusia diantaranya sebagai berikut (Irwan, 2017):

- Interaksi antara pejamu (manusia) dan lingkungan, merupakan suatu keadaan terpengaruhnya manusia secara langsung oleh lingkungannya dan terjadi pada saat prepatogenesis suatu penyakit misalnya udara dingin, hujan, dan kebiasaan membuat dan menyediakan makanan.
- Interaksi antara pejamu (manusia) dan agent penyakit, merupakan suatu keadaan agen penyakit menetap, berkembang biak dan dapat merangsang manusia untuk menimbulkan respons berupa tanda-tanda dan gejala penyakit, misalnya demam, perubahan fisiologis jaringan tubuh dan pembentukan kekebalan atau mekanisme pertahanan tubuh lainnya. Interaksi yang terjadi dapat berupa sembuh sempurna, kecacatan atau kematian.
- Interaksi agent penyakit, pejamu (manusia) dan lingkungan, merupakan suatu keadaan saling mempengaruhi antara agent penyakit, manusia, dan lingkungan secara bersama sama dan keadaan tersebut memperberat satu sama lain sehingga memudahkan agen penyakit baik secara tidak langsung maupun langsung masuk ke dalam tubuh manusia, misalnya pencemaran air sumur oleh kotoran manusia akan dapat menimbulkan penyakit muntaber.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Armaidi. (2016). Epidemiologi Penyakit Menular dan Penyakit Tidak Menular. JMU Vol.4, No. 2, hal.195-202
- Irwan. (2017). *'Epidemiologi Penyakit Menular'*Yogyakarta: CV.Absolute Media.
- Harmani,dkk. (2019). Faktor Host dan Lingkungan dengan Kejadian Tuberkolosis Paru di Kabupaten Cianjur Propinsi Jawa Barat. Indonesian journal of Health Development Vol. 1, No. 2, hal.40-47

BAB V

LINGKUNGAN

Oleh Wijayantono

5.1 Pendahuluan

Kesehatan lingkungan merupakan salah satu usaha untuk menyehatkan masyarakat melalui pengelolaan lingkungan. Penilaian kesehatan masyarakat dapat dilakukan dengan menilai lingkungannya, karena kualitas lingkungan, yakni memenuhi baku mutu lingkungan, akan mencerminkan perilaku masyarakat (Soemirat, 2018). Menurut (Sudirman, 2021) Kesehatan lingkungan adalah suatu ilmu dan seni dalam mencapai keseimbangan antara lingkungan dan manusia, ilmu dan juga seni dalam pengelolaan lingkungan sehingga dapat tercapai kondisi yang bersih, sehat, nyaman dan aman serta terhindar dari gangguan berbagai macam penyakit. Adapun Paradigma Kesehatan Lingkungan yaitu :

- a. Kesling adalah ilmu multidisiplin mempelajari dinamika hubungan interaktif antara sekelompok manusia/ masyarakat dengan berbagai perubahan komponen lingkungan hidup manusia.
- b. Perubahan komponen lingkungan diduga menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat.
- c. Perubahan lingkungan inilah dipelajari sebagai upaya untuk penanggulangan dan pencegahannya (Sudirman, 2021).

Secara garis besar kesehatan lingkungan merupakan ilmu untuk mempelajari hubungan antara factor kesehatan dengan factor lingkungan. Yang mana hubungan ini bersifat timbal balik. Dalam kesehatan lingkungan juga berkaitan dengan epidemiologi.

Dalam epidemiologi juga terdapat empat simpul indikator penyelidikan epidemiologi lingkungan, yang mana simpul pertama merupakan komponen lingkungan pada sumber atau

emisi tujuannya untuk menentukan potensi bahaya komponen lingkungan yang mungkin akan ditimbulkan. Kemudian simpul kedua merupakan pengukuran komponen pada ambien atau lingkungan. Biasanya komponen lingkungan berada dalam media/wahana lingkungan. Sedangkan simpul ketiga merupakan agents penyakit yang melakukan interaksi. Kemudian, simpul keempat merupakan gejala penyakit, pada tahap ini ditandai dengan pengukuran gejala sakit, baik secara klinis atau subklinis.

Pada simpul kedua dijelaskan bahwa lingkungan menjadi salah satu factor penting terhadap terjadinya penyakit. Karena apabila perubahan terjadi pada lingkungan maka akan dapat mempengaruhi factor kesehatan karena adanya potensi bahaya. Pun juga dalam teori Gordon menyatakan bahwa suatu penyakit timbul karena adanya gangguan terhadap keseimbangan host (tuan rumah), agent (faktor penyebab), environment (lingkungan). Segitiga epidemiologi merupakan konsep dasar epidemiologi yang memberikan gambaran tentang hubungan antara tiga faktor utama yang berperan dalam terjadinya penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Interaksi host, agent dan environment. Hal ini dikarenakan pada ketiga factor ini merupakan sistem yang dinamis yang berada dalam keseimbangan (equilibrium) pada seseorang (individu) yang sehat (Bustan, 2002).

Pada lingkungan juga terjadi interaksi antara agen penyakit dan lingkungan, yang mana keadaan dimana agen penyakit langsung dipengaruhi oleh lingkungan dan terjadi pada saat pre-patogenesis dari suatu penyakit. Misalnya: stabilitas vitamin sayuran di ruang pendingin dan penguapan bahan kimia beracun oleh proses pemanasan.

Selain itu, juga terjadi interaksi antara Host dan Lingkungan, yang merupakan keadaan dimana manusia langsung dipengaruhi oleh lingkungannya pada fase pre-patogenesis. Contohnya udara dingin, hujan, dan kebiasaan membuat dan menyediakan makanan. Kemudian, interaksi Agen penyakit, host dan Lingkungan yang merupakan dimana agen penyakit, manusia, dan lingkungan bersama-sama saling mempengaruhi dan memperberat satu sama lain, sehingga memudahkan agen

penyakit baik secara langsung atau tidak langsung masuk ke dalam tubuh manusia. Adapun contohnya : pencemaran air sumur oleh kotoran manusia sehingga dapat menyebabkan *water borne disease*.

Lingkungan merupakan hal yang sangat dekat dengan kehidupan manusia. Setiap hari manusia selalu berhubungan dengan lingkungannya. Lingkungan dapat memengaruhi kesehatan manusia. Apabila lingkungan yang ada disekitarnya tidak bersih dan tidak layak menurut standar kesehatan maka akan dapat menjadi sumber potensi dari penyakit, sehingga dapat mengganggu kesehatan atau juga dapat menyebabkan penyakit berbasis lingkungan. Dalam artian kata bahwasanya lingkungan yang memiliki kondisi sanitasi yang buruk maka akan dapat menjadi sumber berkembangnya penyakit.

Tentunya, ini akan dapat membahayakan kesehatan masyarakat disekitar lingkungan tersebut. Banyak sumber pencemar yang dapat mencemari lingkungan, dari kehidupan sehari-hari dapat kita lihat banyaknya penumpukan sampah yang tidak dikelola dengan baik, adanya polusi udara seperti dari aktivitas kendaraan/ lalu lintas di jalan yang padat, adanya pencemaran air dan limbah cair yang disebabkan oleh industri yang langsung membuang limbahnya tanpa melakukan pengolahan atau dari sistem irigasi sawah yang menggunakan pupuk dan pestisida yang berlebihan. Selain itu, juga terdapat pencemaran tanah, contohnya dari penimbunan sampah di dalam tanah dan juga dari penggunaan pupuk serta pestisida yang berlebih pada perkebunan. Tentunya semua factor pencemar ini dapat mempengaruhi kualitas lingkungan yang dapat menjadi menjadi potensi penyebab bahaya. Adapun karakteristik Lingkungan juga sangat mempengaruhi kualitas lingkungan, yaitu diantaranya sebagai berikut yaitu topografi yang berupa situasi lingkungan tertentu, baik yang natural maupun buatan manusia yang mungkin mempengaruhi terjadinya dan penyebaran suatu penyakit tertentu dan geografis yang merupakan keadaan yang berhubungan dengan struktur geologi dari bumi yang berhubungan dengan kejadian penyakit.

Menurut Sudirman (2021) Environment (lingkungan) yang mengacu pada factor- faktor ekstrinsik yang mempengaruhi agen dan kesempatan untuk eksposur. Faktor lingkungan meliputi faktor fisik seperti geologi dan iklim, faktor-faktor biologis seperti serangga yang mengirimkan agen, dan faktor sosial ekonomi seperti crowding, sanitasi, dan ketersediaan pelayanan kesehatan. Komponen lingkungan yang berinteraksi dengan manusia yaitu :

- a. Komponen lingkungan fisik & kimia, misal kebisingan, radiasi, pestisida, dll
- b. Komponen lingkungan biotis, misal spora jamur, bakteri tinja, tikus, tumbuhan
- c. Lingkungan sosial, misal hubungan antar tetangga, hubungan bawahan dengan pimpinan, dll (Sudirman, 2021).

Pada segitiga epidemiologi juga terdapat faktor lingkungan yang merupakan faktor ekstrinsik yang terdiri dari:

a. Lingkungan Fisik

Lingkungan secara fisik merupakan lingkungan yang berkaitan dengan makhluk tak hidup atau dapat dikatakan benda mati seperti pencahayaan, kebisingan, dan sebagainya.

b. Lingkungan Biologi

Merupakan lingkungan yang berkaitan juga dengan aktivitas makhluk hidup lainnya seperti mikroba, jamur dan sebagainya yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan dan dapat menyumbang risiko untuk terjadinya penyakit.

c. Lingkungan Kimia

Lingkungan kimia ini berhubungan dengan zat-zat yang berbahan kimia, dan juga bahan bahan yang dapat menimbulkan dampak pada lingkungan dari segi kimianya contohnya penggunaan Metana yang berlebihan dan sebagainya.

d. Lingkungan Sosial

Faktor lingkungan menjadi salah satu faktor penentu dari terjadinya sehat dan sakit seseorang. Karena mengingat bahwasanya lingkungan merupakan semua faktor luar dari suau individu. Perlunya upaya pencegahan terjadi nya

penyakit yang timbulkan karena lingkungan yang tidak layak, tidak sehat dan tidak sesuai dengan standar kesehatan yang ada.

Adapun upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas lingkungan yaitu sebagai berikut:

- a. Menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat di lingkungan baik lingkungan rumah, sekolah, dan sebagainya
- b. Meminimalisir terjadinya pencemaran udara contohnya dengan melakukan penghijauan
- c. Meminimalisir terjadinya pencemaran air dan tanah, contohnya mengedukasi petani tentang penggunaan pupuk yang ramah lingkungan
- d. Menjaga kebersihan lingkungan dengan melibatkan semua lini sektor kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Armaidi. (2016). Epidemiologi Penyakit Menular dan Penyakit Tidak Menular. JMU Vol.4, No. 2, hal.195-202
- Irwan. (2017). *'Epidemiologi Penyakit Menular'* Yogyakarta: CV.Absolute Media.
- Soemirat, Juli. (2018). *Buku Kesehatan Lingkungan (Revisi)*. Yogyakarta: UGM Press
- Sudirman, Muhamd Seto, dkk (2021). *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Zahir Publishing
- M.N.Bustan, A.Arsunan(2002). Pengnatar Epidemiologi. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

BAB VI

TIPE PENYEBARAN WABAH PENYAKIT

Oleh Rimawati Aulia

6.1 Pendahuluan

Penyakit tidak terjadi secara spontan dan acak. Demikian pula dengan penularan penyakit. Setidaknya terdapat tiga komponen yang membentuk suatu siklus terjadinya penularan penyakit. Ketiga komponen tersebut adalah kondisi host yang dapat bertindak sebagai sumber penularan penyakit maupun reservoir, kemampuan agent penyakit yang dapat ditinjau dari masa inkubasi dan tingkat virulensi, dan kondisi lingkungan seperti budaya (lingkungan sosial) dan iklim (lingkungan fisik) yang dapat mempengaruhi kerentanan host dan kemampuan agent.

Penularan penyakit yang terjadi secara masif, meluas dan dalam waktu singkat merupakan indikator peningkatan status penyebaran penyakit dari endemi, epidemi hingga pandemi (wabah). Pandemi sebagai tingkat penyebaran penyakit tertinggi didefinisikan sebagai kondisi epidemi yang terjadi di seluruh dunia atau terjadi di wilayah yang luas, melintasi batas-batas internasional dan umumnya mempengaruhi sejumlah besar orang (Kelly, 2011).

6.2 Jalur Penularan Penyakit

Penyebaran wabah suatu penyakit sangat dipengaruhi oleh jalur penularan penyakit tersebut. Secara umum, penularan penyakit dari satu host ke host yang lain dapat terjadi melalui dua jalur utama, yaitu jalur langsung dan jalur tidak langsung.

6.2.1 Jalur Penularan Langsung

Penularan penyakit secara langsung adalah proses perpindahan agent penyakit dari host yang terinfeksi kepada host yang rentan melalui kontak fisik, seperti sentuhan, ciuman, hubungan seksual, atau percikan droplet jarak dekat, sebelum droplet jatuh ke tanah, yang keluar saat bersin, batuk bahkan berbicara. Penularan agent penyakit melalui droplet pada jarak lebih dari satu meter dikategorikan sebagai jalur penularan melalui media udara.

Kontak langsung pada jalur penularan penyakit dapat terjadi secara vertikal dan horizontal (OpenStax Microbiology, 2016). Perpindahan agent penyakit melalui kontak langsung secara vertikal terjadi dari ibu ke anak selama proses kehamilan, persalinan, atau menyusui. Penularan melalui kontak langsung horizontal dapat terjadi melalui kontak antara membran mukosa, seperti pada kontak kulit ke kulit antara host terinfeksi dengan host yang rentan.

6.2.2 Jalur Penularan Tidak Langsung

Penularan penyakit secara tidak langsung adalah proses perpindahan agent penyakit dari host terinfeksi kepada host rentan, yang didahului oleh fase perkembangan agent penyakit. Fase tersebut dibutuhkan oleh agent penyakit agar dapat bertahan sebelum menginfeksi host rentan dan dapat berlangsung dalam tubuh organisme lain atau pada lingkungan tertentu.

Reservoir adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan tempat keberadaan agent penyakit untuk tinggal, tumbuh dan berkembang, sebelum menginfeksi host rentan. Makhluk hidup, seperti manusia dan hewan dapat bertindak sebagai reservoir pada rantai penularan penyakit. Manusia yang berperan sebagai reservoir dapat terlihat sehat, tidak menunjukkan gejala terinfeksi oleh agent penyakit namun tetap dapat menularkan agent penyakit tersebut. Kondisi ini dikenal dengan istilah carier. Salah satu contoh peran manusia sebagai reservoir adalah pada rantai penularan penyakit cacar air (*smallpox*).

Penularan penyakit tidak hanya dapat terjadi dari host berupa manusia kepada manusia, namun juga dapat terjadi penularan dari hewan (bertulang belakang) kepada manusia yang dikenal dengan istilah penyakit zoonosis. Salah satu contoh peran hewan sebagai reservoir teridentifikasi pada rantai penularan penyakit rabies.

Selain makhluk hidup, peran sebagai reservoir agent penyakit juga dapat dilakukan oleh benda tak hidup, seperti air, udara, makanan, dan tanah. Identifikasi terhadap jenis dan peran reservoir pada rantai penularan penyakit menjadi penting untuk menjadi fokus tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap penyakit tersebut.

6.3 Penularan Penyakit melalui Vektor

Penyakit berbasis vektor (vectorborne disease) adalah penyakit yang ditularkan dari agent penyakit, dapat berupa bakteri, cacing, protozoa bahkan virus, kepada hewan atau manusia oleh antropoda hetamofag yang meliputi kutu, tungau, lalat dan nyamuk (Álvarez-Hernández DA and S-Rivera A, 2017). Banyak dari vektor adalah serangga penghisap darah yang menelan agent penyakit dalam darah host terinfeksi (manusia atau hewan) dan kemudian menularkannya kepada host rentan, setelah patogen bereplikasi. Pada umumnya vektor mampu menularkan agent penyakit selama sisa hidup mereka (WHO, 2020).

6.3.1 Daftar Penyakit berbasis Vektor

Penyakit berbasis vektor berkontribusi lebih dari 17% terhadap kejadian penyakit menular dan menyebabkan lebih dari 700.000 kematian setiap tahun (WHO, 2020). Meskipun demikian, banyak penyakit berbasis vektor bersifat dapat dicegah melalui tindakan pengendalian vektor dan mobilisasi masyarakat.

Tabel 10. Daftar Penyakit berbasis Vektor berdasarkan Jenis Vektor dan Agent Penyakit

Vektor		Penyakit	Agent
Nyamuk	Aedes	Chikungunya	Virus
		Dengue	Virus
		Filariasis limfatik	Parasit
		Demam kuning	Virus
		Zika	Virus
	Anopheles	Filariasis limfatik	Parasit
		Malaria	Parasit
	Culex	Japanese encephalitis	Virus
		Filariasis limfatik	Parasit
Siput air		Schistosomiasis	Parasit
Lalat	Hitam	Onchocerciasis	Parasit
	Pasir	Leishmaniasis	Parasit
	Tsetse	African tripanosomiasis	Parasit
Kutu		Pes	Bakteri

Sumber: (WHO, 2020)(Athni *et al.*, 2021)

6.3.2 Perubahan Iklim dan Penyakit Penyakit berbasis Vektor

Distribusi dan frekuensi kejadian penyakit berbasis vektor dipengaruhi oleh perubahan iklim. Perubahan temperatur sebagai dampak dari perubahan iklim, turut mempengaruhi siklus hidup nyamuk sebagai salah satu vektor dengan metamorfosis sempurna, seperti kelangsungan hidup larva, umur nyamuk dewasa, panjang siklus gonotrofik nyamuk betina dan ukuran tubuh nyamuk dewasa.

Pada penularan arbovirus yang diperantai oleh nyamuk, temperatur akan mempengaruhi kerentanan virus, prevalensi

penyebaran, tingkat transmisi dan masa inkubasi ekstrinsik (Marselle *et al.*, 2019). Sebagai contoh, nyamuk betina dewasa dari spesies *Aedes albopictus* yang dihasilkan dari larva yang dipelihara pada suhu 18°C lebih mungkin terinfeksi dan menularkan virus chikungunya dibandingkan dengan nyamuk betina dari larva yang dipelihara pada suhu 32°C.

6.3.3 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Vektor

Penyakit berbasis vektor tercatat telah mempengaruhi kehidupan manusia dari berbagai aspek, mulai dari menyebabkan kematian, meningkatkan kerentanan populasi berdasarkan riwayat pajanan, kekebalan dan resistensi penyakit sebelumnya, digunakan sebagai senjata biologis, hingga mengubah hubungan antara manusia dengan lingkungan. Setiap penyakit berbasis vektor memiliki ekologi unik yang ditentukan oleh habitat, perkembangbiakan dan preferensi vektor yang berinteraksi dengan struktur sosial dan geografi manusia. Kondisi ini berimplikasi pada distribusi kerentanan populasi yang tidak proporsional dan cenderung dialami oleh populasi yang termarginalkan (Athni *et al.*, 2021).

Segitiga epidemiologi yang terdiri dari host, agent, dan lingkungan dapat menjadi kerangka pikir untuk menjelaskan mekanisme penularan penyakit berbasis vektor. Penularan agent penyakit hanya akan terjadi jika keberadaan vektor cukup/berlimpah, terjadi kontak antara vektor dengan host terinfeksi untuk memperoleh agent penyakit tersebut dan terjadi kontak antara vektor dengan agent penyakit dalam tubuh dengan host yang rentan. Ukuran populasi, fisiologi, perilaku dan kompetensi vektor dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, seperti tipe habitat, iklim, predasi dan kompetisi.

Interaksi antara manusia dan lingkungan dapat mendorong ketersediaan habitat perkembangbiakan vektor. Sebagai contoh, spesies nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di wadah yang dapat menyimpan genangan air, seperti botol, tempat penampungan air, ban, serta sistem perairan yang terkontaminasi. Sanitasi lingkungan yang kurang baik dan populasi manusia yang padat, seperti pada wilayah perkotaan,

barak tentara dan kapal dapat memfasilitasi intensitas kontak antara vektor dan manusia sebagai host.

Kejadian penyakit berbasis vektor erat kaitannya dengan faktor lingkungan dan struktur sosial. Modifikasi yang dilakukan oleh manusia terhadap kedua faktor ini dapat mempengaruhi prevalensi kejadian penyakit ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

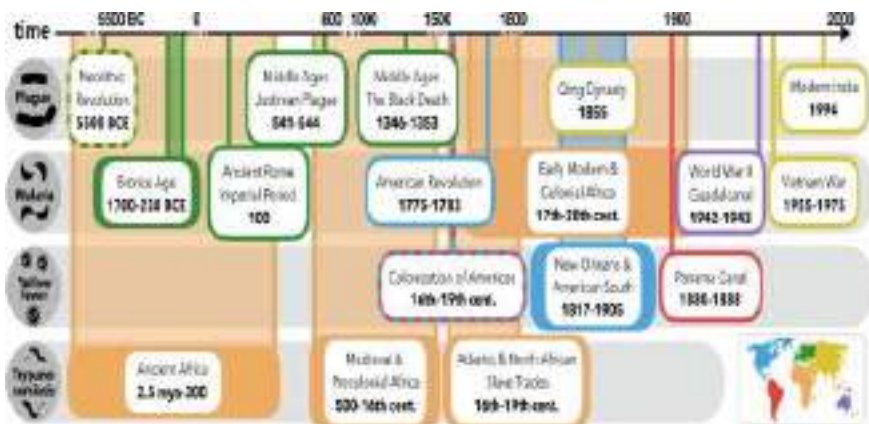
Modifikasi lingkungan yang dilakukan oleh manusia (kuning) dibidang pertanian dan urbanisasi, berupa pengalihfungsian lahan dan penebangan hutan dapat berkontribusi terhadap beban penyakit melalui peningkatan angka morbiditas dan mortalitas hingga kejadian wabah penyakit (merah), seperti penyakit pes (P), malaria (M), demam kuning (YF)m dan tripanosomiasis (T) melalui mekanisme yang sesuai dengan ekologi vektor (hijau). Peningkatan beban penyakit berbasis vektor ditanggapi oleh manusia melalui peningkatan teknologi, institusi, dan infrastruktur untuk kesejahteraan manusia, namun hal ini juga menimbulkan potensi masalah baru, seperti penggunaan agent penyakit sebagai senjata biologis dalam peperangan (biru).



Gambar 1. Dampak Sosio-ekologi Penyakit berbasis Vektor
Sumber: (Athni *et al.*, 2021)

6.3.4 Wabah Penyakit berbasis Vektor

Pes, malaria, demam kuning, dan tripanosomiasis tercatat telah mempengaruhi kehidupan manusia sejak era Paleolitik hingga saat ini melalui berbagai mekanisme. Infeksi *Yersinia pestis* pada pertengahan tahun 1300-an masih menjadi salah satu wabah terkenal. Hal tersebut didasari oleh besarnya dampak yang ditimbulkan, mulai dari perubahan demografis skala besar yang ditandai oleh angka kematian yang mencapai puluhan juta orang atau sekitar 30% dari populasi Eropa. Kondisi ini berkontribusi pada kekurangan tenaga kerja yang meningkatkan upah dan kekuasaan tenaga kerja, memperluas kebebasan ekonomi bagi tenaga kerja yang masih hidup, dan penggulingan sistem feodal Eropa. Transisi demografi dan ekonomi ini menyebabkan pengabaian lahan skala besar, pengurangan aktivitas pertanian dan peternakan, dan mendorong pertumbuhan kembali hutan yang pada akhirnya mengubah interaksi antara manusia dan lingkungan.



Gambar 2. Timeline Kejadian Penyakit berbasis Vektor
Sumber: (Athni *et al.*, 2021)

6.4 Penularan Penyakit melalui Udara

Udara memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme, termasuk dalam penularan penyakit. Kemunculan agent penyakit zoonosis seperti virus flu burung (H5N1 dan H7N9) dan virus corona (SARS-Cov, MERS-Cov) dengan cepat

meluas dan menimbulkan kepanikan global. Karakteristik agent penyakit tersebut, seperti ukuran partikel dan kemampuan bertahan di luar tubuh host/ inang, memungkinkan penularan terjadi melalui jalur udara.

Agent penyakit yang ditularkan melalui udara (air borne disease) dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu wajib, preferensial, dan oportunistik (Giuseppina La Rosa et al., 2013). Kategori wajib mengacu pada agent yang ditularkan secara alami melalui udara dan hanya melalui aerosol (droplet) kemudian akan tersimpan di pangkal paru-paru. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan contoh agent penyakit pada kategori ini. Kategori preferensial mengacu pada agent yang dapat menginfeksi melalui beberapa media, namun sebagian besar ditularkan melalui droplet. Contoh agent pada kategori ini adalah *Varicella zoster* dan virus jenis paramyxovirus. Kategori oportunistik mengacu pada agent yang penularan utamanya melalui media selain udara, namun tetap dapat ditularkan pula melalui droplet atau debu pada kondisi tertentu. Sebagian besar virus yang menginfeksi saluran pernapasan termasuk pada kategori ini.

6.4.1 Ukuran Partikel dan Potensi Penularan Agent Penyakit

Identifikasi terhadap ukuran partikel agent penyakit memiliki dampak signifikan terhadap tindakan pencegahan, penanganan dan pengendalian penyakit tersebut. Droplet sebagai media perantara penularan agent penyakit melalui udara dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan ukuran partikel (Tellier et al., 2019).

Pertama, ukuran partikel dengan diameter $< 5\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$, memiliki aerodinamis yang mengikuti aliran udara sehingga berpotensi terjadi penularan pada jarak pendek dan jarak jauh. Partikel berukuran $< 5\text{ }\mu\text{m}$ mudah menembus saluran pernapasan bahkan sampai ke alveolar, sementara partikel berukuran $< 10\text{ }\mu\text{m}$ mudah menebus hingga di bawah glotis. Agent penyakit yang terkandung dalam partikel udara dengan ukuran $>6\text{ }\mu\text{m}$ secara dominan akan mengendap di saluran pernapasan atas, sementara partikel udara berukuran $2\text{--}6\text{ }\mu\text{m}$ akan mengendap terutama di

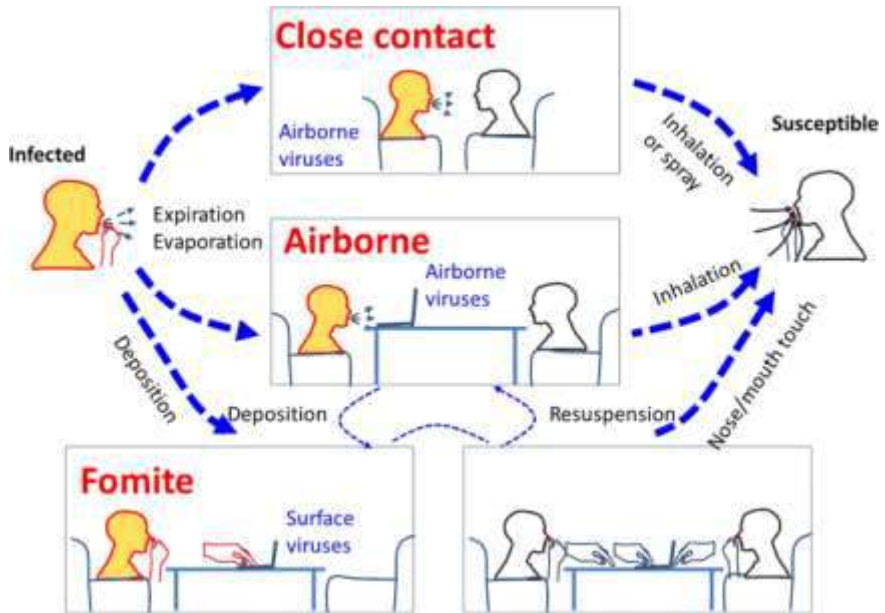
saluran pernapasan tengah dan kecil, dan partikel udara berukuran $< 2 \mu\text{m}$ akan mengendap terutama di daerah alveolar paru-paru.

Aerosol termasuk dalam kategori droplet nuklei dengan ukuran partikel $< 10 \mu\text{m}$ umumnya merupakan hasil proses pengeringan cepat droplet napas yang dihembuskan. Agent penyakit di udara dalam bentuk aerosol dapat ditularkan pada jarak lebih dari 1 m.

Kedua, ukuran partikel dengan diameter $10\text{--}20 \mu\text{m}$, memiliki kecenderungan menetap lebih cepat dari partikel $< 10 \mu\text{m}$. Ketiga, ukuran partikel dengan diameter $>20 \mu\text{m}$, memiliki kecenderungan pergerakan berada di bawah pengaruh gravitasi karena ukuran partikel yang terlalu besar untuk mengikuti aliran udara pernapasan.

6.4.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Udara

Penularan penyakit melalui udara tidak hanya terjadi dalam bentuk paparan langsung terhadap aerosol dan droplet yang mengandung agent penyakit, namun dapat pula terjadi melalui kontak terhadap benda-benda yang telah terkontaminasi dengan endapan droplet. Infeksi melalui jalur penularan kontak terhadap benda terkontaminasi sangat bergantung pada karakteristik agent penyakit berupa kemampuan bertahan hidup pada permukaan benda dan kerentanan host yang terkait dengan ketersediaan reseptor sel yang kompatibel dari berbagai jaringan yang terpapar oleh agent penyakit (Tellier *et al.*, 2019).



Gambar 3. Ilustrasi Jalur Penularan Penyakit berbasis Udara
Sumber: (Tellier *et al.*, 2019)

6.4.3 Wabah Penyakit berbasis Udara

Covid-19 yang melanda dunia sejak tahun 2019 adalah contoh salah satu penyakit yang ditularkan melalui udara. Penyakit ini dengan sangat cepat menyebar dan menimbulkan kepanikan global hingga memicu badan kesehatan dunia untuk mendeklarasikannya sebagai pandemi. Berbagai penelitian terus dikembangkan untuk mengidentifikasi karakteristik agent dan memutakhirkan langkah pencegahan dan pengendalian terhadap penyakit ini.

Severe Acute Respiratory Syndrom Coronavirus 2 (SARS Cov-2) merupakan agent penyakit yang bertanggung jawab terhadap infeksi Covid-19 dan dapat ditularkan oleh host terinfeksi melalui droplet pernapasan yang dihirup. Setidaknya telah teridentifikasi tiga jalur penularan Covid-19, yaitu melalui kontak langsung antara droplet dari mulut host terinfeksi dengan mulut, hidung dan mata host rentan, kontak host rentan dengan permukaan benda yang terkontaminasi droplet, dan melalui inhalasi mikrodroplet/ droplet nuclei yang

dikeluarkan oleh host terinfeksi yang terangkat dan mengikuti aliran udara (Bazant and Bush, 2021).

Potensi penularan Covid-19 melalui udara (airborne) telah terkonfirmasi melalui sejumlah hasil penelitian yang menunjukkan keberadaan agent penyakit ini pada aerosol pernapasan host terinfeksi yang tersuspensi di udara. Ukuran partikel droplet, aerosol, relatif kecil memegang peranan pada penyebaran agent di ruangan tertutup (Carducci, Federigi and Verani, 2020; Bazant and Bush, 2021).

Pada host terinfeksi, droplet dahak berpotensi mengandung agent penyakit, SARS Cov-2, sehingga dapat berperan pada penularan Covid-19. Agent yang ikut dihembuskan pada proses pernapasan umumnya berada pada kisaran radius 0,1 μm sampai 1 mm. Distribusi partikel pernapasan sangat bergantung pada peristiwa pernapasan, seperti pernapasan normal, bersin, atau batuk. Radius droplet pernapasan berada pada kisaran 0,1 – 5 μm (Bazant and Bush, 2021).

6.5 Penularan Penyakit melalui Air

Penyakit yang ditularkan melalui air (*water borne disease*) terjadi karena konsumsi air yang telah terkontaminasi oleh agent penyakit. Berbagai tindakan manusia, seperti kegiatan eksploitasi secara berlebihan dan tidak bertanggung jawab dan kegiatan industri dapat menghasilkan hujan polusi serta air limbah yang menjadi sumber kontaminasi terhadap air. Kontaminasi air oleh agent penyakit tidak hanya akan berkontribusi terhadap peningkatan angka kesakitan tetapi juga terhadap angka kematian.

Tingkat polusi terhadap air oleh agent penyakit, baik bersifat biologis maupun kimiawi, dapat menjadi variabel yang membedakan fatalitas penyakit berbasis air. Di wilayah dengan tingkat polusi terhadap air yang rendah, penyakit berbasis air tidak menjadi masalah yang mengancam jiwa. Namun, di wilayah dengan tingkat polusi terhadap air yang tinggi, ibu hamil, anak-anak, lansia, dan penderita penyakit dengan imunodefisiensi menjadi kelompok berisiko yang signifikan terhadap kematian (Chaudhary *et al.*, 2019).

6.5.1 Daftar Penyakit berbasis Air

Pada umumnya, agent penyakit yang ditularkan melalui perantara air menjadi agent penyakit penting dan utama terhadap kejadian luar biasa (*outbreak*), baik di negara berkembang maupun di negara maju, namun terkadang tidak terdeteksi karena tidak dilaporkan kepada dinas kesehatan.

Tabel 11. Daftar Penyakit berbasis Air berdasarkan Jenis Agent Penyakit, Jalur Penularan dan Gejala

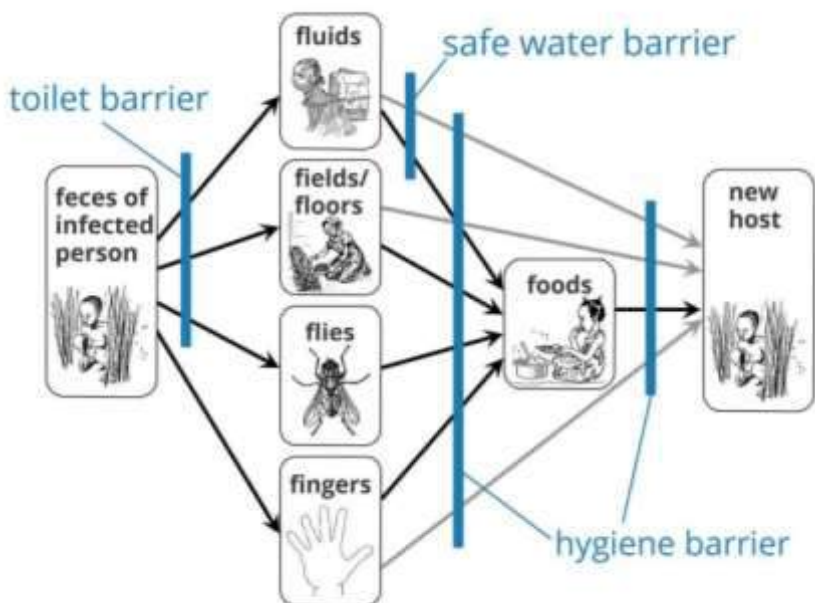
Penyakit	Agent	Jalur Penularan	Gejala
Agent: Bakteri			
Kolera	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Fecal – oral</i>	Akut, diare banyak berair, dehidrasi
Gastroenteritis	<i>Escherichia coli</i>	<i>Fecal – oral</i>	Feses berair, kram perut
	<i>Campylobacter spp.</i>	Manusia – manusia	
	<i>Salmonella spp.</i>	Hewan – manusia	
Tifoid	<i>Salmonella thypi</i>	<i>Fecal – oral</i>	Demam, sakit kepala, mual, kehilangan nafsu makan, sembelit atau diare
Agent: Parasit			
Disentri (amoeba)	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Fecal - oral</i>	Sakit perut, diare berdarah demam
		Manusia – manusia	
Kriptosporidiosi	<i>Cryptosporidium parvum</i>	<i>Fecal – oral</i>	Diare berair, kram perut
		Manusia – manusia	
		Hewan – manusia	
Agent: Virus			
Hepatitis	<i>Hepatitis A</i>	<i>Fecal – oral</i>	Jaundice, kelelahan, sakit perut, kehilangan
		Manusia – manusia	

Penyakit	Agent	Jalur Penularan	Gejala
			nafsu makan, mual, diare, demam
Gastroenteritis	<i>Norwalk virus</i>	<i>Fecal – oral</i>	Diare berair, muntah
		Manusia - manusia	

Sumber: (Macy and Quick,-)

6.5.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Air

Kejadian penyakit berbasis air sangat erat kaitannya dengan sanitasi lingkungan dan *personal hygiene*. Secara umum, infeksi oleh agent penyakit terjadi melalui jalur *fecal – oral* yang dapat didasari oleh kontaminasi tinja manusia pada air yang dikonsumsi. Kontaminasi air dapat terjadi pada sumber air, selama distribusi ke rumah-rumah atau lokasi lain, dalam wadah penyimpanan atau melalui penanganan yang tidak tepat.



Gambar 4. Jalur *Fecal – Oral* Penularan Penyakit berbasis Air
Sumber: (Simazaki, 2021)

6.5.3 Wabah Penyakit berbasis Air

Penyakit berbasis air umumnya berkontribusi terhadap kejadian luar biasa bahkan menjadi endemis di beberapa wilayah. Salah satu penyakit berbasis air yang mencatatkan sejarah adalah kolera. Selama abad ke-19, infeksi kolera telah menyebar ke seluruh dunia dari reservoir awal yang berada di delta Gangga, India. Enam pandemi berikutnya tercatat membunuh jutaan manusia di seluruh dunia. Gelombang pandemi berikutnya (ketujuh) teridentifikasi berawal di Asia Selatan pada tahun 1961 kemudian mencapai Afrika pada tahun 1971 hingga akhirnya 20 tahun kemudian mencapai Amerika Serikat. Saat ini kolera menjadi endemis di banyak negara (WHO, 2021).

Penularan kolera terkait erat dengan akses terhadap fasilitas air bersih dan sanitasi. Beberapa tempat, seperti wilayah pinggiran kota dan tempat pengungsian sering kali menghadapi masalah terkait pemenuhan air bersih dan sanitasi sehingga meningkatkan kerentanan untuk terjadi penularan kolera jika agent penyakit hadir.

Kejadian outbreak kolera di Soho, London, tahun 1854 menjadi tonggak penerapan epidemiologi dalam penanganan masalah kesehatan yang pada akhirnya menegaskan jalur penularan kolera bukanlah melalui udara tetapi melalui air yang terkontaminasi. Upaya pengendalian bahkan eradikasi terhadap kolera dan penyakit berbasis air pada umumnya haruslah bermula dari penemuan dan penanganan sumber kontaminasi, sebab risiko kesakitan bahkan kematian akan tetap ada selama sumber kontaminasi tersebut tetap hadir dan mengambil peran.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez-Hernández DA and S-Rivera A (2017) 'An Introduction to Vector-Borne Diseases', *Austin Journal of Vector Borne Diseases: Open Access*, 1(1), pp. 1–2. Available at: https://www.researchgate.net/publication/322684544_An_Introduction_to_Vector-Borne_Diseases (Accessed: 24 February 2022).
- Athni, T. S. *et al.* (2021) 'The influence of vector-borne disease on human history: socio-ecological mechanisms', *Ecology letters. Ecol Lett*, 24(4), pp. 829–846. doi: 10.1111/ELE.13675.
- Bazant, M. Z. and Bush, J. W. M. (2021) 'A guideline to limit indoor airborne transmission of COVID-19', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17), pp. 1–12. doi: 10.1073/pnas.2018995118/-/DCSupplemental.y.
- Carducci, A., Federigi, I. and Verani, M. (2020) 'Covid-19 airborne transmission and its prevention: Waiting for evidence or applying the precautionary principle?', *Atmosphere*. MDPI AG, 11(7), pp. 1–21. doi: 10.3390/ATMOS11070710.
- Chaudhary, P. *et al.* (2019) 'Water Borne Diseases: Life Threatening Impact on Maternal Health', *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(4S), pp. 6–11. doi: 10.35940/ijeat.D1002.0484S19.
- Giuseppina La Rosa *et al.* (2013) 'Viral infections acquired indoors through airborne, droplet or contact transmission', *Ann 1st Super Sanita*, 49(2), pp. 124–132. Available at: https://www.iss.it/documents/20126/45616/ANN_13_02_03.pdf (Accessed: 22 February 2022).
- Kelly, H. (2011) 'The classical definition of a pandemic is not elusive', *Bull World Health Organ*, pp. 1300–1301. doi: 10.2471/BLT.11.089086.
- Macy, J. T. and Quick, R. E. (no date) 'Transmission and Prevention of Water-Related Diseases', in *Water and Health*. UNESCO - EOLSS.
- Marselle, M. R. *et al.* (2019) *Biodiversity and Health in the Face of*

- Climate Change*. Edited by Mellisa R. Marselle et al. Gewerbestrasse: Springer.
- OpenStax Microbiology (2016) *Modes of Disease Transmission / Microbiology*. Available at: <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/modes-of-disease-transmission/> (Accessed: 22 February 2022).
- Simazaki, D. (2021) 'Mechanism of Water-borne Diseases and Countermeasures', in *From the Perspective of Japan's Experience in Decentralized Wastewater Management: Water-borne Diseases and Disasters*, pp. 1–18. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (Accessed: 8 March 2022).
- Tellier, R. et al. (2019) 'Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary', *BMC Infectious Diseases*, 19(101), pp. 1–9. Available at: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12879-019-3707-y.pdf> (Accessed: 2 March 2022).
- WHO (2020) *Vector-borne diseases, World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> (Accessed: 24 February 2022).
- WHO (2021) *Cholera*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> (Accessed: 9 March 2022).

BAB VII

PENGUKURAN PAPARAN

Oleh Musfirah

7.1 Pendahuluan

Epidemiologi lingkungan merupakan salah satu studi yang mempelajari tentang keberadaan *agent* berbahaya di lingkungan yang mampu menyebabkan masalah kesehatan. Epidemiologi lingkungan umumnya merupakan penelitian berbasis hipotesis yang berupaya memeriksa populasi atau komunitas tertentu untuk memperjelas hubungan antara kesehatan dan faktor fisik, biologis, dan kimia. Penerapan studi epidemiologi lingkungan ini untuk melihat apakah ada hubungan kausal antara paparan bahan kimia atau fisik tertentu dan efek kesehatan yang merugikan dan karakterisasi hubungan sebab akibat antara paparan dengan respon individu. Umumnya tingkat paparan dan besarnya efek kesehatan dapat diinterpretasikan. Adanya karakterisasi hubungan secara kuantitatif dapat mendefinisikan suatu hubungan penting antar variabel dalam penyelidikan epidemiologi (Miller, *et al.*, 1997). Dengan demikian, pengukuran paparan akan menjadi komponen penting dalam penelitian epidemiologi lingkungan.

7.2 Definisi Paparan

Ada beberapa definisi paparan atau *exposures* yang berkembang mulai dari sejak awal kemunculannya sampai saat ini. ATSDR (1994) telah mengembangkan definisi paparan sebagai "suatu peristiwa" yang terjadi ketika ada kontak pada batas antara manusia dan lingkungan dengan kontaminan konsentrasi tertentu untuk interval waktu; unit paparan adalah konsentrasi dikalikan dengan waktu." Adanya pengukuran paparan membantu mengidentifikasi dan mengkarakterisasi kontak agent potensial berdasarkan penyerapan dalam tubuh

yang berasal dari bahan beracun yang dapat menyebabkan efek kesehatan akut atau kronis (Lioy, et al., 2005).

Paparan merupakan suatu pengalaman yang diterima populasi sebagai akibat dari adanya kontak dengan agent lingkungan yang potensial. Tingkat validitas dari studi epidemiologi dapat dipengaruhi oleh kualitas pengukuran paparan (Ramon, 2017). Hal ini juga diperoleh pada literatur terbaru bahwa paparan dapat didefinisikan masing-masing karakteristik yang berpotensi mempengaruhi dampak kesehatan, termasuk faktor lingkungan, praktik gaya hidup, faktor genetik, kelompok sosiodemografi tertentu, riwayat kesehatan keluarga atau pengobatan yang diberikan (PennState, 2022).

7.3 Jenis Paparan dan Sifat Pemapar

Paparan dapat dibedakan berdasarkan jenisnya dengan sifat *agent*, yakni *agent* lokal dan *agent* sistematis. Selain itu jenis paparan dapat diuraikan berdasarkan sifat pemapar (zat biologis, kimia, fisis atau campuran) dengan penjabaran sebagai berikut (Ramon, 2017) :

1. *Agent Lokal (Local Agent)*

Agent ini hanya menimbulkan efek lokal pada organisme terpapar. Contoh bagian tubuh manusia yang berpotensi terpapar secara lokal yaitu saluran pernapasan, mulut, kulit, selaput lendir mata.

2. *Agent Sistematis (Sistematic Agent)*

Agent ini dapat menyebabkan efek sistemik bagi tubuh jika secara tidak sengaja berhasil masuk ke tubuh dan mengalami biotransformasi sehingga akan mengganggu fungsi faal dan fisiologis tubuh. Paparan jenis ini dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu :

- a. Paparan eksternal (*external exposures*) yang secara original merupakan konsentrasi media *agent* yang berasal dari luar tubuh manusia.
- b. Paparan eksternal (*external exposures*) yang hanya memasuki tubuh dan dapat dinyatakan sebagai *intake*
- c. Paparan internal (*internal exposures*) merupakan jumlah *agent* yang diabsorpsi tubuh, dan

- d. Paparan pada organ target tertentu sebagai penentu adanya manifestasi klinis pada organ yang rentan terhadap agent spesifik tersebut.

3. Sifat Zat Pemapar

Beberapa sifat zat pemapar yang umum yaitu paparan zat kimia, zat fisis, paparan murni atau kombinasi. Paparan kombinasi berdasarkan sumbernya yaitu sumber sama dan sumber berbeda, sehingga ada beberapa kemungkinan :

- a. Sumber sama, *agent* banyak
- b. Sumber banyak, *agent*-nya banyak pula

Ada 3 (tiga) kemungkinan resultant dari adanya interaksi *agent*, yaitu :

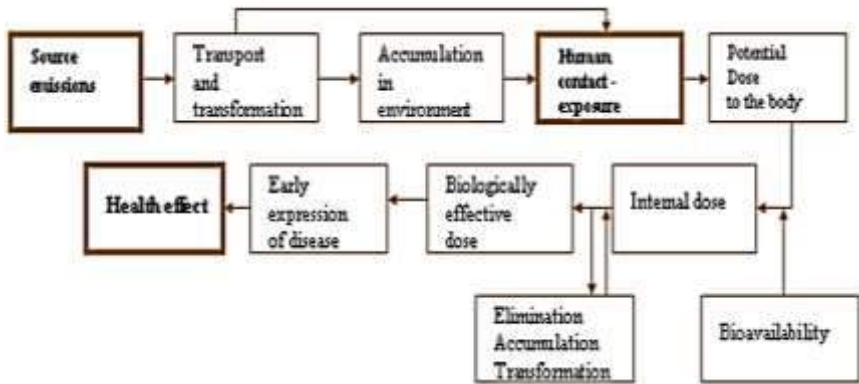
- Antagonistik : efek beberapa zat < dari kumulatif efek
- Aditif yaitu murni, efek aktual = efek kumulatif
- Sinergistik, efek aktual > efek seharusnya

7.4 Prinsip Dasar Pengukuran Paparan

Pengukuran paparan dapat dilakukan berdasarkan waktu, tempat, dosis/konsentrasi suatu agent. Istilah waktu paparan sering ditemukan dalam studi dengan makna yaitu durasi waktu, periode seseorang dapat terpapar agent potensial lamanya atau periodenya, frekuensinya, dan interval waktu seseorang terpapar oleh agent potensial dan akan menentukan kualitas efek yang akan terjadi. Agent potensial jika kontak pada bagian bagian tubuh menyebabkan efek yang tidak sama. Sebagai contoh, paparan antara kulit, syaraf, sistem pernapasan akan menghasilkan efek berbeda satu sama lainnya. Umumnya dosis atau konsentrasi agent yang diterima oleh individu akan mempengaruhi efek paparan (Ramon, 2017).

Hasil studi paparan sangat penting untuk mengurangi atau mencegah paparan di masa depan. Hampir setiap orang sampai tingkat tertentu terpapar polusi udara atau air (di luar dan di dalam ruangan), kontaminan makanan, dan banyak komponen atau aditif yang ditemukan dalam produk konsumen. Kadang-kadang, eksposur tinggi juga akan terjadi. Oleh karena itu, fokus kebijakan dan peraturan kesehatan lingkungan, keselamatan konsumen, dan kesehatan kerja sangat dibutuhkan dalam upaya

mengurangi dan membatasi paparan tersebut ke tingkat yang dapat diterima melalui studi epidemiologi lingkungan (Lioy, *et al.*, 2005).



Gambar 5. Beberapa jalur paparan agen lingkungan dan dampak kesehatan yang ditimbulkan (Sumber : PennState, 2022)

Pada gambar 5. mengilustrasikan bahwa sumber emisi tidak terkait secara langsung terhadap efek kesehatan. Emisi tersebut harus ditransportasikan, ditransformasikan lalu terdeposit ke lingkungan. Selanjutnya, manusia terpapar oleh emisi pada konsentrasi tertentu bahkan mengalami proses purifikasi di lingkungan dan hilang begitu saja. Jika dosis atau konsentrasinya cukup tinggi untuk memiliki efek biologis, penyakit dapat diekspresikan, menghasilkan efek kesehatan. Polutan ini menempuh perjalanan panjang sebelum menimbulkan efek kesehatan. Individu yang berbeda memproses dan menghilangkan racun pada tingkat yang berbeda, yang juga mempengaruhi ekspresi penyakit. Hal ini membuktikan bahwa emisi terkait dengan dampak kesehatan bisa sulit karena rantai kejadian yang panjang serta variasi individu. Jika biomarker dapat diukur dan dapat dideteksi selama ekspresi awal penyakit, deteksi dini penyakit dapat dilakukan secara maksimal (PennState, 2022).

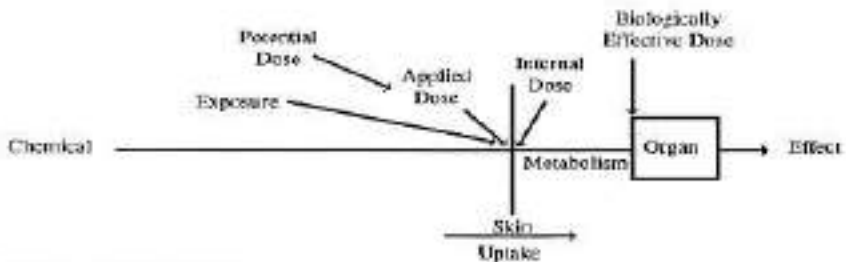
Pentingnya penerapan metode penilaian eksposur yang efektif yaitu (Miller, *et al.*, 1997) :

1. Meningkatkan hasil penyelidikan epidemiologi. Seperti dalam setiap lini penyelidikan epidemiologi, peningkatan penilaian paparan dapat mengurangi bias dan meningkatkan kekuatan statistik untuk mendeteksi efek samping yang terkait dengan paparan kontaminan lingkungan.
2. Temuan penting dapat diperoleh berdasarkan dari penyelidikan epidemiologi lingkungan bahkan ketika penilaian paparan hanya menggunakan alat sederhana untuk mengkarakterisasi paparan populasi tertentu. Ketergantungan yang berlebihan pada pengambilan sampel paparan individu mungkin tidak hemat biaya dan dapat membatasi ukuran penelitian, dengan sedikit perbaikan atas temuan berdasarkan metode tidak langsung.

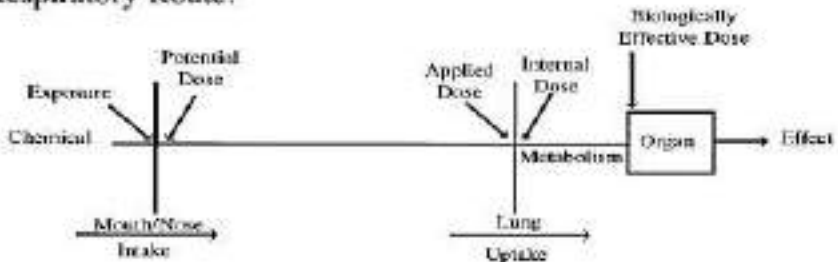
Penilaian paparan untuk digunakan dalam epidemiologi lingkungan harus memperhatikan 5 masalah utama:

- (1) Definisi dan karakterisasi populasi yang berpotensi terpapar
- (2) Pengumpulan informasi kuantitatif tentang paparan populasi, karakteristik temporal, dan hubungan dosis-respons
- (3) Media dan lingkungan mikro yang menjadi perhatian utama dalam hal paparan
- (4) Penggunaan informasi yang dikumpulkan dalam satu populasi dalam menilai potensi risiko bagi orang lain
- (5) Keabsahan biologis dari setiap hipotesis berdasarkan pertimbangan utama yang dapat membantu pengukuran paparan.

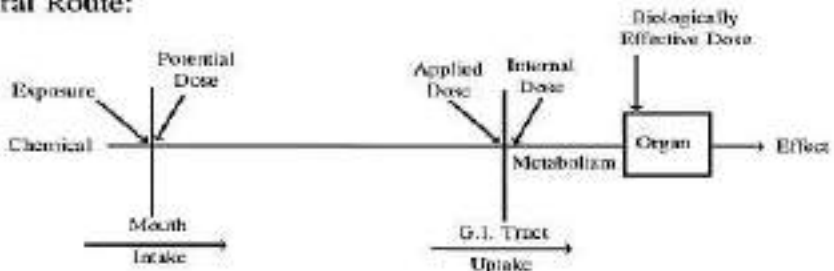
Dermal Route:



Respiratory Route:



Oral Route:



Gambar 6. Skema dosis dan paparan (Sumber : NRC (1991b); EPA (1992) ; dan Miller, *et al.*, (1997))

NRC (1991b) dan EPA (1992) juga telah mengembangkan definisi dari dosis potensial (potential dose), dosis yang diterapkan (applied dose), dosis internal (internal dose), dan dosis efektif biologis (biologically effective dose) untuk tujuan pengukuran paparan. Istilah penting dalam paparan telah diilustrasikan pada Gambar 9.2. Potential dose adalah jumlah bahan kimia yang tertelan, terhirup, atau dalam bahan yang dioleskan ke kulit. Applied dose adalah jumlah bahan kimia yang diserap atau disimpan dalam tubuh organisme yang terpapar. Internal dose adalah jumlah bahan kimia yang diserap ke dalam

tubuh dan tersedia untuk interaksi dengan target molekul yang signifikan secara biologis. Biologically effective dose adalah jumlah bahan kimia yang berinteraksi dengan situs target selama periode tertentu untuk mengubah fungsi fisiologis.

Kerangka kerja konseptual telah dikembangkan untuk pengukuran paparan total manusia sebagai panduan untuk menilai paparan manusia terhadap kontaminan lingkungan. Kerangka kerja ini menjelaskan semua paparan terhadap agen atau kelompok agen tertentu yang mungkin dimiliki seseorang, terlepas dari media lingkungan. Pengukuran paparan total memiliki relevansi khusus dalam epidemiologi lingkungan sehingga memudahkan identifikasi media utama atau lingkungan mikro yang menjadi perhatian dan memberikan informasi tentang paparan yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan (NRC (1991a) ; Liroy (1990))

7.5 Data Paparan dalam Studi Epidemiologi

NRC (1991a) telah membahas penilaian paparan dalam kaitannya dengan jenis penelitian yang dilakukan: "Jenis penilaian paparan dan tingkat ketidakpastian yang dapat diterima dalam data bervariasi sesuai dengan apakah penilaian dirancang untuk menghasilkan atau menguji hipotesis tentang paparan, pengujian instrumen, membuat keputusan penilaian risiko, atau membuat keputusan regulasi."

Data paparan untuk studi epidemiologi deskriptif harus representatif untuk populasi dari mana penyakit itu timbul. Hal ini memerlukan identifikasi menyeluruh distribusi probabilitas paparan, bukan hanya sarana, fokus pada estimasi yang akurat dari sumber paparan. Hal ini penting dilakukan jika menemukan sebagian besar orang diduga terpapar masih di bawah standar aman pada lokasi munculnya efek pertama kali. Teknik sampling data yang cocok yaitu pengambilan sampel acak, dan teori pengambilan sampel akan menentukan sifat dan ukuran sampel, serta pengulangan tertentu dari waktu ke waktu, dari mana paparan akan dinilai. Kecuali jika informasi paparan dari waktu ke waktu sudah tersedia atau dapat diperoleh, data dari penyelidikan yang mengukur paparan "sekarang" harus

digunakan untuk menyimpulkan tingkat paparan tahap awal, misalnya saat kasus penyakit diinduksi. Jika distribusi waktu induksi tidak diketahui, penggunaan eksposur saat ini mungkin akan menjadi bias terhadap data yang diperoleh (Miller, *et al.*, 1997).

7.6 Pengukuran paparan pada Studi Epidemiologi Lingkungan

Ada beberapa pengukuran paparan yang bisa diaplikasikan dalam studi epidemiologi lingkungan dengan penjabaran sebagai berikut (Fahmi dan Wulandari, 2014) :

1. Pengukuran pemaparan media udara

Pengukuran udara dapat menggunakan teknik kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur apakah individu atau masyarakat sebagai populasi berisiko terhadap lingkungan rumah, lingkungan kerja dengan cara menanyakan tempat tinggal, tempat bekerja yang telah diduga memiliki kualitas udara yang buruk. Alternatif lain dapat menggunakan cara semi kualitatif yaitu dengan melakukan pengukuran kadar udara pada titik potensial area tempat tinggal, tempat kerja secara representatif sehingga ditemukan gambaran beberapa tingkatan paparan rata-rata. Hal penting dalam pengukuran pemaparan yaitu, a) daerah populasi berisiko; b) penentuan titik pengambilan sampel lingkungan (sumber pencemar udara yang memenuhi aspek biaya yang tersedia, representasi, dan teknik sampling. Pengukuran paparan secara valid dan spesifik pada tubuh manusia dengan mempertimbangkan faktor inhalasi melalui metode pengukuran *uptake*, yaitu konsentrasi *inhaled* dikurangi dengan *exhaled*.

2. Pengukuran Pemaparan pada Air dan Makanan

Media air dan makanan dapat menjadi bahan untuk pengukuran pemaparan pada konsumsi manusia. Ada beberapa istilah yang umum digunakan pada pengukuran ini yaitu :

- a. *Intenden additives* merupakan bahan aditif yang biasa digunakan untuk bahan pewarna, bahan pengawet, dan sebagainya;

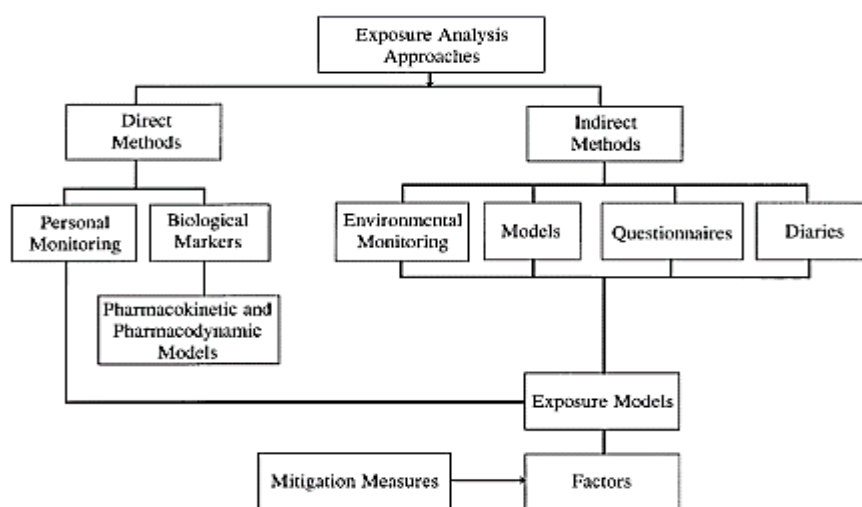
- b. *Accidental additives* merupakan bahan kontaminan yang tidak disengaja terdapat pada media air atau makanan akibat kontaminasi saat proses distribusi atau pengangkutan;
- c. *Incidental* merupakan residu bahan kimia pada hasil produk pertanian, ternak.

Overall Assessment of Dietary Intake :

- a) jumlah asupan tiap keluarga dibagi dengan jumlah anggota keluarga;
- b) jumlah produksi dibagi dengan jumlah orang;
- c) jumlah bahan konsumsi (kilogram) dalam beberapa hari dibagi jumlah orang.

Pendekatan dalam pengukuran paparan

NRC (1991 a,b) menjelaskan tentang pengukuran dan estimasi dengan menggunakan teknik berbeda dalam pengukuran paparan. Ada dua kategori penting dalam pendekatan ini yaitu pengukuran langsung paparan (pemantauan pribadi, pemantauan biologis, dan biomarker); tindakan tidak langsung (pemantauan lingkungan mikro digabungkan dengan model paparan). Pemantauan lingkungan mikro didefinisikan sebagai pemantauan konsentrasi kontaminan di lokasi atau media di mana paparan terjadi yang mencakup pemodelan matematika, kuesioner/*log book*, atau faktor spasial seperti tempat tinggal di suatu negara atau wilayah atau jarak dari sumber kontaminasi bahan kimia dapat diilustrasikan pada Gambar 9.3.



Gambar 7. Possibilitas pendekatan yang digunakan dalam pengukuran paparan (Sumber : NRC (1991 a,b) & Miller, *et al.*, (1997))

DAFTAR PUSTAKA

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (1994). *Environmental Data Needed for Public Health Assessments: A Guidance Manual*. NTIS PB-179827. Atlanta: USDHHS, ATSDR, Division of Health Assessment and Consultation.
- EPA (US Environmental Protection Agency). (1992). *Guidelines for exposure assessment: notice*. Federal Register, Part VI, Vol. 57, No. 104.
- Fahmi, U., Wulandari, R.A., 2014. *Modul 1 : Paradigma Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- Lioy, P.J. (1990). Assessing total human exposure to contaminants: a multidisciplinary approach. *Environ. Sci. Technol.* 24 : 938-945.
- Lioy, P., Lebrete, E., Spengler, J., Brauer, M., Buckley, T., Freeman, N., Jantunen, M., Kissel, J., Lebowitz, M., Maroni, M., Moschandreas, D., Nieuwenhuijsen, M., Seifert, B., Zmirou-Navier, D., (2005). Defining Exposure Science. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 15, 463. doi:10.1038/sj.jea.7500463.
- Miller, A.B., Bates, D., Chalmers, T., Froines, J., Hoel, D., Melius, J., Schwartz, J., Goldman, L., (1997). *Environmental Epidemiology Volume 2: Use of the Gray Literature and Other Data in Environmental Epidemiology* National Academy of Sciences. Committee on Environmental Epidemiology and Commission on Life Sciences National Research Council. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C.
- NRC (National Research Council). (1991a). *Environmental Epidemiology*, Vol. 1. Public Health and Hazardous Wastes. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (1991b). *Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants*. Washington, DC: National Academy Press.
- PennState. (2022). *Epidemiological Research methods : Exposure*

Concepts. Available at :
<https://online.stat.psu.edu/stat507/lesson/3/3.1>. Everly
College of Sciences.

Ramon, A., (2017). *Buku Ajar Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*.
Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Ilmu Kesehatan
Masyarakat. Universitas Muhammadiyah Bengkulu

BAB VIII

PENGUKURAN EFEK

Oleh Rahmi Fitria

8.1 Pendahuluan

Suatu penyakit adalah keadaan patologis pada host sebagai resultante interaksi antara *host* dan *agent*, sedangkan yang dimaksud dengan efek adalah respons umum suatu organisme terhadap paparan, yang salah satunya dapat berupa penyakit (Kemenkes RI 2012).

Suatu efek dapat terjadi akibat agent terabsorpsi kedalam tubuh, berinteraksi dengan host, dan terjadi keadaan tidak normal pada host, taraf keparahannya antara lain ditentukan oleh taraf paparan yang diterima (Darwel 2015).

Efek adalah respon umum suatu organisme terhadap paparan yang salah satunya penyakit.

1. Penentuan Efek/Kasus/Penyakit

Penentu penyebab penyakit atau efek yang disebabkan suatu agent hidup dikenal sebagai postulata dari Robert Koch yang menyatakan bahwa :

- a. Penyebab harus dapat ditemukan pada setiap kasus penderita
- b. Penyebab tersebut tidak didapatkan pada penyakit lain
- c. Penyebab tadi dapat diisolasi kembali dari hewan yang sakit tersebut.

Namun demikian, dalam epidemiologi seringkali diperlukan mencari penyebab yang belum pernah diketahui dan efeknya pun belum pernah diketahui, oleh karena itu timbul kriteria yang dikemukakan oleh Hill sebagai berikut :

- a. Harus ada kekuatan asosiasi statistik yang kuat antara efek dengan potensial agent
- b. Asosiasi tadi konsisten pada orang, tempat dan situasi yang berbeda

- c. Asosiasi tadi spesifik
- d. Harus ada hubungan temporal antara penyebab dan penyakit/efek, atau reaksi harus didahului oleh aksi
- e. Ada hubungan dosis dengan respons secara biologis
- f. Asosiasi tadi harus dapat diterima secara ilmiah
- g. Ada koherensi dengan penelitian yang lain
- h. Ada bukti experimental
- i. Ada asosiasi analog

8.2 Pengukuran Efek

Pengukuran efek seharusnya dilakukan secara standar, menggunakan uji fisik/klinis, uji fisis, biokimiawi dan menggunakan angka frekuensi, morbiditas/mortalitas. Pengukuran dapat juga dilakukan dengan menggunakan kuesioner standar, dan uji berbagai fungsi tubuh.

Pengukuran efek terjadi akibat : Terobsesi – terintegrasi dengan host – keadaan tidak normal pada host – taraf keparahan target taraf paparan yang diterima.

Pengukuran Efek tidak langsung, merupakan penggunaan indikator tidak langsung menunjukkan kecendrungan atau perubahan selama kurun waktu tertentu. Dapat berguna dalam analisa situasi sesaat, perbandingan, pengukuran perubahan(Riviwanto 2014). Indikator yang digunakan adalah indikator kualitas lingkungan dan indikator kesehatan masyarakat.

a. Indikator Kualitas Lingkungan

Pada indikator lingkungan pertama terdapat indikator kependudukan yang digunakan dalam epidemiologi karena berpengaruh atau ikut menentukan taraf efek, dapat berupa contoh : menilai cepat, banyak dan jenis pelayanan kesehatan, mengetahui distribusi penduduk atau dasar usia, jenis kelamin, bangsa dan lainnya. Serta keperluan pendidikan kesehatan.

Selanjutnya adalah indikator status sosial ekonomi, hal ini sangat diperlukan untuk memperhatikan beberapa hal agar tidak terjadi bias pada penelitian epidemiologi.

Yakni : status pendidikan, pendapatan dan pengeluaran, beban tanggungan, angka buta huruf dan sebagainya.

Indikator lingkungan antara lain : luas hunian/orang, presentase rumah sehat, presentase penduduk dengan air bersih, presentase penduduk menggunakan fasilitas sanitasi dengan memadai, indeks lalat, indeks nyamuk, indeks kualitas/ mutu lingkungan hidup.

b. Indikator Kesehatan Masyarakat

Indikator pada kesehatan masyarakat adalah morbiditas, mortalitas, status nutrisi dan indeks kesejahteraan.

Mortalitas adalah angka kematian yang lebih mudah diidentifikasi dan dimengerti. Dapat dilakukan dengan pencatatan lebih baik dan lebih pasti dalam perhitungan, tetapi seringkali penyebab kematian tidak dicantumkan. Pada penelitian epidemiologi dibutuhkan angka kematian untuk melakukan pengukuran efek tidak langsung.

Morbiditas merupakan keadaan sakit ataumendiagnosa penyakit, namun kesecndrungan kurang akurat daripada mortalitas. Hal ini terjadi karena kejadian ini tidak dicatat dan dilaporkan. Morbiditas tidak dilaporkan sebab sakit yang diobati sendiri, dan umumnya penderita ingin pengobatan langsung sembuh sehingga tenaga medis memberipengobatan multipurpose dan akhirnya pasien sembuh dan kasus tidak tercatat.

Pengukuran mortalitas dan morbiditas dapat dilakukan standar mengikuti konversi sedunia dan dapat digunakan universal dan dibandingkan. Namun ada beberapa perbedaan dalam hal akurasi pencatatan dan diagnosis adanya penyakit yang dilaporkan berlebihan dan ada yang terlaporkan over/onder report (Noor 2008).

Kegunaan morbiditas dan mortalitas sebagai ukuran efek pada “ evaluasi program kesehatan yang diperlukan dalam penentuan prioritasnya, evaluasi keberhasilan suatu program, evaluasi kejadian wabah, dan kepentingan administratif serta penelitian (hikmawati 2010).

Mortalitas dan Morbiditas sebagai ukuran efek sering juga digunakan untuk berbagai hal, misalnya :

- a. Evaluasi apakah suatu program kesehatan diperlukan atau penentuan prioritasnya.
- b. Evaluasi keberhasilan suatu program.
- c. Evaluasi apakah terjadi wabah/tidak
- d. Untuk kepentingan administratif dan penelitian.

1) Pengukuran Morbiditas

Ukuran morbiditas dan mortalitas yang dipakai dapat berupa 'proporsi' rates' dan ratio. Proporsi adalah ukuran yang membandingkan penyebut dan pembilang, dimana pembilang termasuk didalam penyebut sbb.

$$\text{Proporsi} = \frac{a}{a+b} \text{ dimana}$$

a= pembilang
a+b =penyebut

Jadi dapat dikatakan bahwa apabila didapat orang yang berkarakteristik A sebanyak N_a dari seluruh proporsi N, maka kemungkinan untuk mendapatkan orang berkarakteristik A adalah :

$$P(A) = N_a/N$$

- 2) Insidensi
- 3) Prevalensi
- 4) Pengukuran Mortalitas
- 5) Lain-lain indikator mortalitas
- 6) Pengukuran efek atas penyakit tertentu
- 7) Kanker
- 8) Penyakit kardiovaskuler dan pernapasan
- 9) Efek perilaku
- 10) Efek pada kulit efek terhadap reproduksi
- 11) Kelainan pada organ dalam
- 12) Hepar/Hati

Diperiksa dengan radioskopi, USG, axial tomografi, serum alpha, 1-fetoprotein dalam urin terhadap bilirubin dan

urobilinogen, dalam tinja terhadap bilirubin, aspartate, alkali, phosphatase, ammonia, dan lain lain.

13) Pankreas/ Kelenjar Ludah Perut

Kanker pankreas sering dihubungkan dengan merokok, alkohol, dan kopi. Pemeriksaan secara tidak langsung dengan memeriksa serum amilase dan lipase.

8.3 Alat Ukur

Alat atau instrumen ukur dapat membebani medium yang diukur sehingga harga hasil pengukuran yang terbaca pada alat ukur tidak sama dengan harga variabel pengukuran jika alat ukur tidak dipasang. Contoh : termometer yang membebani medium pengukuran, ameter yang membebani rangkaian pengukuran (Irwan 2017).

Alat ukur yang digunakan harus memberi hasil yang konsisten dan komparabel, berbagai kriteria dapat diterapkan dalam memilih instrumen, misalnya hasilnya dapat direplikasi, akurasi, presisi, reliabiliti, atau dapat direproduksi dalam akurasi tertentu. Perlu juga diperhatikan, berbagai permasalahan yang terkait dengan pengukuran sebagai berikut :

a. Variasi Inter, Intra –Instrumen

Adanya variasi inter, intra-instrumen bila peralatan dapat terpengaruh oleh temperatur, kelembaban, keberadaan listrik, dan bila kuesioner, dapat terpengaruh oleh situasi sosial yang berbeda-beda.

b. Perbedaan inter, dan intra laboratorium, prosedur dan hasil laboratorium. Perlu diverifikasi secara periodik dengan laboratorium referensi.

c. Variasi inter intra-pengamat, yaitu penilai atau pewawancara yang akan berbeda dalam kinerja, interpretasi data dan seterusnya, sehingga perlu penyetaraan secara sistematis.

8.4 Efek Yang Diukur

Efek yang diukur dapat berupa variabel yang langsung ataupun tidak langsung. Pengukuran efek secara langsung dapat berupa uji fisik dan klinik, uji biokimiawi, menghitung mortalitas, morbiditas, dan hasil wawancara dengan penderita. Sedangkan pengukuran efek secara tidak langsung dapat berupa kegiatan dengan menggunakan indikator (ukuran).

Dasar pengukuran diukur atas dasar waktu, tempat atau konsentrasi. Waktu adalah lamanya, periode, frekuensi dan interval. Tempat merupakan lokasi geografis, lokasi pada tubuh (efek tidak lah sama). Dosis merupakan jumlah agen atau agen yang berkemungkinan masuk ke dalam tubuh (Erdi Nur, Darwel 2015).

Efek dibedakan secara klinis yaitu efek akut dan efek kronis. Efek akut merupakan paparan dosis tinggi dalam jangka pendek/ doseis dalam jangka panjang. Contohnya : Kejang epileptik (terpapar dieltrin jangka panjang), Infark jantung (terpapar Pb jangka panjang), Kolik (terpapar CS2 jangka panjang), Penyakit kulit mendadak (terpapar sensitizer jangka panjang). Efek kronis merupakan paparan dosis rendah dalam jangka panjang atau penyakit nyata secara klinis, perubahan biokimia yang kadang belum terasa atau belum terukur. Hal ini dapat berupa respon yang bervariasi tergantung dari : 1. Kepekaan/sensitivitas/vulnerabiliti yaitu keadaan yang lansung terpengaruh agent, 2. Hiper-reaktif adalah kualitas respon sesuai harapan tetapi kuantitas berlebih, 3. Hipersensitiviti adalah respon tubuh yang berlebih.

8.5 Efek terhadap reproduksi

Efek terhadap alat reproduksi yakni terjadinya pemeriksaan kehamilan trimester pertama terdapat kelainan cacat bawaan. Efek tidak langsung pada alat reproduksi adalah pemeriksaan radoskopi, bilirubin dan urobilirubinogen dalam urin yang dilakukan pada hepar. (Chelin rian rosalia 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Chelin rian rosalia. 2020. "7-Pengukuran-Efek-Pdf."
- Darwel. 2015. "Epidemiologi Lingkungan." In . Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
- Erdi Nur, Darwel, R. Firwandri Marza. 2015. "Epidemiologi Kesehatan Lingkungan." In . Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang. http://pustaka.poltekkes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=2528%0A.
- hikmawati, isna. 2010. *Buku Ajar Epidemiologi*. purwokerto: medical book.
- Irwan. 2017. *Epidemiologi Penyakit Menular*. absolute media.
- Kemenkes RI. 2012. *Dasar Dasar Epidemiologi*. Salemba Medika. http://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/index.php?p=show_detail&id=4452%0Ahttp://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/lib/phpthumb/phpThumb.php?src=../images/docs/dasar_Epidemiologi.jpg.jpg.
- Noor, narsy nur. 2008. *Epidemiologi*. Rineka Cipta.
- Riwianto, Muchsin. 2014. *Buku Ajar Epidemiologi Lingkungan*. http://pustaka.poltekkes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=1868.

BAB IX

SUMBER DATA DAN PENGUMPULAN DATA

Oleh Retno Dewi P

9.1 Pendahuluan

Dalam kegiatan penelitian dibutuhkan permasalahan, fenomena, atau data yang bisa ditarik menjadi sebuah topik, sehingga dibutuhkan pencarian sumber data dan bagaimana cara pengumpulan data. Bagaimana merencanakan, mengumpulkan dan menginterpretasikan data dalam berbagai disiplin ilmu.

Epidemiologi suatu metodologi ilmiah yang digunakan untuk mempelajari epidemi dan temuannya dan hasil studi epidemiologi yang selanjutnya akan digunakan di bidang Kesehatan masyarakat dan kedokteran untuk mengendalikan Kejadian Luar Biasa (KLB) penyakit dan mencegah terulangnya kejadian penyakit tersebut dimasa yang akan datang. Pokok bidang epidemiologi didasarkan pada pemikiran yang jelas, logis, akal sehat, dan rasional yang deduktif, seiring dengan kemajuan IPTEK di dalam Ilmu Bidan Statistic, metode studi epidemiologi dan analisis computer juga mengalami kemajuan dalam ilmu medis dan sangat erat hubungannya dengan epidemiologi. Tindakan pengendalian dan pencegahan penyakit tetap ditekankan.

Fungsi epidemiologi bisa diartikan untuk memastikan bahwa di dalam suatu populasi terdapat kelompok memiliki angka penyakit, cidera, ketidakmampuan, angka kematian tinggi ataupun dengan angka kematian yang rendah. Epidemiologi juga meliputi pemberian ciri pada distribusi status Kesehatan, penyakit atau masalah Kesehatan masyarakat lainnya berdasarkan usia, jenis kelamin, ras, geografi, agama, pendidikan, pekerjaan, perilaku, waktu, tempat, orang dan sebagainya.

Teknik penelitian yang menggunakan studi prospektif dan desain studi eksperimental merupakan metode penelitian empiris. Metode statistic atau statistik inferensial yang menggunakan rumus matematika untuk di aplikasikan pada data parametrik, yang bergantung pada penalaran dalam menggunakan statistic, metode, serta rumus probabilitas dan yang membuat satu kesimpulan untuk menyatakan derajatprobabilitas suatu temuan. Aplikasi Teknik dan statistic matematis untuk mengkaji informasi dan data yang dikumpulkan yang berkaitan dengan ilmu kedokteran dan biomedis serta masalah kesehatan dan social dengan menggunakan statistic inferensial sebagai dasar untuk analisis data yang mencakup pertanyaan tentang p-value, hasil dan analisis merupakan arti dari biostatistik.

Tabel 12. Perbedaan statistik deskriptif dan statistic inferensial

Statistik Deskriptif	Statistik Inferensial
Kualitatif	Kuantitatif
Non parametrik	Parametrik
Observasi	Analitik
Rate, Rasio, Proporsi	Probabilitas, derajat, peluang/signifikansi

9.2 Sumber Data

Penelitian membutuhkan sumber data yang akan diolah, sehingga data yang sudah ada bisa dikategorikan menjadi jenis - jenis data yang disesuaikan menurut sifatnya, cara memperolehnya, sumber datanya, waktu pengumpulannya, dan skala pengukurannya.

a. Berdasarkan Sifat.

Jika berdasarkan sifatnya data dikelompokkan ke dalam dua kelompok yang berbeda yaitu:

Data kualitatif yang dapat diartikan dinyatakan dalam bentuk non-angka atau non- numerik atau bisa disebut atribut. Di dalam istilah computer bisa diartikan dengan bertipe string. Contohnya: persepsi mahasiswa ITSK RS DR Soepraoen Malang

terhadap layanan pendaftaran beasiswa di bagian kemahasiswaan ITSK, sehingga data yang terkumpul dapat berupa persepsi pendapat atau ungkapan kritik saran sehingga jawaban yang mungkin adalah sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang baik.

Data kuantitatif data dalam bentuk angka (data numerik), jika dalam computer sering disebut atau dikenal sebagai data numerik. Contoh misalnya mahasiswa ITSK akan membeli bahan ajar yang sudah dibuat oleh dosen, jika dilihat dari jumlah mahasiswa dan tahun masuknya 2021 dan seterusnya. sehingga data yang diperoleh berdasarkan angka atau dinyatakan dalam angka (data kuantifikasi) atau data kuantitatif. Dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu 1) Data diskret, data hasil pencacahan yang berupa bilangan bulat (integer). Misalnya jumlah mahasiswa jurusan D-3 rekam Medis dan Infokes di ITSK kampus B, Jumlah dosen jurusan D-3 Rekam Medis dan Infokes. 2) Data Kontinu merupakan data hasil proses pengukuran yang dapat berupa bilangan pecahan (bilangan real). Misalnya: tinggi badan Retno adalah 155,5cm dan hasil test IQ Retno adalah 128.

b. Berdasarkan Cara Memperolehnya.

Dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu data primer dan data skunder. 1) Data Primer merupakan data yang diperoleh serta dikumpulkan langsung oleh peneliti dari beberapa sumber data, misalkan melalui Teknik wawancara, observasi, diskusi terfokus (*Focus group discussion, FGD*) ataupun melalui penyebaran kuesioner. 2) Data Sekunder yaitu data yang diperoleh melalui cara tidak langsung dari obyek penelitian, misalkan dari berbagai sumber: Biro Pusat Statistik (BPS), Buku, laporan, Jurnal, serta sumber data lainnya.

c. Berdasarkan Sumber Datanya

Dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu data internal dan data eksternal. 1) Data Internal, yang menggambarkan situasi dan kondisi pada suatu organisasi atau instansi secara internal, contohnya data kepegawaian, data keuangan, data produksi dan seterusnya. 2) Data eksternal yang menggambarkan situasi dan kondisi yang berada diluar

organisasi, contohnya tingkat kepuasan mahasiswa ITSK terhadap layanan akademik dan administrasi, data sebaran mahasiswa, tingkat kepuasan mahasiswa ITSK dan seterusnya.

d. Berdasarkan Waktu Pengumpulan Data.

Dalam pengumpulan data dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu data *cross section* dan data *time series* (Berkala). 1) Data *cross section* yaitu data yang menunjukkan titik waktu tertentu contohnya laporan penilaian mahasiswa ITSK pada tahun 2021-2022 semester genap dan ganjil, Data mahasiswa yang registrasi mata kuliah pengumpulan dan penyajian data masa registrasi 2021. 2) Data *Time Series* (berkala) yaitu suatu data yang menggambarkan dari waktu ke waktu atau periode yang secara historis memiliki riwayat, contohnya misalkan jumlah mahasiswa jurusan D-3 rekam Medis dan Infokes dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021, jumlah semua mahasiswa yang sudah mengikuti kegiatan OSCE dari tahun 2019 sampai dengan 2021, dan Jumlah mahasiswa yang mengikuti kegiatan ikrar (Sumpah Janji Mahasiswa) dari tahun 2019 sampai dengan 2021.

e. Berdasarkan skala

Dibedakan menjadi empat kelompok yaitu data nominal data ordinal, data interval dan data rasio.

Tabel 13. Pengelompokan Data Berdasarkan Skala Pengukuran

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
1.	Nominal	1. Kategori yang dibedakan tanpa memperhatikan urutan. 2. Satu pengukuran hanya menghasilkan satu-satunya kategori. 3. Setiap kategori dianggap sama (tanpa tingkatan). 4. Data paling rendah dalam level pengukuran data. 5. Tidak bisa dioperasikan	a. Jenis Kelamin, b. Suku, c. Agama, d. data alamat, e. Jenis sabun, f. Tempat tanggal lahir.

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
		secara matematis	
2.	Ordinal	1. Dibedakan dalam kategori berdasarkan urutan. 2. Memiliki tingkatan data. 3. Lebih “tinggi” dibanding data nominal dalam level pengukuran data. 4. Tidak bisa dioperasikan secara matematis	a. Juara I, II, III, b. Rangkaing I, II, III c. Tingkat Kepangkatan d. Tingkat Senioritas Pegawai, e. Status Sosial (Kaya, Sedang, Miskin), f. Tingkat Pengetahuan, g. Survei klinik kesehatan (Tidak mau datang=1, piker-pikir dahulu=2, mungkin datang=3, kemungkinan besar datang=4, pasti datang=5).
3.	Interval	1. Memiliki Interval tertentu 2. Urutan bertingkat, dikuantifikasi (diberikan nilai) 3. Lebih tinggi dibandingkan data ordinal dalam level pengukuran. 4. Dapat dianalisis dengan uji statistic	a. Interval suhu (cukup panas: 50 ⁰ -80 ⁰ C panas, 80 ⁰ -110 ⁰ C sangat panas 110 ⁰ -140 ⁰ C), b. Skor IQ, c. Berat badan, d. Nilai maha-

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
		parametrik	siswa, e. Urutan kualitas pelayanan (Sangat puas=5, puas=4 cukup puas=3 kurang puas=2 tidak puas=1)
4.	Rasio	1. Memiliki angka absolut. 2. Data bersifat angka dalam arti yang sesungguhnya. 3. Memiliki kedudukan paling tinggi dalam level pengukuran data 4. Data dioperasikan secara sistematis.	a. Tinggi badan b. Harga saham c. Angka produksi d. Jumlah warga RT 13 e. Jumlah warga desa f. Termometer g. Spidometer

Tabel 14. Hubungan antara Skala Pengukuran dengan Jenis Data

Skala Pengukuran	Kuantitatif	Kualitatif
Nominal		√
Ordinal		√
Interval	√	
Rasio	√	

Dalam statistic disetiap skala data uji statistic yang digunakan berbeda-beda, statistic dan uji statistic yang dapat digunakan untuk setiap skala data.

Skala	Statistik	Uji Statistik
Nominal	Frekuensi, koefisien kontigensi, Modus	Uji statistik, nonparametrik
Ordinal	Median, kuartil, desil, persentil, kendall R dan W, spearman.	Uji statistic nonparametrik
Interval	Mean, standart deviasi, korelasi. Product moment, korelasi person	Uji Statistik parametrik
Rasio	Mean geometric, koefisien variansi	Uji statistic parametrik

9.3 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data seorang peneliti harus teliti, karena sebelum penyajian data harus bisa memahami bagaimana cara-cara pengumpulan data. Ada beberapa metode dalam pengumpulan data meliputi:

- 1) Observasi yaitu kegiatan yang dilakukan dengan cara pengamatan melibatkan semua indera (penglihatan, pendengaran, penciuman, pembau, perasa).
- 2) Wawancara merupakan kegiatan baik terstruktur maupun tidak terstruktur,
 - a) Wawancara Tidak Terstruktur merupakan langkah persiapan yang sudah dirancang dengan pokok permasalahan atau ide yang akan dilontarkan secara langsung, w atau terstruktur dengan merancang pertanyaan yang diajukan untuk upaya menggali isu awal dan sifatnya pertanyaan spontan.
 - b) Wawancara Terstruktur yaitu pertanyaan yang sudah disiapkan secara detail atau informasi apa yang akan dibutuhkan, baik secara *face to face* (wawancara langsung) dan wawancara tidak langsung (contohnya melalui telepon atau internet online).

- 3) Kuesioner (daftar pertanyaan) merupakan daftar atau list pertanyaan secara tertulis yang ditujukan kepada responden, dengan jawaban responden atas semua pertanyaan dalam kuesioner yang selanjutnya akan dirangkum dicatat ataupun direkam. Kuesioner ini merupakan alat pengumpulan data yang sangat efisien jika seorang peneliti ingin mengetahui secara pasti data atau informasi apa yang dibutuhkan dan bagaimana variabel yang menyatakan informasi yang dibutuhkan tersebut diukur. Misalkan ingin mengetahui pengetahuan seorang ibu dalam memberikan pola asuh anaknya maka peneliti bisa mengupas pertanyaan yang dapat menjawab tujuan peneliti.
- 4) Pengukuran Fisik jenis data ini bisa berupa obyek atau benda fisik misalkan tanah, bangunan, buku, kendaraan dst. Dari metode pengukuran fisik bisa berupa obyek empirik ke obyek angka-angka dengan berubah yang setara. Misalkan pada tanah bisa dikumpulkan data fisik berupa ukuran panjang lebar (meter) dari tanah tersebut, jenis tanah atau adakah bebatuannya.
- 5) Percobaan laboratorium yang dilaksanakan didalam gedung laboratorium yang awalnya dilakukan perancangan percobaan (*experimen design*) yang dimaksudkan bukan hanya ruangan untuk kegiatan kedokteran, biologi, kimia, fisika, atau ilmu rekayasa tetapi dapat memiliki oengendalian yang sangat kuat terkait dengan PH (pengendalian ketat) jika yang dilakukan misalkan pertumbuhan tanaman akan sangat berpengaruh dengan banyak faktor, dalam hal penggunaan ruang laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Aunuddin, 2005, Statistik: Rancangan dan Analisis Data, Bogor; IPB Press
- Cressie, N.A.C,1991, *Statistik For Spatial Data USA*; John Wiley&Sons,Inc
- Kunoli, Firdaus J. 2013. Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular Untuk Mahasiswa Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Trans Info Media
- Santoso, 2004 Mengolah Data Statistik Secara Profesional, jakarta; Elex Media Komputindo.
- Sudjana, 1992. Metode Statistika, Bandung; Tarsito
- Sugiyono, 2003, Statistik untuk Peneliti, bandung; Alfabeta
- . 2012. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.
- . 2015. Kesehatan Masyarakat Ilmu Dan Seni. Jakarta: PT Rineka Cipta.

BAB X

INSTRUMEN EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

Oleh Syarifah Aini

10.1 Pendahuluan

Di dalam pengumpulan data diperlukan suatu alat yang disebut “Instrumen Pengumpulan Data”. Alat pengumpul data ini tergantung pada jenis dan tujuan penelitian serta data yang akan diambil (dikumpulkan).

Instrumen merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan penelitian, sebagai pengukur variabel penelitian memegang peranan penting dalam memperoleh informasi yang akurat dan tepercaya.

Menurut Suharsimi Arikunto (2000:134), instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis.

Ibnu Hadjar (1996:160) berpendapat bahwa instrumen merupakan alat ukur yang digunakan untuk memperoleh informasi kuantitatif tentang variasi karakteristik variabel secara objektif.

Menurut Indrawan dan Yaniawati (2014 : 122) berpendapat bahwa instrumen pengumpulan data adalah alat pengukur yang merupakan faktor penting dalam menghimpun data yang diharapkan dalam suatu penelitian.

Instrumen pengumpul data menurut Sumadi Suryabrata (2008:52) adalah alat yang digunakan untuk merekam keadaan dan aktivitas atribut psikologis. Atribut psikologis itu secara teknis biasanya digolongkan menjadi kognitif dan atribut non kognitif. Sumadi mengemukakan bahwa untuk atribut kognitif, perangsangnya adalah pertanyaan. Sedangkan untuk atribut non kognitif, perangsangnya adalah pernyataan.

Dari beberapa pendapat para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi kuantitatif tentang variabel yang sedang diteliti. Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, menyelidiki suatu masalah. Instrumen penelitian dapat diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisa dan menyajikan data-data secara sistematis serta objektif dengan tujuan memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu hipotesis. Jadi semua alat yang bisa mendukung dalam pelaksanaan suatu penelitian dapat disebut sebagai instrumen penelitian.

Untuk mengumpulkan data dalam suatu penelitian, kita dapat menggunakan instrumen yang telah digunakan pada penelitian terdahulu atau dapat pula menggunakan instrumen yang dibuat sendiri. Instrumen yang telah tersedia pada umumnya adalah instrumen yang sudah dianggap teruji untuk mengumpulkan data variabel -variabel tertentu.

Instrumen penelitian yang umum digunakan telah memiliki 2 (dua) kriteria lulus uji yaitu, validitas dan realibilitas. Validitas diartikan sejauh mana suatu instrumen melakukan fungsinya atau mengukur apa yang seharusnya diukur atau sejauh mana ketepatan suatu instrumen dalam melakukan fungsinya. Sedangkan reliabilitas menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya.

10.2 Jenis Instrumen Epidemiologi Lingkungan

Menyusun instrumen pada dasarnya adalah menyusun alat evaluasi untuk memperoleh data tentang sesuatu yang akan diteliti dan hasil yang diperoleh dapat diukur dengan menggunakan standar yang telah ditentukan sebelumnya. Instrumen pengumpulan data dapat menggunakan 3 cara yakni Angket atau kuesioner, observasi dan wawancara.

10.2.1 Angket atau kuesioner

1. Pengertian

Angket atau kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden , dalam hal ini berupa laporan tentang pribadinya atau hal-hal yang ia ketahui. Angket (kuesioner) yaitu alat pengumpulan data dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk menjawabnya. Kuesioner atau angket ini cocok digunakan apabila jumlah responden dalam skala besar dan tersebar di wilayah yang luas. Kuesioner dapat berupa pertanyaan/pernyataan tertutup dan terbuka dan juga dapat diberikan kepada responden secara langsung atau melalui daring kuesioner.

Angket di dalam kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) disebut dengan daftar pertanyaan tertulis mengenai masalah tertentu dengan ruang untuk jawaban bagi setiap pertanyaan. Angket sama dengan kuesioner yaitu suatu alat riset atau survei yang terdiri atas serangkaian pertanyaan tertulis, bertujuan mendapatkan respon atau dari kelompok orang terpilih melalui wawancara pribadi, atau bisa juga disebut daftar pertanyaan.

2. Prinsip-prinsip Pembuatan Angket Penelitian

Menurut Kasnodihardjo (1993,22) menjelaskan bahwa ada beberapa prinsip dalam penyusunan angket/ kuesioner penelitian. Syarat-sarat yang harus dipenuhi sebagai berikut:

a. Jelas

Pada umumnya, masalah yang timbul menyangkut penggunaan kata-kata yang tepat supaya responden memahami benar pertanyaan yang diajukan. Ada kalanya hanya karena satu kata yang ganjil maka jawabannya berbeda dan jauh dari yang diharapkan.

b. Membantu ingatan responden

Pertanyaan harus dibuat sedemikian rupa, sehingga memudahkan responden untuk mengingat-ingat Kembali hal-hal yang diperlukan untuk menjawab suatu pertanyaan. Cara yang sering dipakai ialah menggunakan "*timeline*"

dengan mengambil suatu peristiwa penting yang mudah diingat oleh responden. Setelah menggunakan cara tersebut, lalu masuk pada pertanyaan yang betul-betul diinginkan.

c. Membuat responden bersedia untuk menjawab

Kuesioner yang kita susun sebaiknya berisi pertanyaan yang sekiranya tidak akan ditolak oleh responden dalam memberikan jawaban. Artinya kuesioner harus memperhatikan susunan pertanyaan maupun kata-katanya. Oleh karena itu, diusahakan seorang peneliti hendaknya tidak menanyakan hal yang sulit atau hal-hal yang bersifat pribadi dalam wawancara.

d. Menghindari bias

Seringkali responden menolak untuk memberikan jawaban atau malah memberikan jawaban yang lain contohnya apabila pertanyaan tersebut terkait dengan pendapatan dan pengeluaran. Maka untuk menghindari bias tersebut, maka dipilih kalimat atau kata-kata yang tepat, misalnya dalam bentuk “perkiraan” atau “rata-rata”.

e. Mudah mengutarakan

Seorang peneliti kerap menemui hambatan karena responden tidak bisa menjelaskan jawabannya secara jelas dan rinci. Untuk mengantisipasi hal tersebut, peneliti hendaknya mempersiapkan hal-hal yang dapat menunjang keberhasilan wawancara. Misalnya dengan membawa contoh gambar atau suatu benda yang bisa membuat responden untuk memberikan jawabannya.

f. Dapat menyaring responden

Peneliti sebaiknya menyeleksi responden yang digunakan dalam penelitian, dengan memperhatikan isi pertanyaan sehingga tidak salah dalam memberikan pertanyaan pada responden.

Dalam membuat angket, bagian -bagian angket yang sebaiknya ada yakni:

- 1) Judul
- 2) Pengantar kuesioner, yakni menerangkan maksud pengumpulan data, jaminan kerahasiaan data, ucapan terima kasih
- 3) Identitas responden
- 4) Isi kuesioner. Pertanyaan penyaring. Pertanyaan lanjutan

3. Tujuan dan Fungsi Angket Penelitian

Tujuan penggunaan angket penelitian:

- 1) Memperoleh data dan latar belakang suatu individu atau kelompok yang digunakan pada sampel penelitian.
- 2) Menghimpun sejumlah informasi-informasi yang relevan dengan kepentingan penelitian yang dilakukan.
- 3) Angket bisa menjadi alat assesmen, maka dari itu penentuan responden perlu diperhatikan, agar informasi yang diperoleh dapat secara maksimal.

Fungsi angket penelitian:

- 1) Menjamin validitas informasi yang diperoleh dengan metode lain
- 2) Mengevaluasi program atau kepentingan
- 3) Mengambil sampel sikap atau pendapat responden
- 4) Mengumpulkan informasi sebagai bahan dasar dalam rangka penyusunan program

4. Jenis Angket Penelitian

a. Angket terbuka

Adalah angket yang didalamnya diberikan kolom yang bebas dijawab oleh responden. Jawaban pada angket terbuka tidak dibatasi dengan alternatif-alternatif jawaban seperti pada angket tertutup. Apabila jawaban tidak ditentukan sebelumnya (responden yang mengisi jawabannya sendiri)

b. Angket tertutup

Adalah angket yang di dalamnya sudah terdapat alternatif-alternatif jawaban yang dapat dijawab oleh para responden. Alternatif jawaban pada angket terbuka bisa berupa “YA” atau “TIDAK” atau bisa juga pilihan objektif, sehingga responden memilih jawaban yang sesuai dengannya. Alternatif jawaban telah disediakan (responden tinggal memilih jawaban)

c. Kombinasi angket penelitian tertutup dan terbuka

Kombinasi antara angket penelitian terbuka dan angket penelitian tertutup di dalamnya terdapat pertanyaan yang bersifat bebas dijawab oleh responden dan ada juga pertanyaan yang disertai alternatif-alternatif jawaban yang bisa dipilih responden.

d. Angket penelitian langsung

Angket penelitian langsung adalah angket penelitian yang di dalamnya berisi daftar pertanyaan yang berkaitan dengan personal atau pribadi responden, ada relevansi dengan penelitian. Contohnya adalah nama, pekerjaan dan sebagainya.

e. Angket penelitian tidak langsung

Angket penelitian tidak langsung adalah angket penelitian yang didalamnya berisi daftar pertanyaan tentang orang lain yang dijawab oleh responden, karena respondenlah yang mengetahui jawaban mengenai hal-hal tersebut.

Dalam membuat angket, kriteria yang perlu diperhatikan dalam persiapan dan penyusunan angket yakni, sebagai berikut,

- 1) Pertanyaan harus singkat dan jelas, terutama jelas bagi calon penjawab
- 2) Jumlah pertanyaan hendaknya dibuat seminimal mungkin, agar menghemat waktu
- 3) Pertanyaan sebaiknya cukup merangsang minat penjawab
- 4) Pertanyaan dapat “memaksa” penjawab untuk memberikan jawaban yang mendalam, tetapi “to the point”

- 5) Pertanyaan tidak menimbulkan jawaban yang meragukan
- 6) Pertanyaan tidak bersifat interogatif, dan jangan sampai menimbulkan kemarahan bagi penjawab
- 7) Pertanyaan tidak menimbulkan kecurigaan pada penjawab

5. Langkah-langkah dalam menyusun

Menurut Kasnodihardjo (1993: 25) menjelaskan bahwa ada prosedur atau Langkah-langka dalam penyusunannya. Prosedurnya seperti dibawah ini.

- 1) Perencanaan yang matang dalam menyiapkan keperluan yang akan digunakan untuk kuesioner tersebut. Selain itu, peneliti harus menentukan sumber data atau responden yang akan diberi pertanyaan.
- 2) Informasi atau data yang ingin diperoleh dari sumber tersebut haruslah dicatat/daftar mulai dari data pokok yang diperlukan dan seterusnya.
- 3) Mencoba menempatkan diri menjadi orang-orang atau posisi seseorang yang akan memberikan jawaban /informasi.
- 4) Menentukan urutan topik yang sesuai untuk ditanyakan terlebih dahulu.
- 5) Menyusun pertanyaan -pertanyaan dengan jelas dan tidak ambigu, sehingga responden bisa memberikan jawaban secara jelas.
- 6) Menentukan format kuesioner yang akan digunakan, seperti menyediakan ruang untuk jawaban dan sebagainya.
- 7) Setelah yakin dengan pertanyaan dan format angket yang digunakan, peneliti menempatkan diri sebagai pewawancara, mengukur pertanyaan-pertanyaan tersebut sudahkah baik dan tepat atau belum.
Jika semuanya sudah siap untuk digunakan, saat terjun ke lapangan untuk mewawancarai responden yang berkaitan dengan penelitian.

6. Kelebihan dan dan kekurangan Angket Penelitian

Kelebihan:

- 1) Menghemat tenaga dan mungkin biaya
- 2) Setiap responden dapat menerima pertanyaan yang sama
- 3) Pada angket tertutup, memudahkan tabulasi hasil
- 4) Pada angket terbuka, responden dapat memberikan jawaban ang bebas
- 5) Responden diberikan waktu yang cukup untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan
- 6) Dapat tehindarkan dari pengaruh subjektivitas
- 7) Pengisi angket tidak harus menyertakan nama atau anonim, sehingga bisa menjelaskan jawaban secara gambang.
- 8) Tidak membutuhkan waktu yang lama, artinya dalam waktu singkat (serentak) dapat diperoleh data yang banyak
- 9) Secara psikologis responden tidak merasa terpaksa dan dapat menjawab lebih terbuka dan sebagainya.

Kekurangan:

- 1) Responden sering tidak teliti dalam menjawab atau mengisi angket tersebut
- 2) Sulit untuk mendapatkan jaminan bahwa jawaban yang diberikan oleh repsonden adalah tepat
- 3) Penggunaannya sangat terbatas, yaitu hanya pada responden yang bisa membaca dan menulis
- 4) Pertanyaan dan pertanyaan dalam angket dapat ditafsirkan salah oleh responden
- 5) Sulit mendapatkan jaminan bahwa semua responden mengembalikan angket yang diberikan.

10.2.2 Wawancara

Jenis instrumen Pengumpul Data yang kedua yakni Wawancara. Wawancara ini dilakukan secara langsung, meski sekarang bisa dilakukan secara daring dan berjarak. Namun, wawancara tidak mengharuskan langsung berhadapan. Peneliti

dapat memberikan daftar pertanyaan untuk dijawab pada kesempatan lain. Instrumen tersebut dapat berupa :

- 1) Pedoman wawancara
- 2) *Check List*

Wawancara digunakan sebagai Teknik pengumpul data apabila ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti terlebih dahulu. Selain untuk riset awal, wawancara juga berguna untuk mengetahui hal dari responden yang lebih mendalam pada jumlah responden yang kecil/sedikit. Wawancara dapat dilakukan secara terstruktur maupun tidak terstruktur melalui tatap muka maupun dengan telepon.

Hal-hal yang perlu kamu perhatikan dalam wawancara yakni,

- 1) Subjek (responden) adalah orang yang paling tahu tentang dirinya sendiri atau memegang peran penting berkaitan dengan data yang kamu butuhkan
- 2) Apa yang dinyatakan oleh subjek kepada peneliti adalah benar dan dapat dipercaya
- 3) Interpretasi subjek tentang pertanyaan -pertanyaan yang diajukan peneliti kepadanya adalah sama dengan apa yang dimaksudkan peneliti

Secara umum, terdapat dua macam pedoman wawancara.

1. Pedoman Wawancara Terstruktur, yaitu pedoman wawancara yang disusun secara rinci menyerupai *Check List*. Pewawancara tinggal membubuhkan tanda V (*check*) pada nomor yang sesuai.

Kelemahan pada wawancara jenis ini membuat data yang diperoleh tidak kaya. Jadwal wawancara berisi sejumlah pertanyaan yang telah direncanakan sebelumnya.

Wawancara terstruktur digunakan sebagai Teknik pengumpul data bila diketahui pasti tentang informasi apa yang akan diperoleh maka kita harus :

- 1) Menyiapkan instrumen penelitian berupa pertanyaan tertulis yang alternatif jawabannya yang telah disiapkan

- 2) Setiap responden diberi pertanyaan yang sama dengan pengumpul data.
- 3) Pewawancara harus memberikan instrumen sebagai pedoman bagi narasumber dan dengan membawa alat bantu seperti *tape recorder*, gambar, brosur, *handphone*, laptop dan material lain yang dapat membantu terlaksananya wawancara.
2. Pedoman Wawancara tidak terstruktur, yaitu pedoman wawancara hanya memuat garis besar yang akan ditanyakan. Tentu saja, kreativitas pewawancara sangat diperlukan, bahkan hasil wawancara dengan jenis pedoman ini lebih banyak bergantung pada pewawancara. Jenis wawancara ini sangat tepat untuk penelitian kasus.
Wawancara ini bersifat bebas tanpa harus memberikan atau ada pedoman wawancara yang tersusun secara sistematis. Pada wawancara ini peneliti harus memiliki keahlian dalam melakukan wawancara pada responden responden sehingga data yang dibutuhkan dapat diperoleh.

10.2.3 Observasi

Observasi dalam sebuah penelitian diartikan sebagai pemusatan perhatian terhadap suatu objek dengan melibatkan seluruh indera untuk mendapatkan data, meliputi melihat, mendengar dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang akan diteliti. Sehingga dalam melakukan observasi atau pengamatan bukan hanya mengunjungi, melihat, atau menonton tetapi disertai keaktifan jiwa atau perhatian khusus dan melakukan pencatatan –pencatatan.

Jenis Instrumen Pengumpul Data (Observasi). Observasi Teknik ini menuntut adanya pengamatan dari peneliti baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap obyek penelitiannya. Instrumen yang digunakan.

1. Lembar Pengamatan (*Check List*)

Merupakan suatu daftar untuk men"cek", yang berisi nama subjek dan beberapa gejala serta identitas lainnya dari sasaran pengamatan. Pengamat hanya memberikan tanda check (V) pada daftar tersebut yang menunjukkan adanya gejala atau ciri dari sasaran pengamatan. Check List ini dapat bersifat individu maupun berkelompok.

Contoh Check List dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 15. Contoh *Check List* kelompok

Nama	Faktor/Gejala			
	Disiplin	Pengetahuan	Ketekunan	Keterampilan
Ani	V	V	V	-
Rima	V	V	V	-
Misliyanti	V	V	-	V
Dina	V	V	-	-
Yuni	V	V	V	V
Neny	V	V	V	V

Kelemahan Check List ini hanya dapat menyajikan data yang bersifat kasar, karena hanya mencatat ada atau tidak gejala sehingga kurang memberikan informasi yang bersifat kualitatif.

2. Skala Penilaian (*Rating Scale*)

Rating Scale ini dapat merupakan satu alat pengumpulan data untuk mengelompokkan, menggolongkan, dan menilai seseorang atau suatu gejala yang berisikan ciri-ciri tingkah laku, yang dicatat secara bertingkat. Jenis Skala penilaian ini antara lain:

1) Bentuk kuantitas yang menggunakan skor atau ranking

Tabel 16. Contoh penilaian terhadap gejala tertentu

Gejala	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerja sama			X		
Kerajinan		X			
Partisipasi				X	
Ketekunan					X
Dsb					

Pengamat atau peneliti tinggal memberikan skor sesuai dengan pendapatnya, sesuai dengan gejala yang diamati sendiri dan menurut diri sendiri (subjektif).

2) *Rating Scale* dalam bentuk deskripsi

Contoh: Penilaian terhadap kerja sama:

Kerjasama : 1---2---3---4---5

5 = Dapat/mau bekerja sama dengan orang lain

4 = Kadang-kadang mau bekerja sama

3 = Mau bekerja sama tetapi dengan orang-orang tertentu saja

2 = Tidak mau bekerja sama secara baik dengan orang lain pada bidang tertentu

1 = Tidak mau bekerja sama dengan orang lain sama sekali

Pengamat memberikan tanda check pada nilai (angka) sesuai dengan pendapatnya sehubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tersebut.

3) *Rating Scale* dalam bentuk grafis

Contoh: Bekerja mandiri (*independency*)

()	()	()	()	()
Selalu minta petunjuk	Biasanya minta petunjuk	Dalam hal tertentu perlu petunjuk	Sewaktu- waktu perlu pengawas	Bekerja baik bila dibiarkan sendiri

Pengamat memberikan tanda check (v) pada skala gejala yang telah tersusun. Kelemahan dari skala penilaian ini sangat subjektif dan sangat kaku (rigid), sehingga kurang memberikan kesempatan luas kepada observer.

3. **Daftar Riwayat Kelakuan (*Anecdotal Record*)**

Berisi catatan -catatan mengenai tingkah laku seseorang (*observe*) yang luar biasa sifatnya atau yang khas. Catatan seperti ini kecuali dibuat oleh pengamat, sering pula dibuat oleh pemimpin organisasi, direktur perusahaan dan sebagainya. Pada prinsipnya daftar Riwayat kelakuan harus dibuat secepat mungkin dikala peristiwa terjadi atau sesudah terjadi dengan catatan ucapan atau tingkah laku tertentu dari anggota suatu masyarakat.

4. **Alat-alat mekanik**

Alat-alat mekanik yang dimaksud antara lain : alat perekam, alat fotogrfsis, film, tape recorder, kamera televisi dan sebagainya. Alat-alat tersebut setiap saat dapat diputar kembali untuk memungkinkan mengadakan analisis secara teliti.

10.3 Uji Kuesioner Sebagai Alat Ukur

Kuesioner sebelum digunakan perlu dilakukan uji validitas dan uji reabilitas. Maka kuesioner tersebut perlu dilakukan uji coba” trial “ pada responden yang memiliki sifat atau ciri yang sama dengan sampel penelitian yang akan dilaksanakan.

Untuk memperoleh distribusi nilai hasil pengukuran mendekati normal, maka sebaiknya jumlah responden untuk uji coba paling sedikit 20 orang. Kemudian hasil dari uji coba

tersebut digunakan untuk mengetahui sejauh mana alat ukur yang telah disusun memiliki “validitas” dan “reabilitas”. Suatu alat ukur harus memiliki kriteria “validitas” dan “reabilitas”.

10.3.1 Validitas

Validitas adalah suatu indeks yang menunjukkan alat ukur tersebut benar-benar mengukur apa yang diukur. Apabila seseorang anak balita beratnya 20 kg, maka timbangan yang digunakan untuk menimbang anak tersebut juga menunjukkan berat 20 kg, bukan 19,5 kg atau 20,5 kg. Hal ini menunjukkan bahwa timbangan tersebut valid. Demikian pula instrumen yang digunakan dalam penelitian epidemiologi lingkungan harus dapat mengukur apa yang diukur.

Untuk mengetahui apakah instrumen yang kita susun tersebut mampu mengukur apa yang hendak kita ukur, maka perlu diuji dengan menggunakan uji korelasi antara skors (nilai) tiap-tiap item (pertanyaan) dengan skors total kuesioner tersebut. Bila semua pertanyaan tersebut memiliki korelasi yang bermakna (*construct validity*). Apabila instrumen tersebut telah memiliki validitas konstruk, berarti semua item (pertanyaan) yang ada di dalam instrumen tersebut (kuesioner) itu mengukur konsep yang kita ukur. Contohnya : kita akan mengukur pengetahuan tentang diare, maka kita susun pertanyaan -pertanyaan seperti ini :

- 1) Apakah saudara pernah mendengar tentang diare?
- 2) Bila pernah, menurut anda apa yang menjadi penyebab timbulnya diare?
- 3) Bagaimana cara pencegahan diare ?
- 4) Bagaimana cara pengobatan diare ?
- 5) Dan seterusnya.

Pertanyaan -pertanyaan tersebut diberikan kepada kelompok responden sebagai sasaran uji coba. Kemudian pertanyaan-pertanyaan (kuesioner) tersebut diberi skors atau nilai masing-masing sesuai dengan system penilaian yang telah ditetapkan, misalnya :

- 2 : untuk jawaban yang paling benar
- 1 : untuk jawaban yang mendekati benar
- 0 : untuk jawaban yang salah

Sebagai gambaran, misalnya distribusi skors untuk masing-masing pertanyaan dari 10 responden, sebagai berikut :

Tabel 17. Distribusi skor tiap-tiap pertanyaan

Responden	Nomor Pertanyaan										Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Skor/Pertanyaan										
A	2	1	1	2	0	1	2	2	1	1	14
B	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	15
C	2	1	1	1	0	2	1	2	1	0	13
D	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	16
E	1	2	2	2	2	2	1	2	1	0	13
F	2	1	2	1	0	2	1	2	1	0	12
G	1	2	2	1	0	1	2	2	1	1	13
H	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0	16
I	2	2	2	1	1	0	2	1	1	0	12
J	2	2	2	2	0	2	1	2	1	0	14

Kemudian kita menghitung korelasi antara skors masing-masing pertanyaan dengan skors total sehingga ada 10 pertanyaan di dalam kuesioner kita. Maka akan ada 10 uji korelasi, yaitu pertanyaan nomor 1 dengan total.... Skors, pertanyaan 2 dengan total.....skors, pertanyaan 3 dengan total.....skors, dan seterusnya.

Teknik korelasi yang digunakan adalah Teknik korelasi “*product moment*” yang rumusnya sebagai berikut :

$$R = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

lebih lanjut perhitungan ini dapat dilihat pada contoh di bawah ini. Contoh korelasi antara pertanyaan nomor 1 dengan skor total.

Responden	X	Y	X ²	Y ²	XY
A	2	14	4	196	28
B	2	15	4	225	30
C	2	13	4	169	26
D	2	16	4	256	32
E	1	13	1	169	13
F	2	12	4	144	24
G	1	13	1	169	13
H	2	16	4	256	32
I	2	12	4	144	24
J	2	14	4	196	28
N=10	18	138	36	1924	250

Keterangan:

X : pertanyaan nomor 1

Y : skor total

XY : skor pertanyaan nomor 1 dikali skor total

Selanjutnya memasukkan angka-angka tersebut ke dalam rumus di atas, sebagai berikut.

$$R = \frac{(10 \times 250) - (18 \times 138)}{\sqrt{(10 \times 36 - 18^2)(10 \times 1924 - 138^2)}}$$

$$R = 0,190$$

Setelah dihitung semua korelasi antara masing-masing pertanyaan dengan skor total, misalnya diperoleh hasil sebagai berikut.

Pertanyaan	1	0,190
	2	0,720
	3	0,640
	4	0,710
	5	0,550
	6	0,810
	7	0,690
	8	0,720
	9	0,660
	10	0,150

Untuk mengetahui apakah nilai korelasi tiap-tiap pertanyaan itu sig-nificant, maka perlu dilihat pada tabel nilai

product moment, yang biasanya ada di dalam buku-buku statistik.

Untuk jumlah responden 10, berdasarkan tabel, taraf signifikansi yang diperlukan ialah 0,632. Oleh sebab itu, nilai korelasi dari pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner tersebut yang memenuhi taraf signifikansi (di atas 0,632) adalah pertanyaan : 2,3,4,6,7,8,9. Sedangkan nomor 1,5 dan 10 tidak bermakna. Selanjutnya untuk memperoleh alat ukur yang valid, maka pertanyaan nomor 1,5 dan 10 tersebut harus diganti atau direvisi atau dihilangkan.

10.3.2 Reliabilitas

Reliabilitas ialah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Hal ini berarti menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran itu tetap konsisten atau tetap asas (ajeg) bila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih terhadap gejala yang sama, dengan menggunakan alat ukur yang sama.

Apabila tinggi seorang anak diukur dengan sebuah meteran kayu, dan pengukuran dilakukan berkali-kali dengan meteran yang sama, maka hasilnya (tinggi anak tersebut) akan tetap atau tidak berubah-ubah. Tetapi apabila meteran tersebut dibuat dari plastik misalnya, maka hasilnya akan berubah-ubah (tidak tetap). Hal ini akan tergantung bagaimana kita memegang meteran tersebut. Apabila cara memegangnya agak kendor, hasilnya akan lebih rendah. Tetapi apabila memegang dengan tarikan yang kuat, maka hasilnya akan kemungkinan akan lebih tinggi.

Meteran (alat ukur) yang dibuat dari kayu dapat menghasilkan hasil ukur yang reliabel dibandingkan dengan meteran yang terbuat dari plastik. Maka dapat disimpulkan meteran kayu hasilnya lebih konsisten sedangkan meteran plastik tidak atau kurang konsisten.

Cara perhitungan reliabilitas suatu alat ukur dapat dilakukan dengan menggunakan teknik sebagai berikut :

1. Teknik Tes-tes ulang

Yaitu memberikan kuesioner yang diujikan pada sekelompok responden yang sama sebanyak dua kali. Jarak antara tes pertama dan kedua sebaiknya tidak terlalu dekat dan terlalu jauh. Selang waktu antara 15 – 30 hari. Apabila terlalu dekat dikhawatirkan responden masih mengingat pertanyaan yang diujikan. Sementara apabila terlalu dekat waktu pelaksanaannya akan memungkinkan terjadinya perubahan dalam variabel yang akan diukur.

Hasil pengukuran pertama dikorelasikan dengan hasil pengukuran (tes) yang kedua menggunakan teknik korelasi *product moment* tersebut. Contoh teknik tes-tes ulang dapat dilihat sebagai berikut :

Pengukuran pertama (Skors Total Tiap Responden)	Pengukuran Kedua (Skors Total Tiap Responden)
14	15
15	15
13	13
16	15
13	14
12	14
13	13
16	16
12	13
14	13
14	13

Hasil ini dihitung korelasinya dengan menggunakan rumus seperti tersebut di depan. Apabila hasil dari korelasi sama atau lebih dari angka kritis pada derajat kemaknaan : P 0,05 (lihat tabel), maka alat ukur atau kuesioner tersebut reliabel. Tetapi bila hasil yang diperoleh di bawah angka kritis, maka kuesioner tersebut tidak reliabel sebagai alat ukur.

2. Teknik Belah Dua

Instrumen berupa kuesioner yang telah disusun dibelah atau dibagi menjadi dua. Maka pertanyaan dalam kuesioner

harus cukup banyak, berkisar 40 -60 pertanyaan. Langkah-langkah yang dilakukan anatara lain:

- a. Mengajukan kuesioner kepada kelompok responden, kemudian dihitung validitas masing-masing pertanyaan. Pertanyaan yang valid dihitung sedangkan yang tidak valid dibuang.
- b. Membagi pertanyaan-pertanyaan yang valid tersebut menjadi dua kelompok secara random. Sebagian dimasukkan kedalam belahan yang pertama dan sebagian lagi dimasukkan kedalam belahan kedua.
- c. Skors untuk masing-masing item pertanyaan pada tiap belahan dijumlahkan sehingga akan menghasilkan 2 kelompok skor total, yakni untuk belahan pertama dan belahan kedua.
- d. Melakukan uji korelasi dengan rumus korelasi *product moment* tersebut, antara belahan pertama dengan belahan kedua.
- e. Selanjutnya dengan daftar seperti uji korelasi sebelumnya, dapat diketahui reliabilitas kuesioner tersebut.

3. Teknik Paralel

Teknik ini kita membuat dua alat ukur (kuesioner) untuk mengukur aspek yang sama. Kedua kuesioner tersebut di uji cobakan kepada sekelompok responden yang sama. Kemudian masing-masing pertanyaan pada kedua kuesioner dihitung validitasnya. Dari pertanyaan kedua kuesioner yang nilainya tidak valid dibuang kemudian yang valid dihitung nilai total skorsnya. Skors total dari masing-masing responden dari kedua kuesioner tersebut dihitung korelasinya dengan menggunakan teknik korelasi *product moment* seperti contoh sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, (2021). *√ Pengertian Pedoman Wawancara, Proses, Tahapan, dan Contohnya / PenelitianIlmiah.com*. [online] Available at: <https://penelitianilmiah.com/pedoman-wawancara/> [Accessed 9 Mar. 2022].
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Budiarto, E. and Anggraeni, D. (2002). *Pengantar epidemiologi*. 2nd ed. Jakarta Buku Kedokteran EGC.
- Bustan, M.N. (2006). *Pengantar epidemiologi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hadjar, I. (1996). *Dasar-dasar metodologi penelitian kuantitatif dalam pendidikan*. Depok: Raja Grafindo Persada.
- Indrawan, R., Yaniawati, R.P.. (2014). *Metodologi penelitian*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Notoadmodjo, S. (2010). *Metodologi penelitian kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Penerbit Deepublish. (2021). *Angket Penelitian: Pengertian, Prinsip, Jenis, Langkah-langkah, dan Contohnya*. [online] Available at: <https://penerbitdeepublish.com/angket-penelitian/> [Accessed 9 Mar. 2022].

BAB XI

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Oleh Mahaza

11.1 Pendahuluan

Analisis data adalah suatu tahap mengorganisir data sesuai dengan pola, kategori, dan unit-unit deskriptif tertentu. Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkara dan lain sebagainya). Dalam perkataan lain, analisis adalah kegiatan mencari sebab-akibat. Pengertian lain analisis adalah menguraikan suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian-bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat.

Menganalisis data adalah kelanjutan dari mengolah data, bertujuan mencari sebab-akibat dari data yang telah diringkas (direduksi)

Dalam menganalisis suatu masalah, peneliti mengemukakan pendiriannya. Pendirian itu memiliki dua unsur, yaitu Tesis dan Argumen.

Tesis. Yang dimaksudkan tesis adalah perspektif atau pandangan yang dimiliki peneliti terhadap data yang telah diolah bekan sebagai dugaan sementara (hipotesis). Perspektif adalah yang harus diperlihatkan dalam bentuk gambar (dimensi yang sesuai) sehingga tampak seperti keadaan sebenarnya dalam pikiran pembaca.

Argumentasi adalah (1) Cara-cara yang digunakan peneliti untuk meyakinkan pembaca agar menerima tesis yang dikemukakan. (2) Alasan yang dikemukakan untuk menguatkan pendapat atau menolak pendapat. (3) Penegasan bahwa suatu kesimpulan merupakan konsekuensi dari proses penalaran. [Penalaran adalah proses berpikir yang bertolak dari

pengamatan indera (pengamatan empirik) yang menghasilkan sejumlah konsep dan pengertian. Kegiatan berpikir tentang sesuatu secara sungguh-sungguh dan logis inilah yang disebut Penalaran.] [empirik adalah adalah suatu keadaan yang bergantung pada bukti yang diamati oleh seseorang. ... Pengertian lain empirik adalah suatu pengetahuan yang didapatkan setelah melalui pengalaman. Empirik sangat bertolak belakang dengan teori.]

Argumentasi itu terlihat dari rangkaian penalaran yang digunakan peneliti dalam tulisannya, yaitu berupa argumen-argumen yang saling terkait dan secara keseluruhan menunjang kesimpulan penelitian. Dalam tulisan ilmiah pemaparan sebab-akibat yang dilakukan peneliti adalah memperlihatkan kejadian/peristiwa seolah-olah pembaca sedang melihat/melakukan/mengalami sendiri dan mencari sendiri.

Analisis pada dasarnya dapat dipandang dari dua hal yaitu: Dilihat (Melihat) dan Mencari

- 1) Masalah apa yang ada *dilihat* pada obyek atau *melihat* apa yang ada pada obyek kemudian memahami/pemahaman arti keseluruhan.
- 2) *Mencari* apa yang ada dibelakang obyek.
Metoda apa yang digunakan untuk menganalisis, tergantung kepada permasalahan yang diteliti.

Bila *analisis berdasarkan pada “melihat”*, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- 1) Komponen-komponen yang dicari,
- 2) Bentuk dan struktur,
- 3) Dinamika (kekutan dan kelemahan yang mendorong),
- 4) Fase-fase perkembangan dan
- 5) Aspek-aspek yang ditemukan.

Bila *Analisis berdasarkan pada “mencari”*, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- 1) Ada atau tidaknya hubungan,
- 2) Besarnya pengaruh,
- 3) Mendeskripsikan dan

4) Bersifat ferifikatif.

11.2 Cara Menganalsis

Ya....Bagaimana menganalisis? Itulah yang dikemukakan berikut. Pada dasarnya yang dilakukan dalam menganalisis sebagaimana diungkapkan diatas yaitu *mencari* dan *melihat*. Apa yang dimaksud dengan mencari dan melihat? Perhatikan/Lihat contoh-contoh berikut:

1. *Hasil perhitungan dari beberapa pengusaha menengah dan kecil tentang efisiensi usaha.* Selain efisiensi dihitung juga biaya tetap, biaya variabel, titik pulang poko (BEP). Kesemua data hasil pengolahan, kemudian disajikan dalam satu table. Tabel akan memperlihatkan nilai efisiensi untuk setiap usaha yang berbeda, begitu juga biaya-biaya lain dan BEP. Perbedaan inilah yang menjadi dasar analisis/pembahasan dan interpretasi. (Inilah yang dikatakan *melihat*).
2. *Dipunyai sekumpulan datum (data) dengan ukuran n, ingin diketahui pengaruh* atau hubungan fungsional antara variabel bebas/pengaruh x dan variabel terikat/terpengaruh y . Untuk itu digunakan regresi linier sederhana $y = b_0 + b_1 x$. {harus diperhatikan bahwa pada regresi tidak membicarakan pengaruh x terhadap y }. Bisanya ingin juga diketahui keeratan hubungan antara x dan y . Keeratan hubungan fungsional linier hanya dapat dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Apakah arti b_0 , b_1 dan r dari data yang diolah? Inilah yang harus dianalisis/dibahas dan diinterpretasikan. Keadaan ini lebih menarik lagi bila ada beberapa kelompok datum (data) yang dihitung. Hasil perhitungan konstanta b_0 , b_1 dan r ditabelkan. Pada tabel terlihat perbedaan b_0 , b_1 dan r . Perbedaan inilah menjadi dasar analisis/ pembahasan dan diinterpretasikan (Inilah yang dikatakan *mencari*).
3. *Dipunyai sekumpulan datum (data) dengan ukuran sampel n tentang mutu produk* dari beberapa pengusaha kecil yang bergabung dalam Koperasi Produsen Sepakat. Mengenai koperasi [Produsen dan Produksi] baca Koperasi Produsen:

Apa ..??? <https://lizenhs.wordpress.com/2009/09/02/koperasi-produsen-apa-itu%E2%80%A6%E2%80%A6/> Itu Koperasi (Industri) Produksi
<https://lizenhs.wordpress.com/2009/11/11/koperasi-produksi-industri/> Model Organisasi Koperasi Sebagai Sistem Sosio Produsen
<https://lizenhs.wordpress.com/2009/12/08/mo-del-organisasi-koperasi-sebagai-sistem-sosio-produsen/>.

Untuk mengetahui mutu produk disebar kuesioner dan wawancara kepada konsumen langsung saat berbelanja, juga wawancara kepada pengecer. Hasil koesioner memberikan karakteristik mutu produk anggota koperasi. Karakteristik tersebut dijadikan sebagai krteria mutu produk anggota koperasi yang akan diproduksi perajin (anggota) pada tahab berikutnya (Inilah yang dikatakan *melihat*). Mengenai Mutu baca Pemanfaatan Metode Statistika Pada Pengendalian Mutu <https://lizenhs.wordpress.com/2014/07/28/pemanfaatan-metode-statistik-pada-pengendalian-mutu/#more-2322> dan PERAN STATISTIKA DALAM: Penelitian, Pengendalian Mutu, Pengambil Kebijakan dll <https://lizenhs.wordpress.com/2018/01/11/peran-statistika-dalam-penelitian-pengendalian-mutu-pengambil-kebijakan-dll/#more-3985>.

4. *Berdasarkan kriteria mutu produk menurut konsumen, diambil data produk setengah jadi dan produk jadi (dengan ukuran sampel tertentu secara sistematis atau acak atau yang lain), anggota Koperasi Produsen Sepakat. Dari kegiatan produksi pada stasiun kerja atau tahap dalam bentuk data variabel dan atribut. Kemudian diamati lingkungan kerja dan kinerja pekerja pada beberapa anggota (dengan ukuran mpel tertentu). Dari data mutu produk (setengah jadi dan jadi) dihitung rata-rata, batas atas dan bawah (varibel dan atribut), dibuat diagram pareto dan sebab-akibat (Inilah yang dikatakan *mencari*).*

Hasil perhitungan rata-rata, garis tengah, batas atas dan batas bawah peta kendali, angka-angka pembentuk diagram pareto dll. ditabelkan. Data pada tabel akan terlihat perbedaan masing-masing anggota yang menjadi dasar analisis/pembahasan dan diinterpretasikan.

Apa yang menyebabkan perbedaan, apa hal-hal positif/negatif yang diperoleh dari perbedaan, apa arti konstanta yang diperoleh dari model-model statistika atau rumus-rumus tertentu/relevan. Semuanya dijadikan sebagai bahan dalam menganalisis.

11.3 Dasar-Dasar Menganalisis

Dalam menganalisis, peneliti kembali memperhatikan beberapa sumber. Sumber yang dijadikan untuk mencari penyebab, diantaranya adalah:

- 1) Landasan Teori
- 2) Contoh/sampel
- 3) Alat pengambil data
- 4) Rancangan Penelitian
- 5) Perhitungan
- 6) Variabel-variabel Luar
- 7) Ketajaman
- 8) Dan lain-lain.

1. *Landasan Teori.* Landasan yang dijadikan:
 - a) *Landasan teori* yang digunakan mungkin tidak relevan, kurang valid atau kurang tepat. Keadaan ini dapat terjadi bila peneliti salah pilih sumber bacaan atau terlalu sedikit membaca, sehingga tidak mendapat informasi mengenai perkembangan mutakhir dalam bidang tersenut
 - b) *Tidak mempunyai landasan teori yang cukup kuat* untuk merumuskan hipotesis.
2. *Contoh/sampel.* Mungkin karena ukuran sampel tidak mewakili populasi, apakah terlalu kecil atau tidak dipilih secara acak. Keadaan ini terjadi karena model analisis yang dipergunakan bukan berdasarkan distribusi peluang.

3. *Alat pengambil data.* Alat ukur/pengambil data atau instrumen tidak reliabel dan valid, sehingga hal yang tidak benar (palsu) atau abal-abal.
4. *Rancangan Penelitian.* Rancangan penelitian bukan yang seharusnya, karena rancangan penelitian merupakan strategi penolakan, analisis dan menginterpretasi atau untuk menguji hipotesis.
5. *Perhitungan.* Perhitungan yang salah akan memberikan kesimpulan yang salah.
6. *Variabel-variabel Luar.* Variabel luar adalah variabel yang diperkirakan tidak berpengaruh, ternyata ada/berpengaruh besar. Oleh karena itu peneliti harus menggali benar-benar variabel luar dan/atau mengendalikannya.

Bila dirangkum penjelasan diatas, maka alinea dibawah dapat memberikan gambaran apa yang dimaksud dengan analisis.

Hasil pengolahan yang disajikan dalam bentuk tabel angka-angka atau dalam bentuk grafik atau angka-angka yang disajikan secara tersendiri dikatakan masih factual. Angka-angka atau grafik tersebut masih menggunakan (dalam) bahasa matematika dan/atau statistika, perlu dibahas/dicari sebab-musabab yang terkandung didalamnya dengan penjelasan yang lengkap terhadap sesuatu (fenomena, konsep dan variabel). Tujuannya adalah untuk sampai pada suatu pemahaman, yaitu mengungkapkan penyebab dan menerangkan apa yang tersirat menjadikan akibat yang sebenarnya dalam bentuk tersurat. Pekerjaan itulah yang disebut analisis atau sering disebut pembahasan.

Ketajaman analisis adalah upaya untuk meningkatkan mutu penelitian/karya tulis ilmiah melalui argumentasi dan kepandaian berbahasa (retorika). Retorika analisis itu didasari kerangka berpikir kritis dan logis, sedangkan fakta atau bukti hanyalah sebagai pijakan berpikir.

Kemampuan yang harus dimiliki seorang peneliti agar mampu mengembangkan ketajaman analisis adalah:

- 1) Kemampuan keilmuan
 - 2) Kekayaan wawasan
 - 3) Kemampuan argumen dan
 - 4) Mempunyai konsistensi pemikiran.
-
- 1) ***Kemampuan keilmuan***, artinya peneliti menguasai benar disiplin keilmuan yang melandasi penelitian yang dilakukan.
 - 2) ***Kekayaan wawasan***, artinya peneliti mempunyai pengetahuan penunjang multi disiplin. Misal: Pengetahuan tentang sampel, alat pengambil dan pengolahan data dan pengetahuan-pengetahuan pendukung lainnya.
 - 3) ***Kemampuan argumen***, artinya kemampuan peneliti dalam mengembangkan argumen berdasarkan pada daya kritis dan logis (logika).
 - 4) ***Mempunyai konsistensi pemikiran***, artinya peneliti harus mampu mengendalikan persoalan yang dibahas dalam batas yang telah ditentukan atau yang difokuskan.

Dari uraian diatas jelaslah bahwa tujuan analisis adalah *untuk mengembangkan daya interpretasi, sekaligus daya kritis. Penajaman analisi syaratnya* adalah interpretasi persoalan dan daya kritis yang logis (logika). Interpretasi/penafsiran itu penting, karena dia adalah kunci utama penajaman analisis. Interpretasi yang dimaksudkan adalah bagaimana peneliti mampu melihat keberadaan fenomena-fenomena tertentu dibalik makna yang ada. Dengan kata lain peneliti tidak hanya memberikan interpretasi yang terlihat/tampak pada struktur luar, tapi juga yang lebih bersifat struktur dalam atau makna yang tersirat dibalik yang tersurat. Interpretasi itu dapat lebih terlihat dengan berbagai cara diantaranya dilakukan dengan menggunakan model (model sket dan/atau matematika). Artinya pada model yang dihasilkan penataan persoalan dilakukan secara *deduktif*, misal memberikan

angka/nilai tertentu (pada model matematika) sehingga menghasilkan beberapa nilai.

Kembali ke Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara *sistematis* data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesis, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah difahami oleh diri sendiri maupun orang lain. [Menurut KBBI *Sistematis* diartikan sebagai sebuah keteraturan berdasarkan *sistem* atau dilakukan dengan cara yang telah diatur sedemikian rupa.] [*Sintesis* berarti suatu integrasi dari dua atau lebih elemen menghasilkan suatu hasil baru]. [*Sistem* adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.] [Kata *elemen* berasal dari kata Latin *elementum* yang berarti “bagian-bagian dasar yang mendasari sesuatu”.]

11.4 Interpretasi dan Teknik Interpretasi

- (1) Interpretasi data menurut L. R. Gay adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menemukan arti/jawaban dari data. Tujuan dari interpretasi data untuk menjawab 4 (empat) pertanyaan yaitu:
 - Apa yang penting dari data itu?
 - Mengapa itu penting?
 - Apa yang bisa dipelajari dari data itu?
 - Jadi apa?
- (2) Teknik Interpretasi Data, menurut L. R. Gay adalah Hubungkan hasil-hasil analisis dengan teori-teori pada bab Landasan teori, Hubungkan atau tinjaulah dari teori yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi, Perluaslah hasil analisis dengan mengajukan pertanyaan berkenaan dengan hubungan, perbedaan antara hasil analisis, penyebab, implikasi dari hasil analisis sebelumnya, Hubungkan temuan dengan pengalaman pribadi, Berilah pandangan kritis dari hasil analisis yang dilakukan.

11.4.1 Proses Interpretasi dan Interpretasi Fisis

Interpretasi dengan analisis sangat berdekatan. Karena setelah analisis ditafsirkan (diinterpretasikan), salah analisis akan berakibat/menghasilkan salah interpretasi.

Interpretasi (penafsiran) adalah proses memberi arti dan signifikansi terhadap analisis yang dilakukan, menjelaskan pola-pola deskriptif, mencari hubungan dan keterkaitan antar deskripsi-deskripsi data yang ada (Barnsley & Ellis, 1992). [Menurut KBBI signifikansi adalah sesuatu yang dianggap penting atau berarti]

Dalam analisis kualitatif, peneliti sangat “dituntun” [dituntun adalah: dipaksa] oleh apa yang dikatakan para informan. Karena itu, peneliti tidak boleh memulai dengan ide-idenya sendiri dan mencoba mencocokkan dengan apa yang dikatakan para informan, tetapi sebaliknya. Dalam melakukan hal yang demikian, kerahasiaan harus dijaga kalau memang diperlukan.

Tujuan Interpretasi adalah untuk mengungkapkan maksud dan menerangkan apa yang tersirat agar diperoleh diperoleh makna yang sebenarnya (setelah dianalisis)

Kegunaan Interpretasi adalah menjelaskan data dalam bentuk yang bisa dimengerti dan dapat dipahami orang lain.

11.4.2 Proses Interpretasi

Interpretasi itu prosesnya dapat berjalan dari abstrak dan general ke kongkrit dan spesifik, atau sebaliknya yaitu dari kongkrit dan spesifik ke general dan abstrak. Landasan berpikirnya adalah deduktif dan induktif. Interpretasi dapat berupa keseluruhan (satu kesatuan/sistem) atau secara parsial yaitu bagian-bagian sistem. Interpretasi dapat dilakukan pada tanda dan simbol dari hasil analisis yang telah dilakukan. Interpretasi terkait erat pada pengertian-pengertian tanda dan simbol, serta anggapan (asumsi) dan syarat-syarat yang diberikan sesuai dengan permasalahan yang dianalisis. Informasi terkandung didalam interpretasi hasil analisis dapat merupakan kenyataan obyektif yang dihasilkan proses penelitian. Dalam melakukan interpretasi seorang peneliti

harus bertitik tolak, bertindak pada hasil/data apa adanya dan sepenuhnya bertindak obyektif. [objektif menurut KBBI adalah: mengenai keadaan yang sebenarnya tanpa dipengaruhi pendapat atau pandangan pribadi.] Dalam hubungan ini, seorang peneliti sering harus kembali melakukan pengamatan/pengukuran untuk melengkapi datanya, sehingga analisis dan interpretasi menjadi lebih baik.

Sumber yang Dijadikan Dasar Proses Interpretasi

Sama halnya dengan analisis, pada interpretasi diperlukan beberapa sumber yang dapat dijadikan dasar dalam *proses interpretasi* untuk mencari *makna/arti*, yaitu:

- 1) Teori yang melandasi penelitian,
- 2) Ukuran sampel tidak mewakili populasi (terlalu kecil dan tidak dipilih secara acak,
- 3) Variabel luar yang diperkirakan tidak ada atau berpengaruh ternyata ada dan berpengaruh besar,
- 4) Alat pengambil data/pengumpul data tidak reliable dan valid,
- 5) Perhitungan-perhitungan salah atau rumus tidak cocok,
- 6) Data awal dan table induk (atau bahkan lembar jawaban kuesioner) atau
- 7) Pola data dll.

Informasi adalah sekumpulan data atau fakta yang telah diproses dan dikelola sedemikian rupa, sehingga menjadi sesuatu yang sangat mudah dimengerti. Kedudukan *informasi* yang diperoleh setelah melalui *interpretasi* dengan obyek yang diinterpretasikan (hasil pengolahan data) sering disajikan dalam bentuk *formula* atau *rumus*, *grafik*, *table* dll.), adalah dua hal yang seyogianya (semestinya/seharusnya) berjalan sejajar (bersamaan).

Artinya dari satu pihak, hasil interpretasi merupakan informasi yang berisikan pengertian baru tentang fenomena yang dipermasalahkan. Dilain pihak, hasil analisis data merupakan keterangan dalam bentuk lebih rinci dan kuantitatif

yang sekaligus dapat bertindak sebagai argumen/ bukti pengertian baru yang dihasilkan melalui interpretasi.

11.4.3 Interpretasi Fisis

Interpretasi fisis penelitian, merupakan kesimpulan proses penelitian. Dari proses penelitian dapat dihasilkan beberapa kesimpulan. Interpretasi fisis tergantung pada analisis data dan korelasi antar data. Informasi yang berbentuk kesimpulan- kesimpulan parsial secara bertingkat dapat menjadi serangkaian argumen untuk mendukung kesimpulan yang lebih luas, bersifat lebih umum dalam usaha memecahkan permasalahan yang menjadi obyek penelitian. Penyusunan rangkaian argumen didalam proses penelitian membentuk panalaran dan sistematika logika yang rasional. [Penalaran adalah proses berpikir yang bertolak dari pengamatan indera (pengamatan empirik) yang menghasilkan sejumlah konsep dan pengertian.] [Sistematika adalah tata cara urutan dalam marangkai sebuah paragraf gagasan ataupun laporan]. Pengalaman-pengalaman dalam melakukan kegiatan penelitian secara baik dan benar akan meningkatkan kemampuan penalaran dan logika yang sistematis dari seorang peneliti.

Bila peneliti mengajukan hipotesis, maka interpretasi bisa dilakukan dengan membandingkan hipotesis penelitian atau didiskusikan/dibahas dan akhirnya diajukan/dibuat kesimpulan.

Harapan seorang peneliti terhadap yang diteliti, tentu hipotesisnya tahan uji. Jika terjadi demikian, pembahasan tidak menonjol perannya. Tetapi jika hipotesis penelitian ditolak (tidak tahan uji), maka peranan pembahasan menjadi sangat penting, karena harus menjelaskan mengapa hal tersebut terjadi. Peneliti harus/wajib mengeksplorasi segala sumber yang mungkin menjadi sebab tidak teruji hipotesis penelitian.

Suatu penelitian sering menguji beberapa hipotesis. Jika tak terbukti satu atau dua hipotesis, memang kemungkinan itu memang sering terjadi. Bahkan satu hipotesispun yang diajukan, jika tidak terbukti kebenarannya bukan berarti bahwa penelitian itu gagal. Yang penting adalah, peneliti memberikan

keterangan dan alasan yang jelas dan kuat mengenai tidak terujinya hipotesis itu. Usaha apa yang harus dilakukan peneliti untuk memperkecil kemungkinan terjadi hipotesis tidak terbukti kebenarannya adalah dengan persiapan yang cermat dan menyeluruh sejak langkah-langkah awal penelitian (sejak disain penelitian). Dari bahasan diatas jelaslah bahwa interpretasi itu bukan menuliskan “angka” atau “angka dalam tabel” ke dalam “bentuk kalimat”.

Dalam penafsiran atau interpretasi hasil, peneliti perlu (bahkan harus) mengenal dengan baik batasan-batasan dari data yang dianalisis maupun asumsi-asumsi yang digunakan. Hal ini penting karena kesimpulan yang dihasilkan tidak dapat lepas dari sekedar data dan analisis yang mendukungnya. Usaha untuk meng-ekstrapolasi-kan kesimpulan dengan logika, dari apa yang diperoleh secara obyektif, bukanlah merupakan hasil penelitian. [ekstrapolasi/eks-tra-po-la-si/ /ékstrapolasi/ n perluasan data di luar data yang tersedia, tetapi tetap mengikuti pola kecenderungan data yang tersedia]. [menurut KBBI objektif adalah mengenai keadaan yang sebenarnya tanpa dipengaruhi pendapat atau pandangan pribadi.] Ia mempunyai nilai sebagai antisipasi dan dapat menjadi hipotesis baru dalam kelanjutan penelitian bagi peneliti berikutnya karena dia melihat hal itu. Setelah data diolah, pekerjaan selanjutnya adalah menyajikan untuk dianalisis dan diinterpretasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pemukiman (2012 'Modul Rumah Sehat *Kementrian Pekerjaan Umum*, 66, pp. 37–39.
- Bogolasky, F. and Ward, P. M. (2018 'Housing, Health, and Ageing in Texas Colonias and Informal Subdivisions *Current Urban Studies*, 06(01), pp. 70–101. doi: 10.4236/cus.2018.61004.
- Dr. Muhammad Ikhtiar (2018 *Pengantar Kesehatan Lingkungan*.
- Keman, S. (2007 'Enam Kebutuhan Fundamental Perumahan Sehat *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 3(2), p. 3933.
- Kemenkes (2002 'Syarat - syarat dan pengawasan kualitas air minum.
- Kementerian Kesehatan RI (1990 'Syarat - syarat dan Pengawasan Kualitas Air. doi: 10.1007/978-1-4684-0955-0_19.
- Kementerian Kesehatan RI (1999 'KEPMENKES_829_1999.pdf, pp. 1–6.
- Krieger, J. and Higgins, D. L. (2002 'Housing and health: Time again for public health action *American Journal of Public Health*, 92(5), pp. 758–768. doi: 10.2105/AJPH.92.5.758.
- Marlinae, Let al. (2019 'Buku Ajar Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan *Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru*, pp. 1–120. Available at: <http://kesmas.ulm.ac.id/id/wp-content/uploads/2019/02/BUKU-AJAR-DASAR-DASAR-KESEHATAN-LINGKUNGAN.pdf>.
- Purnama, S. G. (2018 'Diktat Dasar Kesehatan Lingkungan, pp. 1–97.
- Sub-Committee, G. B. C. H. A. C. S. of F. for H. and Health, G. B. M. of (1946 *Report of the Standards of Fitness for Habitation Sub-Committee*. H.M. Stationery Office. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=hCmlzQEACAAJ>.
- Undang-Undang No 1 Tahun (2011 'Perumahan dan Kawasan Pemukiman.
- World Health Organization (WHO) (2010 'WHO Healthy

Workplace Framework and Model. Available at:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17514926>.

BIODATA PENULIS



Andi Susilawaty

Staf Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat
UIN Alauddin Makassar

Andi Susilawaty, lahir di Parepare-Sulawesi Selatan pada 14 Januari 1980. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar. Selama kurang lebih 13 tahun penulis berkiprah sebagai dosen, penulis pernah mengikuti Program Short Course di Griffith University, Brisbane pada tahun 2008-2009, Short Course Advocacy and Community Engagement di Coady Institute, StFX University Canada pada tahun 2011, pada tahun yang sama menjadi peserta Program Internship pada ICES di Toronto Canada. Lalu kembali pada tahun 2016 sebagai peserta Short Course Community Based Research di Center for CBR University of Toronto. Saat ini penulis aktif dalam kegiatan mengajar, meneliti dan menulis buku. Beberapa buku yang telah ditulis: 1. Sejarah Kesehatan Masyarakat (2007); 2. Penyediaan Air Bersih (2009); 3. Dasar Kesehatan Lingkungan (2012); 4. Kesehatan Lingkungan Pesisir dan Pulau Kecil (2015); 5. Ilmu Kesehatan Masyarakat, dll.

BIODATA PENULIS



Sigid Sudaryanto, SKM,MPd

Staf Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes
Yogyakarta

Penulis lahir di Klaten pada Tanggal 28 Agustus 1963. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Akademi Penilik Kesehatan dan Teknologi Sanitasi (APKTS) Depkes, kemudian melanjutkan pendidikan S1 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro dan melanjutkan S2 pada Program Studi Kependudukan dan Lingkungan Hidup Universitas Sebelas Maret Surakarta. Saat ini selain sebagai pendidik penulis juga berkontribusi aktif dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat dengan fokus pada bidang penyehatan udara, pengendalian penyakit infeksi serta berbagai topik berkaitan dengan kesehatan lingkungan

BIODATA PENULIS



Darwel

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang

Penulis lahir di Manganti, Kabupaten Lima Puluh Kota tanggal 14 September. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Menyelesaikan pendidikan terakhir S2 Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia pada tahun 2012. Penulis menekuni bidang Epidemiologi dan Kesehatan Lingkungan.

Pengalaman mengajar mata kuliah epidemiologi dasar, epidemiologi kesehatan lingkungan, surveilans epidemiologi, metodologi penelitian, statistik kesehatan, sanitasi rumah sakit, mikrobiologi, manajemen data, penyakit berbasis lingkungan, dasar-dasar kesehatan lingkungan. Pengalaman menulis buku ajar Kesehatan Lingkungan Teori Dan Aplikasi, Manajemen Data Statistik Untuk Penelitian Kesehatan. Penulis juga merupakan Dewan Juri LKTI Tingkat Nasional BEM FKM Unand dan Pelatih Nasional Riskesdas Tahun 2018. Penghargaan lainnya yang diperoleh penulis adalah sebagai Dosen Berprestasi Poltekkes Kemenkes Tingkat Nasional tahun 2020.

BIODATA PENULIS



Salsabila Syafni Aulia, Amd.Kes

Clinical Instructur di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes
Kemenkes Padang

Penulis lahir di Padang tanggal 23 Maret 2000. Penulis merupakan *Clinical Instructur* di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Penulis baru saja menyelesaikan pendidikan D3 Sanitasi pada Jurusan Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Kemenkes Padang pada Oktober 2021. Gadis kembar asal Minangkabau ini sangat menyukai dunia kepenulisan.

Selain pernah menjadi wartawan di *Singgalang Masuk Sekolah*. Ia juga telah menerbitkan beberapa buku diantaranya 'Logika Rasa, Rindu Datang Padaku, Biarkan Waktu Yang Membawamu Kembali,' dan buku antologi lainnya serta menjuarai beberapa esai, cerpen, dan karya tulis di ajang nasional. Ia juga merupakan Mahasiswa Berprestasi Kemenkes Tingkat Nasional Tahun 2019, dan pernah menjadi Duta Sanitasi Provinsi Sumatera Barat Tahun 2014 dan 2015. Selain menggeluti dunia kepenulisan, ia juga aktif di dunia public speaking dan merupakan trainer public speaking di salah satu lembaga trainer nasional. Untuk menghubunginya bisa melalui ig : syafniaulia, dan email : auliasyafnisalsabila@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan

Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang dengan jabatan lector kepala. Menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Sumatera dan S2 di Universitas Indonesia, serta pendidikan S3 di Universitas Indonesia. Penulis mengajar pada mata kuliah entomologi, PVBP, Toksikologi, Penyehatan Pemukiman, dan lainnya. Penulis yang akrab dengan mahasiswa ini terkenal dengan kedisiplinannya. Selain itu, penulis juga memiliki banyak anak didik yang telah menyebar di seluruh Indonesia.

BIODATA PENULIS



Rimawati Aulia

Dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar peminatan
Epidemiologi

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 3 September 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar peminatan Epidemiologi. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada jurusan Epidemiologi Lapangan (FETP) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

BIODATA PENULIS



Musfirah, S.Si., M.Kes.

Dosen Prodi Kesehatan Masyarakat
Peminatan Kesehatan Lingkungan Universitas Ahmad Dahlan

Penulis lahir di Sinjai, 5 Desember 1987, memiliki rekam jejak pendidikan diantaranya S1 Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin tahun 2009; S2 Kesehatan Lingkungan Program Pascasarjana FKM Universitas Hasanuddin tahun 2014. Berbagai kegiatan pelatihan yang pernah diikuti diantaranya : 3 Days Intensive Training Course for Environmental Health and Disaster Management : Disaster Risk Reduction EHSA-UNISDR-Griffith University-UNISDR-Udayana University, Bali tahun 2016; dan Standard precautions:Environmental cleaning & disinfection yang diselenggarakan oleh WHO : Health Emergencies Programme tahun 2021. Penulis aktif dalam pelaksanaan tridarma perguruan tinggi sejak berkiprah menjadi Dosen Tetap di Prodi Kesehatan Masyarakat FKM Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta mulai Agustus Tahun 2015 sampai sekarang. Publikasi karya ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional serta memenangkan hibah RistekDikti skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2017 dan 2018, HIBAH Kerjasama Penelitian Kelompok Kerja Sanitasi Dinkes Kota Yogyakarta - FKM UAD tahun 2018 dan Hibah Riset Muhammadiyah Batch V pada tahun 2021. Penghargaan yang telah diperoleh diantaranya sebagai Dosen Muda Berprestasi dan Pemakalah terbaik dalam ajang Seminar Nasional. Buku yang pernah diterbitkan dengan judul yaitu Pencemaran Air dan

Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan (Tahun 2017), Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan : Pencemaran Udara (Tahun 2018), Kesehatan & Keselamatan Kerja ERA SOCIETY 5.0 (Tahun 2022) dan *Hygiene* dan Sanitasi di Tempat Wisata : Kajian Adaptasi New Normal (Tahun 2022).
Email Penulis: musfirah@ikm.uad.ac.id

BIODATA PENULIS



Rahmi Fitria

Staf Dosen Jurusan Menulis

Penulis lahir di Pasir Pengaraian, tanggal 29 Mei 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D III Kebidanan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pasir Pengaraian sejak tahun 2008 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan D3 Kebidanan di Akbid Widya Husada Medan pada tahun 2008, D4 Bidan Pendidik USU pada tahun 2009, Medan, S2 Ilmu Biomedik di UNAND Padang pada tahun 2015. Penulis menekuni bidang Ilmu Kebidanan.

Pengalaman mengajar pada mata kuliah Gizi dalam Kesehatan reproduksi, epidemiologi, metodologi penelitian, manajemen data, mikrobiologi, biokimia, pelayanan keluarga berencana, asuhan kehamilan, asuhan kebidanan neonatus bayi balita dan anak pra sekolah. Pengalaman menulis adalah buku ajar gizi pada kesehatan reproduksi untuk mahasiswa kebidanan. Mendapatkan dana hibah penelitian dosen pemula pada tahun 2017 dan 2018.

BIODATA PENULIS



Retno Dewi Prisusanti

Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Kesdam V/Brawijaya RS
dr.Soepraoen Malang

Retno Dewi Prisusanti, Saat ini penulis bekerja di Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Kesdam V/Brawijaya RS dr.Soepraoen Malang diprodi Rekam Medis dan Informasi Kesehatan dan pernah mengajar di Prodi D-3 Kebidanan Wijaya Kusuma Malang. Ketertarikan penulis terhadap ilmu statistik dimulai saat membuat sebuah Karya Tulis Ilmiah (KTI) saat menempuh D-3 Kebidanan di STIKES ICME Jombang pada tahun 2008 dan melanjutkan D-4 Bidan Pendidik di STIKES Husada Jombang pada tahun 2010. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S-2 di Universitas Sebelas Maret Surakarta pada tahun 2016 dengan jurusan Kesehatan masyarakat, dan pada tahun 2021 sampai saat ini penulis masih melanjutkan pendidikan S-2 dibidang Biostatistik di Institut Ilmu Kesehatan STRADA Indonesia. Dengan gelar terakhir yang dimiliki oleh penulis di akhir nama yaitu Retno Dewi Prisusanti Amd,Keb.,S.ST.,MPH lahir di Sidoarjo tanggal 25 bulan Maret tahun 1985. Penulis memiliki kepakaran dibidang metodologi penelitian informasi Kesehatan, Statistik Fasyankes, Epidemiologi, Terminology, Komunikasi Efektif dan Biostatistik. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen professional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut untuk menunjang Tri Darma Perguruan Tinggi.

Email penulis: retnodewi@itsk-soepraoen.ac.id

BIODATA PENULIS



Syarifah Aini
Staf Dinas Kesehatan

Penulis lahir di Kuala Tungkal tanggal 22 November 1986. Penulis bekerja di Dinas Kesehatan Kabupaten Tanjung Jabung Barat.. Menyelesaikan pendidikan D3 Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Jambi pada tahun 2007, S1 Kesehatan Masyarakat di UNAND Padang pada tahun 2010 dan S2 Ilmu Lingkungan di UNJA Jambi pada tahun 2021.

Ini adalah pengalaman pertamanya menulis, semoga bermanfaat.

BIODATA PENULIS



Mahaza

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan

Penulis lahir di Padang tanggal 23 Maret 1972. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Menyelesaikan pendidikan D3 Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi (APK-TS Padang, Tahun 1994), Strata 1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Baiturahmah Padang Tahun 2001 dan melanjutkan Strata2 pada Jurusan Informasi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM KM UI) Tahun 2009. Penulis menekuni bidang Kesehatan Lingkungan

EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

**Andi Susilawaty
Sigid Sudaryanto
Darwel
Salsabila Syafni Aulia
Wijayantono
Rimawati Aulia
Musfirah
Rahmi Fitria
Retno Dewi P
Syarifah Aini
Mahaza**



PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

Penulis :

Andi Susilawaty
Sigid Sudaryanto
Darwel
Salsabila Syafni Aulia
Wijayantono
Rimawati Aulia
Musfirah
Rahmi Fitria
Retno Dewi P
Syarifah Aini
Mahaza

ISBN :

Editor : Mila Sari, S.ST, M.Si
Penyunting : Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes
Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Penerbit : PT. GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat
Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id
Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, April 2022
Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat ALLAH SWT, berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul Epidemiologi Lingkungan.

Buku ini diharapkan dapat membantu pembaca memahami teori Epidemiologi Lingkungan, sehingga mereka dapat mengaplikasikan ilmunya. Semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih bagi kepastakaan di Indonesia dan bermanfaat bagi kita semua.

Penulis, April 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I	vi
KONSEP EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Perspektif Penyakit Berbasis Lingkungan.....	4
1.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan sebagai Pendekatan Epidemiologi Lingkungan	8
1.3.1 Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	9
1.3.2 Analisis Dosis Respon (<i>Dose-Response</i> <i>Assessment</i>)	9
1.3.3 Analisis Paparan (<i>Exposure Assessment</i>)	10
1.3.4 Karakteristik Risiko (<i>Risk Characterization</i>)	11
1.3.5 Pengelolaan Risiko	11
BAB II.....	14
SEJARAH EPIDEMIOLOGI.....	14
2.1 Pengantar	14
2.2 Sejarah Epidemiologi dan Epidemiologi Lingkungan ...	15
2.2.1 Sejarah Epidemiologi	15
2.2.1 Sejarah Epidemiologi Lingkungan	19
2.3 Manfaat Epidemiologi Lingkungan	21
2.4 Komponen Epidemiologi Lingkungan.....	21
2.5 Simpul-Simpul dalam Epidemiologi Lingkungan	22
BAB III.....	25
AGENT	25
3.1 Pendahuluan	25
3.2 Jenis Agent Penyakit	25
3.2.1 Agent Unsur Biologis.....	25
3.2.2 Agent Unsur Kimia	30
3.2.3 Agent Unsur Fisika	31
3.2.4 Agent Faktor Nutrisi	32
3.2.5 Agent Faktor Gaya Hidup.....	33
3.2.5 Agent Faktor Keturunan	33

3.3 Karakteristik Agent Penyakit	34
BAB IV	36
HOST/ PEJAMU.....	36
4.1 Pendahuluan	36
4.2 Host/Pejamu	37
BAB V.....	43
LINGKUNGAN.....	43
5.1 Pendahuluan	43
BAB VI	49
TIPE PENYEBARAN WABAH PENYAKIT	49
6.1 Pendahuluan	49
6.2 Jalur Penularan Penyakit.....	49
6.2.1 Jalur Penularan Langsung	50
6.2.2 Jalur Penularan Tidak Langsung.....	50
6.3 Penularan Penyakit melalui Vektor	51
6.3.1 Daftar Penyakit berbasis Vektor	51
6.3.2 Perubahan Iklim dan Penyakit Penyakit berbasis Vektor	52
6.3.3 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Vektor	53
6.3.4 Wabah Penyakit berbasis Vektor	55
6.4 Penularan Penyakit melalui Udara.....	55
6.4.1 Ukuran Partikel dan Potensi Penularan Agent Penyakit	56
6.4.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Udara..	57
6.4.3 Wabah Penyakit berbasis Udara.....	58
6.5 Penularan Penyakit melalui Air	59
6.5.1 Daftar Penyakit berbasis Air	60
6.5.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Air	61
6.5.3 Wabah Penyakit berbasis Air	62
BAB VII.....	65
PENGUKURAN PAPARAN	65
7.1 Pendahuluan	65
7.2 Definisi Paparan	65
7.3 Jenis Paparan dan Sifat Pemapar	66
7.4 Prinsip Dasar Pengukuran Paparan.....	67
7.5 Data Paparan dalam Studi Epidemiologi	71
7.6 Pengukuran paparan pada Studi Epidemiologi	

Lingkungan	72
BAB VIII	77
PENGUKURAN EFEK	77
8.1 Pendahuluan	77
8.2 Pengukuran Efek	78
8.3 Alat Ukur	81
8.4 Efek Yang Diukur	82
8.5 Efek terhadap reproduksi	82
BAB IX	84
SUMBER DATA DAN PENGUMPULAN DATA	84
9.1 Pendahuluan	84
9.2 Sumber Data	85
9.3 Pengumpulan Data	90
BAB X	93
INSTRUMEN EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN	93
10.1 Pendahuluan	93
10.2 Jenis Instrumen Epidemiologi Lingkungan	94
10.2.1 Angket atau kuesioner	95
10.2.2 Wawancara	100
10.2.3 Observasi	102
10.3 Uji Kuesioner Sebagai Alat Ukur	105
10.3.1 Validitas	106
10.3.2 Reliabilitas	109
BAB XI	103
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA	103
11.1 Pendahuluan	103
11.2 Cara Menganalisis	105
11.3 Dasar-Dasar Menganalisis	107
11.4 Interpretasi dan Teknik Interpretasi	110
11.4.1 Proses Interpretasi dan Interpretasi Fisis	111
11.4.2 Proses Interpretasi	111
11.4.3 Interpretasi Fisis	113
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Dampak Sosio-ekologi Penyakit berbasis Vektor	54
Gambar 2. <i>Timeline</i> Kejadian Penyakit berbasis Vektor	55
Gambar 3. Ilustrasi Jalur Penularan Penyakit berbasis Udara	58
Gambar 4. Jalur <i>Fecal – Oral</i> Penularan Penyakit berbasis Air	61
Gambar 5. Beberapa jalur paparan agen lingkungan dan dampak kesehatan yang ditimbulkan	68
Gambar 6. Skema dosis dan paparan	70
Gambar 7. Posibilitas pendekatan yang digunakan dalam pengukuran paparan	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis bakteri dan penyakit yang ditimbulkan.....	26
Tabel 2. Jenis virus dan penyakit yang ditimbulkan	27
Tabel 3. Jenis fungi dan penyakit yang ditimbulkan.....	28
Tabel 4. Jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan	28
Tabel 5. Jenis protozoa dan penyakit yang ditimbulkan	29
Tabel 6. Jenis Rickettsia dan penyakit yang ditimbulkan	30
Tabel 7. Agent kimia dan penyebab penyakit dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan.....	30
Tabel 8. Agent fisik dan penyakit yang ditimbulkan.....	32
Tabel 9. Agent Nutrisi dan penyakit yang ditimbulkan	33
Tabel 10. Daftar Penyakit berbasis Vektor Berdasarkan Jenis Vektor dan Agent Penyakit	52
Tabel 11. Daftar Penyakit berbasis Air berdasarkan Jenis Agent Penyakit, Jalur Penularan dan Gejala	60
Tabel 12. Perbedaan statistik deskriptif dan statistic inferensial	85
Tabel 13. Pengelompokan Data Berdasarkan Skala Pengukuran	87
Tabel 14. Hubungan antara Skala Pengukuran dengan Jenis Data.....	89
Tabel 15. Contoh <i>Check List</i> kelompok.....	103
Tabel 16. Contoh penilaian terhadap gejala tertentu.....	104
Tabel 17. Distribusi skor tiap-tiap pertanyaan.....	107

BAB I

KONSEP EPIDEMIOLOGI

LINGKUNGAN

Oleh Andi Susilawaty

1.1 Pendahuluan

Epidemiologi lingkungan sebagai salah satu disiplin ilmu kesehatan yang relatif masih baru bila dibandingkan dengan beberapa disiplin ilmu kesehatan masyarakat yang lain. Meski demikian epidemiologi lingkungan sebagai sebuah ilmu pengetahuan kesehatan masyarakat mengalami perubahan dan perkembangan dari masa ke masa. Perkembangan itu dilatar belakangi oleh perubahan dari berbagai aspek terhadap lingkungan hidup yang kemudian berimplikasi kepada perubahan masalah kesehatan masyarakat antara lain perubahan pola penyakit. Sejarah epidemiologi tidak dapat dipisahkan dari zaman dimana manusia mulai mengenal penyakit menular. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang kesehatan kemudian mendorong para ahli untuk mengadakan riset terhadap berbagai penyakit termasuk salah satunya adalah penyakit menular demi mengatasi kejadian penderitaan dan kematian akibat penyakit.

Defenisi epidemiologi jika ditinjau dari asal kata, berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari 3 kata dasar yaitu Epi yang berarti pada atau tentang, Demos yang berarti penduduk dan Logos yang berarti ilmu pengetahuan. Oleh karena itu Epidemiologi disebutkan sebagai ilmu yang mempelajari tentang penduduk. Tetapi defenisi epidemiologi dalam pengertian luas dan modern pada saat ini adalah ilmu yang mempelajari tentang frekuensi dan distribusi (penyebaran) serta determinan masalah kesehatan pada sekelompok orang atau masyarakat serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penyakit menular timbul akibat dari interaksi berbagai faktor

baik dari agen, host atau menusiannya dan juga lingkungan. Sehingga untuk selanjutnya kajian frekuensi, distribusi dan determinan penyakit menular berbasis lingkungan inilah yang menjadi fokus kajian epidemiologi lingkungan (Masriadi, 2016).

Selain itu dalam epidemiologi ada tiga faktor yang dapat menjelaskan distribusi penyakit yakni person atau orang, place atau tempat, dan time atau waktu. Faktor orang berkaitan karakteristik dari individu yang mempengaruhi keterpaparan atau kepekaan mereka terhadap penyakit. Karakteristik orang bisa berupa faktor umur, genetik, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, kebiasaan dan status sosial ekonomi. Faktor tempat berkaitan dengan karakteristik geografis dan lingkungannya. Sedangkan faktor waktu kejadian penyakit dapat dinyatakan dalam jam, hari, bulan, atau tahun. Informasi ini bisa dijadikan pedoman tentang kejadian yang timbul dalam masyarakat.

Keterkaitan antara lingkungan dengan penyakit secara lengkap dijelaskan oleh Teori Segitiga Epidemiologi yang dikemukakan oleh John Gordon dan La Richt (1950) sehingga disebut juga Teori Gordon, menggambarkan interaksi tiga komponen yaitu manusia sebagai host, agen penyebab penyakit dan lingkungan (Umar Fahmi Achmadi, 2011).

Teori ini menjelaskan bahwa:

1. Penyakit timbul karena ketidakseimbangan antara agent (penyebab) dan manusia (host).
2. Keadaan keseimbangan bergantung pada sifat alami dan karakteristik agent dan host (baik individu/kelompok).
3. Karakteristik agent dan host akan mengadakan interaksi, dalam interaksi tersebut akan berhubungan langsung pada keadaan alami dari lingkungan (lingkungan fisik, sosial, ekonomi, dan biologis).

Menurut teori ini perubahan salah satu komponen akan mengubah keseimbangan interaksi ketiga komponen yang akhirnya berakibat bertambah atau berkurangnya penyakit. Hubungan antara ketiga komponen tersebut digambarkan seperti tuas pada timbangan. Host dan Agent berada di ujung

masing-masing tuas, sedangkan environment sebagai penumpunya.

Epidemiologi lingkungan dalam catatan sejarahnya diawali dengan kisah Hippocrates (460-377 SM), yang telah berhasil menghapuskan pemikiran filosofis pada zaman itu yang bersifat gaib dalam memahami kejadian dan penyebab penyakit. Hipocrates mengemukakan teori bahwa penyakit terjadi karena adanya kontak dengan jasad hidup yang renik serta berkaitan dengan lingkungan baik eksternal maupun internal individu. Teori itu tertulis dalam karyanya berjudul "On Airs, Waters and Places". Hippocrates mengemukakan bahwa masalah lingkungan dan perilaku hidup penduduk berpengaruh besar terhadap penyebaran penyakit di masyarakat (Achmadi, 2009).

Sekitar awal abad ke-18 muncullah konsep miasma yang diartikan sebagai udara buruk atau polusi. Konsep ini menjadi dasar pemikiran untuk menjelaskan timbulnya wabah penyakit. Miasma dipercaya sebagai uap yang dihasilkan dari sisa-sisa makhluk hidup yang mengalami pembusukan baik itu barang yang membusuk atau pembusukan dari buangan limbah yang tergenang, kemudian menguap dan mengotori udara yang dipercaya berperan dalam penyebaran penyakit. Dan jika seseorang menghirupnya maka akan terjangkit penyakit.

Teori lain yang sama juga dikembangkan oleh William Farr, yang juga menganggap gas-gas busuk dari perut bumi yang menjadi kausa penyakit. Teori ini mempunyai arah cukup spesifik, namun kurang mampu menjawab pertanyaan tentang penyebab berbagai penyakit. Dalam perkembangannya, John Snow melakukan eksperimen ke beberapa rumah tangga di London yang memperoleh air minum dari perusahaan air minum swasta. Air yang disuplai berasal dari bagian hilir Sungai Thames yang paling tercemar. Suatu saat, suatu perusahaan yaitu Lambeth Company mengalihkan sumber air ke bagian hulu Sungai Thames yang kurang tercemar (Baker, 1994). Perusahaan lain yang merupakan pesaing yaitu Southwark Vauxhall Company tidak memindahkan sumber air (tetap di bagian hilir Sungai Thames yang paling tercemar). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa risiko kematian karena

kolera lebih tinggi pada penduduk yang mendapatkan air minum dari Southwark-Vauxhall Company daripada yang memperoleh sumber air minum dari Lambeth Company (Baker, 1994). Penemuan ini menunjukkan bahwa John Snow tidak sependapat dengan William Farr tentang kausa kolera. Contoh pengaruh teori miasma adalah timbulnya penyakit malaria. Malaria berasal dari bahasa Italia mal dan aria yang artinya sisa-sisa pembusukan binatang dan tumbuhan yang ada di rawarawa. Penduduk yang bermukim di dekat rawa sangat rentan untuk terjadinya malaria karena udara yang busuk tersebut. Pada waktu itu dipercaya bahwa bila seseorang menghirup miasma, maka ia akan terjangkit penyakit. Karena penyakit timbul karena sisa-sisa makhluk hidup yang mengalami pembusukan, sehingga meninggalkan pengotoran udara dan lingkungan. Tindakan pencegahan yang banyak dilakukan adalah menutup rumah rapat-rapat terutama di malam hari karena orang percaya udara malam cenderung membawa miasma. Selain itu orang memandang kebersihan lingkungan hidup sebagai salah satu upaya untuk terhindar dari miasma tadi. Walaupun konsep miasma pada masa kini dianggap tidak masuk akal, namun dasardasar sanitasi yang ada telah menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam menurunkan tingkat kematian.

1.2 Perspektif Penyakit Berbasis Lingkungan

Defenisi sehat merupakan sebuah kontinum yang memiliki rentang panjang. Meskipun sehat bukan satu-satunya variabel pembentuk status atau derajat kesehatan tetapi sebuah kelompok masyarakat dikatakan produktif jika mereka sehat. Populasi yang sehat terbentuk dari individu yang produktif, kreatif, memiliki aktualisasi diri, dapat belajar, bekerja dan bersosialisasi.

Dalam perspektif kesehatan masyarakat, derajat atau status sehat tidaknya suatu populasi penduduk digambarkan dengan angka kesakitan atau morbiditas, angka kematian atau mortalitas, rata-rata angka harapan hidup, dan lain sebagainya. Oleh karena itu kejadian penyakit merupakan pokok

permasalahan dalam diskusi derajat kesehatan masyarakat termasuk di dalamnya produktivitas, kesejahteraan dan kualitas kesehatan itu sendiri dalam perspektif individu sebagai anggota komunitas dalam suatu wilayah. Selanjutnya penting untuk memahami kejadian penyakit dalam perspektif komunitas.

Para ahli kesehatan masyarakat pada umumnya sepakat bahwa lingkungan adalah salah satu determinan penentu derajat kesehatan masyarakat. Menurut Hendrik L. Blum, kualitas lingkungan merupakan faktor yang memberikan kontribusi paling besar terhadap pencapaian derajat kesehatan. Meskipun tidak selalu lingkungan menjadi faktor penyebab utama, melainkan juga sebagai penunjang, media transmisi maupun memperberat penyakit yang telah ada. Berbagai kasus kerusakan lingkungan yang terjadi baik dalam lingkup global maupun nasional, jika dicermati, sebenarnya berakar dari pandangan manusia tentang alam dan lingkungannya. Perilaku manusia yang tidak bertanggungjawab terhadap alam itulah yang mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan (Andi Susilawaty, 2021).

Istilah penyakit berbasis lingkungan pertama kali dikemukakan oleh Umar Fachmi Achmadi pada tahun 2015 dalam Rencana Aksi Agenda 21 Bidang Kesehatan di Indonesia. Agenda 21 berawal dari summit meeting para pemimpin dunia sebagai aksi dan reaksi terhadap krisis lingkungan global yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, Brazil pada tahun 1992. Pertemuan ini merekomendasikan penjabaran dokumen Agenda 21 dalam aksi nyata di negara masing-masing. Pada salah satu bab rencana aksi Agenda 21 Indonesia inilah dituliskan bahwa penyakit berbasis lingkungan merujuk pada penyakit yang berakar atau memiliki keterkaitan atau hubungan erat dengan kondisi lingkungan dan kependudukan. Setelah Agenda 21, rencana aksi dikembangkan dan dibahas kembali di Johannesburg, Afrika Selatan pada tahun 2002 dan melahirkan rekomendasi yang terkenal dengan komitmen Milenium Development Goals (MDGs). Dalam MDGs tercermin adanya hubungan yang erat antara kejadian penyakit menular yang bounded dengan kemiskinan, sanitasi dasar dan kondisi

lingkungan secara umum (Achmadi, 2009). Hal ini mengelaborasi secara integral pengertian dan pemahaman bahwa lingkungan dan derajat kesehatan masyarakat bagaikan dua sisi mata uang yang tak bisa terpisahkan. Masyarakat (baca: manusia) mempengaruhi lingkungannya dengan memanfaatkan sumber daya dan lingkungannya untuk mempertahankan diri, sebaliknya manusia juga dipengaruhi oleh lingkungannya.

Ilmu lingkungan pada dasarnya menjelaskan hubungan antara organisme, termasuk manusia, dengan lingkungannya (Susilawaty et al., 2014). Ke depan dibutuhkan pengembangan ilmu pengetahuan yang core knowledgenya mendalami tentang penyebab dan proses timbulnya penyakit yang berakar atau berbasis lingkungan (Umar Fahmi Achmadi, 2011). Hal ini diperlukan untuk menganalisis lebih lanjut kasus penyakit berbasis lingkungan hingga perencanaan program pengendalian yang efektif. Bagaimana menyusun sebuah program pemberdayaan dalam kerangka pengendalian demam berdarah jika tidak memahami variabel yang berperan dalam proses kejadian penyakit DBD? Bagaimana akan memberikan penyuluhan pencegahan Covid 19 jika tidak mengetahui mekanisme penularan virusnya? Bagaimana melaksanakan sebuah manajemen terpadu kesehatan masyarakat jikalau tidak mengetahui variabel apa sajakah yang berperan dalam perjalanan penularan penyakit malaria?

Secara khusus penyakit didefinisikan sebagai kondisi kelainan fungsi dari sebuah sel, organ atau jaringan tubuh seseorang. Sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di sekitar individu dan mempengaruhi satu sama lain dan membentuk sistem yang kompleks. Dalam biologi disebut ekosistem yaitu interaksi makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya. Kondisi yang saling memengaruhi ini membuat lingkungan selalu dinamis dan dapat berubah-ubah (Purnama, 2016). Dan dalam Agenda 21, penyakit berbasis lingkungan secara lengkap didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari proses kejadian atau fenomena penyakit yang terjadi pada sebuah kelompok masyarakat, yang berhubungan, berakar (bounded) atau memiliki keterkaitan erat dengan satu atau

lebih komponen lingkungan pada sebuah ruang sehingga masyarakat tersebut bertempat tinggal atau beraktivitas dalam jangka waktu tertentu. Penyakit tersebut bisa dicegah atau dikendalikan, jika kondisi lingkungan yang berhubungan atau diduga berhubungan dengan penyakit tersebut dihilangkan.

Dalam konsep dasar paradigma kesehatan lingkungan dikemukakan bahwa terjadinya penyakit disebabkan oleh karena adanya interaksi antara agen, pejamu dan lingkungan. Pemahaman ekosistem manusia adalah proses kejadian penyakit atau patogenesis penyakit. Patogenesis penyakit dipelajari oleh bidang kesehatan yang dikenal sebagai kesehatan lingkungan. Komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya penyakit. Ilmu kesehatan lingkungan mempelajari hubungan interaktif antara komponen lingkungan yang memiliki potensi bahaya penyakit dengan berbagai variabel kependudukan seperti perilaku, pendidikan, dan umur. Sumber penyakit adalah titik yang secara konstan melahirkan agent penyakit. Agent penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan). Adapun media transmisi penyakit yaitu udara, air, tanah/pangan, binatang/serangga dan manusia/langsung. Media transmisi tidak akan memiliki potensi penyakit kalau didalamnya tidak mengandung bibit penyakit atau agent penyakit.

Perilaku pemajanan (behavioural exposure) adalah jumlah kontak antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung potensi bahaya penyakit. Agent penyakit dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain, masuk kedalam tubuh melalui satu proses yang kita kenal sebagai proses "hubungan interaktif". Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk berikut perilakunya yang dapat diukur dalam konsep yang disebut sebagai perilaku pemajanan.

Penyakit merupakan "outcome" hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan. Bisa kelainan bentuk, kelainan

fungsi, kelainan genetik, sebagai hasil interaksi dengan lingkungan, baik lingkungan fisik maupun sosial. Dalam upaya pengendalian penyakit berbasis lingkungan, maka perlu diketahui perjalanan penyakit atau patogenesis penyakit tersebut, sehingga kita dapat melakukan intervensi secara cepat dan tepat.

1.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan sebagai Pendekatan Epidemiologi Lingkungan

Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 Tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL) menuangkan definisi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) sebagai suatu pendekatan untuk mencari potensi besarnya risiko. Pada aplikasinya, ARKL dapat digunakan untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak dari kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memperkirakan besarnya risiko dimasa yang akan datang. Analisis risiko menggunakan berbagai macam ilmu seperti science, engineering, probability, dan statistic untuk mengestimasi dan mengevaluasi seberapa besar dan seberapa mungkin risiko tersebut berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Penilaian risiko sebagian besar didasarkan pada hasil informasi objektif yang berasal dari studi ilmiah, seperti bioassay dan studi epidemiologi. Saat ini, penilaian risiko yang banyak digunakan adalah referensi dosis pada hewan uji coba yang digunakan untuk memperediksi paparan pada manusia dalam dosis yang lebih rendah. Analisis risiko dalam pengelolaan limbah berbahaya dapat diaplikasikan untuk pengembangan peraturan untuk pengelolaan limbah, penilaian fasilitas operasi, menetapkan prioritas untuk pembersihan tempat yang bermasalah, menentukan tingkat pembersihan yang sesuai, dan perencanaan fasilitas baru. Pada dasarnya ARKL terdiri dari 4 langkah dasar yaitu (Basri *et al.*, 2007), (Khamidah, 2019):

1.3.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala-gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan dimana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial.

1.3.2 Analisis Dosis Respon (*Dose-Response Assessment*)

Setelah melakukan identifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi dan media lingkungan), maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dosis respons yaitu mencari nilai RfD (konsentrasi dosis), dan/atau RfC (konsentrasi referensi), dan/atau SF (*Slope Factor*) dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis-respon ini tidak harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literatur yang tersedia. Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk:

1. Mengetahui jalur pajanan (*pathways*) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.
2. Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
3. Mengetahui dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) atau slope factor (SF) dari agen risiko tersebut.

Di dalam laporan kajian ARKL ataupun dokumen yang menggunakan ARKL sebagai cara/metode kajian, analisis dosis-respon perlu dibahas dan dicantumkan. Analisis dosis-respon dipelajari dari berbagai toxicological reviews, jurnal ilmiah, atau artikel terkait lainnya yang merupakan hasil dari penelitian eksperimental. Uraian tentang dosis referensi (RfD),

konsentrasi referensi (RfC), dan *slope factor* (SF) adalah sebagai berikut:

- a. Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut RfD dan RfC adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan SF (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- b. Nilai RfD, RfC, dan SF merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- c. Untuk mengetahui RfC, RfD, dan SF suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS).
- d. Jika tidak ada RfD, RfC, dan SF maka nilai dapat diturunkan dari *dosis eksperimental* yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), Baku Mutu Udara Ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (Wb, tE, fE, dan Dt).

Masyarakat merupakan populasi yang kompleks yang terdiri dari sub populasi rentan seperti bayi, wanita hamil, dan orang tua yang membutuhkan perlindungan khusus. Oleh karena itu batas aman pada masyarakat lebih ketat dibandingkan pada pekerja.

1.3.3 Analisis Paparan (*Exposure Assessment*)

Setelah melakukan langkah identifikasi bahaya dan analisis dosis respon, selanjutnya dilakukan analisis paparan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/asupan dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran

konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia.

1.3.4 Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Langkah ARKL yang terakhir adalah karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko. Langkah ini dilakukan untuk menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat atau tidak. Analisis risiko dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu paparan, frekuensi paparan, dan durasi paparan tertentu. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan/membagi intake dengan dosis /konsentrasi agen risiko tersebut.

1.3.5 Pengelolaan Risiko

Setelah melakukan keempat langkah ARKL di atas maka telah dapat diketahui apakah suatu agen risiko aman/dapat diterima atau tidak. Pengelolaan risiko bukan termasuk langkah ARKL melainkan tindak lanjut yang harus dilakukan bilamana hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman ataupun *unacceptable*. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko. Strategi pengelolaan risiko meliputi penentuan batas aman yaitu:

- a. Konsentrasi agen risiko (C), dan/atau
- b. Jumlah konsumsi (R), dan/atau
- c. Waktu paparan (tE), dan/atau
- d. Frekuensi paparan (fE).

Setelah batas aman ditentukan, selanjutnya perlu dilakukan penapisan alternatif terhadap batas aman yang mana yang akan dijadikan sebagai target atau sasaran pencapaian dalam pengelolaan risiko. Batas aman yang dipilih adalah batas

aman yang lebih rasional dan realistis untuk dicapai. Adapun cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosioekonomis, dan pendekatan institusional. Dalam bidang Kesehatan kerja, Setelah resiko diketahui resiko tidak dapat diterima (non acceptable risk), suatu industri harus menetapkan tindak lanjut perbaikan sampai resiko terendah dengan prinsip hirarki.

Pengendalian risiko merupakan tahapan paling penting sebagai penentu keseluruhan manajemen risiko. Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan cara:

1. Eliminasi, yaitu mengurangi risiko dengan menghilangkan sumber bahaya
2. Substitusi, yaitu mengurangi risiko dengan cara mengganti bahan, alat atau cara kerja dengan yang lain sehingga kemungkinan kecelakaan dapat diminimalisasi.
3. Pengendalian engineering, mengurangi risiko dengan melakukan rekayasa teknik pada alat, mesin, infrastruktur, lingkungan dan atau bangunan
4. Pengendalian administratif, mengurangi kontak antara penerima dengan sumber bahaya.
5. Alat Pelindung Diri (APD), mengurangi risiko dengan menggunakan APD seperti masker, sepatu keselamatan, sarung tangan, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. (2009) 'Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah', *Kesmas: National Public Health Journal*, 3(4), p. 147. doi: 10.21109/kesmas.v3i4.217.
- Andi Susilawaty, et all (2021) *Ilmu Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis.
- Baker, D. (1994) 'WHO_SDE_OEH_99.7_(chapter1-4).pdf', in *Environmental Epidemiology*. WHO.
- Basri, S. et al. (2007) 'Analisis risiko kesehatan lingkungan', *Jurnal Kesehatan*.
- Khamidah, S. (2019) 'Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Dengan Risk Agent Total Suspended Particulate (TSP) Pada Pekerja Sentra Industri Pengasapan Ikan Bandarharjo Kota Semarang', p. 32.
- Masriadi (2016) *Epidemiologi Penyakit Menular, Pengaruh Kualitas Pelayanan... Jurnal EMBA*.
- Purnama, S. G. (2016) 'Buku Ajar Penyakit Berbasis Lingkungan', *Ministry of Health of the Republic of Indonesia*, p. 112.
- Susilawaty, A. et al. (2014) *Dasar-dasar Kesehatan Lingkungan*. Makassar: Alauddin Press.
- Umar Fahmi Achmadi (2011) *Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: Rajawali Pers.

BAB II

SEJARAH EPIDEMIOLOGI

Oleh Sigid Sudaryanto

2.1 Pengantar

Ilmu Kesehatan Lingkungan merupakan salah satu cabang ilmu kesehatan masyarakat, yang memperhatikan terhadap segala macam bentuk kehidupan, bahan-bahan, kekuatan, dan kondisi di sekitar manusia yang bisa mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan. Sedangkan Epidemiologi adalah ilmu yang mempelajari berbagai faktor yang berperan dalam kejadian satu penyakit, bagaimana penyakit itu disebarkan, serta karakteristik satu kejadian timbulnya penyakit tersebut. Sebagian bahkan mengatakan bahwa epidemiologi merupakan ilmu yang mempelajari satu fenomena ataupun hubungan satu dua atau lebih variabel.

Menurut Achmadi dalam (Fahmi, 2014) untuk mempelajari studi Epidemiologi Kesehatan Lingkungan (dan kesehatan kerja), diperlukan dua persyaratan pokok, yaitu sebagai berikut.

1. Memahami konsepsi dan jangkauan pemahaman Ilmu Kesehatan Lingkungan (dan kesehatan kerja). Dengan kata lain, perlu pemahaman dinamika hubungan interaktif lingkungan – manusia, beserta pemahaman indikator dinamika hubungan tersebut.
2. Memiliki kemampuan dasar metode epidemiologi.

Epidemiologi Kesehatan Lingkungan atau Epidemiologi Lingkungan adalah studi atau cabang keilmuan yang mempelajari faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi timbulnya (kejadian suatu penyakit), dengan cara mempelajari dan mengukur dinamika hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya pada suatu waktu dan Kawasan tertentu (Saepudin, 2020).

Pembahasan dalam epidemiologi lingkungan berfokus pada lingkungan yang berpengaruh terhadap terjadinya distribusi dan frekuensi penyakit pada masyarakat, Epidemiologi Lingkungan mengerucut pada satu titik: bekal untuk meneliti tentang pengaruh berbagai agen yang terdapat dalam lingkungan terhadap Kesehatan masyarakat (Soemirat, 2015).

2.2 Sejarah Epidemiologi dan Epidemiologi Lingkungan

2.2.1 Sejarah Epidemiologi

Menurut asal katanya epidemiologi terdiri dari kata Epi = pada; Demos = penduduk / rakyat; logos = ilmu, jadi epidemiologi adalah ilmu yang mempelajari hal-hal yang terjadi pada populasi / penduduk (rakyat). Definisi ini merupakan definisi yang sangat luas serta dapat diterapkan pada keadaan apapun yang terjadi pada penduduk. Umumnya definisi ini mencakup hal yang berkaitan erat dengan studi epidemi. Definisi lainnya menyebutkan epidemiologi sebagai ilmu yang mempelajari penyebaran, perkembangan atau perluasan suatu penularan penyakit di dalam suatu kelompok penduduk atau masyarakat.

Sebagai ahli epidemiologi pertama di dunia Hipocrates pada abad 5 SM mempunyai kontribusi yang sangat besar pada bidang kesehatan. Hippocrates mendapat pengakuan sebagai ahli epidemiologi pertama karena ketiga buku yang ditulisnya yaitu Epidemic I, Epidemic III dan On Airs, Waters and Places. Hippocrates adalah seorang filsuf dan dokter Yunani, yang dikenal sebagai Bapak Kedokteran Modern.

Dalam bukunya "On Airs, Waters and Places" (Tentang Udara, Air, dan Tempat), Hipocrates mengatakan, penyakit terjadi karena kontak dengan jasad hidup dan berhubungan dengan lingkungan eksternal maupun internal seseorang. Kontribusi terbesar dibidang epidemiologi yang diberikan Hippocrates adalah observasi epidemiologi. Selain itu, Hippocrates juga membuat beberapa observasi tentang perilaku manusia dalam populasi. Hippocrates berpendapat bahwa penyakit terjadi karena interaksi antara = host-agent-environment (penjamu-agen-lingkungan). Hal esensial dalam

bidang epidemiologi, menurut Hippocrates yang harus dimasukkan dalam observasi adalah bagaimana suatu penyakit mempengaruhi populasi dan cara penyakit menyebar.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka pengertian dan definisi dari epidemiologi juga berkembang, beberapa ahli epidemiologi antara lain :

1. John Graunt (1662)

Menganalisa laporan mingguan kelahiran dan kematian di London, dalam bukunya "*The Nature and Political Observations Made Upon the Bills of Mortality*". Inilah untuk pertama kalinya pola penyakit penduduk diukur. Ia mencatat besarnya perbedaan kelahiran dan kematian antara laki-laki dan perempuan, besarnya kematian bayi menurut musim, menekankan pentingnya pengumpulan data penyakit secara rutin, yang menjadi dasar bentuk epidemiologi modern. Ia juga sebagai pencipta dua prosedur dasar biostatistik, yaitu estimasi populasi dan konstruksi tabel kehidupan. John Graunt merupakan orang yang pertama melakukan kuantifikasi atas kejadian kematian dan kesakitan

2. Antonio van Leeuwenhoek (1632-1723)

Leeuwenhoek adalah seorang warga negara Belanda, dilahirkan di Delft, 24 Oktober 1632 dan meninggal pada tanggal 24 Agustus 1723. Dia seorang ilmuwan amatir yang menemukan mikroskop, penemu bakteri dan parasit (1674), penemu spermatozoa (1677). Penemuan bakteri telah membuka tabir suatu penyakit yang akan sangat berguna untuk analisis epidemiologi selanjutnya.

3. Robert Koch

Nama Robert Koch tidak asing lagi jika dihubungkan dengan penyakit tuberkulosis pada tahun 1882. Selain itu Koch berperan memperkenalkan tuberkulin pada tahun 1890 yang dianggapnya sebagai suatu cara pengobatan TBC. Konsep tes tuberkulin selanjutnya dikembangkan oleh Von Pirquet di tahun 1906 dan PPD diperkenalkan oleh siebart pada tahun 1931. Dewasa ini tes tuberkulin dipakai untuk mendeteksi adanya riwayat infeksi tuberkulosis sebagai perangkat diagnosis TBC pada anak-anak. Selain itu Koch

juga terkenal dengan Postulat Koch, yang mengemukakan konsep tentang cara menentukan kapan mikroorganisme dapat dianggap sebagai penyebab suatu penyakit.

4. Max van Patternkofer

Orang Jerman ini memberikan kesan tersendiri dalam sejarah epidemiologi khususnya berkaitan dengan upaya mengidentifikasi penyebab suatu penyakit. Untuk membuktikan jalan pikirannya dia tidak segan-segan memakai dirinya sebagai kelinci percobaan. Dan konon beberapa muridnya bersedia juga menuruti caranya. Dia menelan 1,00 cm³ kultur vibrio untuk menentang teori yang sedang berkembang saat itu yang menyatakan vibrio adalah penyebab kolera. Dia ingin membuktikan bahwa vibrio bukanlah penyebab kolera. Dia minum segelas air berisi baksil kolera, dan ternyata memang (kebetulan) dia tidak jatuh sakit. Salah satu kemungkinannya karena dosis yang diminumnya terlalu kecil mengingat dibutuhkan jumlah vibrio yang banyak untuk selamat dari keasaman lambung.

5. John Snow (15 Maret 1813- 16 Juni 1858)

Dalam tulisan Rau and Tadulako (2018) disebutkan John Snow adalah seorang dokter asal Inggris. Ia dianggap sebagai salah satu pendiri epidemiologi modern, sebagian karena jasanya dalam melacak sumber wabah kolera di Soho, London, pada 1854, yang ia tangani dengan menyingkirkan pegangan dari pompa air. Teman-temuan Snow menginspirasi adopsi anaesthesia serta perubahan-perubahan fundamental dalam sistem air dan limbah di London, yang berujung pada perubahan serupa di kota-kota lainnya, dan penunjang signifikan dalam kesehatan masyarakat umum di seluruh dunia.

Hasil dari penemuan John Snow ini mengingatkan bahwa penelitian-penelitian Epidemiologi mampu menunjukkan upaya-upaya penanggulangan penyakit yang tepat. Sampai saat ini, Epidemiologi telah banyak mengalami perkembangan. Perkembangan itu diantaranya yaitu dalam hal perkembangan pengertian. Berbagai batasan dan definisi tentang epidemiologi telah dikemukakan oleh beberapa

pakar epidemiologi modern (Muliani, 2010) dan (Tosepu, 2016) antara lain :

a. Greenwood (1934)

Greenwood menyampaikan bahwa Epidemiologi mempelajari tentang penyakit dan segala macam kejadian penyakit yang mengenai kelompok penduduk. Kelebihan teori ini adalah adanya penekanan pada kelompok penduduk yang mengarah penyebaran penyakit

b. Morris (1964)

Epidemiologi adalah cabang ilmu pengetahuan yang mengkaji tentang sehat dan sakit dari kelompok masyarakat, Morris lebih menitik beratkan tentang pengetahuan penduduk berkaitan dengan sehat dan sakit.

c. Brian Mac Mahon (1970)

Epidemiologi adalah studi tentang penyebaran dan penyebab kejadian penyakit pada manusia dan mengapa terjadi distribusi semacam itu. Mac Mahon menekankan pada bahwa epidemiologi nampak pada pendekatan metodologik dalam menentukan penyebaran penyakit dan mencari determinan penyebab

d. Abdel R Omran (1974)

Epidemiologi sebagai suatu ilmu mengenai terjadinya dan distribusi keadaan kesehatan, penyakit dan perubahan pada penduduk, begitu juga determinannya serta akibat yang terjadi pada kelompok penduduk

e. Last (1988)

Epidemiologi adalah studi dari distribusi dan faktor determinan dari keadaan atau peristiwa yang berhubungan dengan kesehatan pada populasi penduduk yang spesifik, serta aplikasinya untuk mengendalikan masalah kesehatan.

Dari beberapa batasan atau definisi yang telah disebutkan diatas, definisi yang paling cocok dan masih digunakan hingga saat ini adalah definisi dari Last yang juga digunakan oleh WHO.

2.2.1 Sejarah Epidemiologi Lingkungan

Sejarah Epidemiologi Lingkungan sebenarnya telah dimulai oleh John Snow yang menyatakan bahwa yang sangat kuat pengaruhnya pada perkembangan epidemiologi Lingkungan.

Selanjutnya beberapa ahli yang mempunyai perhatian pada perkembangan epidemiologi lingkungan antara lain :

a. Carson (1962)

Bidang Epidemiologi Lingkungan merupakan disiplin ilmu yang relative baru, sejak tahun 1962 di Amerika telah dikenal dengan peristiwa Silent Spring (musim bunga yang sepi,) Carson, mengajak semua orang untuk melakukan perubahan untuk melakukan penyelamatan terhadap bumi, meningkatkan kesadaran para ahli masyarakat tentang kuatnya hubungan antara bahan – bahan yang berbahaya (toxic) di lingkungan dengan Kesehatan masyarakat. Paparan bahan bahan berbahaya di lingkungan air, tanah dan udara dapat membahayakan bagi Kesehatan masyarakat (Anam, 2021).

b. World Health Organization (WHO, 1989)

Epidemiologi Kesehatan Lingkungan merupakan ilmu yang menganalisis dan mengukur efek – efek Kesehatan dari factor-faktor lingkungan dan menilai keefektifan strategi pengawasan. Pengertian Epidemiologi Lingkungan lainnya adalah ilmu dan seni yang mempelajari dan menilai kejadian penyakit atau gangguan Kesehatan dari potensi bahaya faktor penyebab (bahan, kondisi, dan kekuatan suatu peristiwa) akibat perubahan keseimbangan lingkungan (Tosepu, 2016).

c. Mukono (2002)

Epidemiologi lingkungan adalah cabang ilmu yang mengkaji temuan epidemiologi dari sebaran kelainan dari sekumpulan orang (populasi) yang mendapatkan paparan polutan dari sumber bukan lingkungan kerja dan dampak yang ditimbulkanmenyangkut kelompok masyarakat yang lebih luas (Mukono, 2002).

d. Achmadi (1991)

Environmental Epidemiology “adalah studi atau cabang keilmuan yang mempelajari faktor-faktor lingkungan yang

mempengaruhi timbulnya kejadian suatu penyakit, dengan cara mempelajari dan mengukur dinamika hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya pada suatu waktu dan kawasan tertentu, untuk upaya promotif lainnya (Fahmi, 2014).

e. National Research Council, USA (1991)

Environmental Epidemiology “Ilmu yang mempelajari efek dari faktor fisika, biologi dan kimia di lingkungan eksternal terhadap kesehatan manusia, dalam artian luas. Dengan menguji secara spesifik populasi atau komunitas terpapar dengan lingkungan ambien berbeda, adalah upaya untuk mempertegas hubungan antara faktor fisika, kimia dan biologi dengan kesehatan manusia” (Gusti, 2013).

f. Cordis (1994)

“Environmental Epidemiology may be defined as the study of environmental that influence the distribution and determinants of diseases in human population” (Thesia, 2014).

g. Sonny Budiono

Epidemiologi kesehatan Lingkungan adalah Pendekatan Untuk menggambarkan potensi besarnyadampak dan keterkaitan (asosiasi) antara parameter lingkungan dengan masyarakat yang terpajan, ADKL (Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan): Pendekatan yang menggambarkan kondisi pengukuran pada sumber, emisi/ambien, masyarakat terpajan (biomarker), dan dampak interaksi (prevalensi dan insidensi penyakit, kejadian keracunan, dan kecelakaan).

h. Ririh Yudhastuti

Epidemiologi Lingkungan mempelajari faktor-faktor risiko lingkungan dan dampaknya terhadap kesehatan populasi yg terpajanFaktor-faktor tsb bisa alamiah atau karena hasil kegiatan makhluk hidupFaktor-faktor risiko tsb bisa bersifat kimia, fisik, dan biologisSumber pajanan bisa melalui berbagai wahana: air, udara, tanah, makanan, dan ruang bagi gelombang elektromagnet (Yudhastuti, 2015).

Tujuan Epidemiologi Lingkungan mencari tahu penambahan risiko (riil atau potensial) pencemar lingkungan terhadap

populasi terpajan dengan maksud untuk melakukan identifikasi, minimalisasi, dan memutuskan mata rantai penularan dari sumber-sumber pencemarnya (Yudhastuti, 2015).

2.3 Manfaat Epidemiologi Lingkungan

Manfaat mempelajari epidemiologi lingkungan adalah memahami bagaimana masalah Kesehatan manusia itu berasal dari factor lingkungan, evaluasi yang akurat dan konprehensif tentang factor factor lingkungan tersebut membutuhkan system bahwa problem Kesehatan tertentu berhubungan dengan pajanan lingkungan yang sangat kompleks (Keman, 2013).

Pada waktu sekarang dalam kondisi Pencemaran lingkungan yang cenderung meningkat, peranan epidemiologi lingkungan sangat strategis karena dapat mengidentifikasi sejumlah masyarakat yang mempunyai potensi terkena dampak pencemaran lingkungan (air, udara dan tanah) baik oleh polutan fisik, kimia, biologis dan radiasi yang perlu dilindungi oleh peraturan perundang-undangan (Mukono, 2002).

2.4 Komponen Epidemiologi Lingkungan

Secara umum komponen epidemiologi adalah Pejamu (Host), Lingkungan (Environmental) dan penyebab Penyakit (agent) (Muliani, 2010).

1. Agent

Menurut Bustan (2008) agent adalah organisme hidup atau kuman infeksi yang dapat menimbulkan suatu penyakit tertentu. Hal hal lain yang dapat menyebabkan penyakit adalah bahan kimia, factor fisik seperti radiasi dan factor biologis lainnya.

2. Host

Pejamu adalah manusia atau makhluk hidup lain yang menjadi tempat terjadinya proses alamiah perkembangan penyakit, determinan yang termasuk factor pejamu adalah umur, jenis kelamin, etnis, keadaan fisiologi tubuh, imunitas, perilaku dan Riwayat penyakit sebelumnya.

3. Environment

Lingkungan adalah semua factor di luar individu yang dapat berupa lingkungan fisik, biologi social ekonomi. Beberapa factor lingkungan adalah

- a. Lingkungan fisik missal air, tanah, tanah dan udara
- b. Lingkungan Biologis, seperti orang tinggal di permukiman padat penduduk dan slum area,
- c. Lingkungan Sosial lingkungan kerja.
- d. Status Sosial ekonomi.

2.5 Simpul-Simpul dalam Epidemiologi Lingkungan

Ahli Epidemiologi Indonesia Achmadi (1991) menyampaikan teori bahwa dalam Epdemiologi Lingkungan dikenal ada 4 (empat) simpul sebagai berikut :

1. **Simpul pertama (A)** adalah Studi komponen lingkungan pada sumbernya atau lazim dikenal sebagai Emisi (Emission inventory). Gunanya untuk menentukan sejauh mana potensi bahaya komponen.
2. **kedua (B)** adalah Pengukuran komponen pada “ambient” atau lingkungan. Umumnya komponen lingkungan berada dalam media/wahana lingkungan, misalnya Studi dengan melakukan monitoring tingkat pencemaran air, residu pestisida dalam makanan, kadar tetrasiklin dalam jeruk dan lain-lain.
3. **Simpul ketiga (C)** adalah studi epidemiologi yang sering kita lakukan. Studi pada simpul ini mempelajari hal-hal setelah agents penyakit mengadakan interaksi dengan sekelompok penduduk atau dengan kata lain, setelah komponen lingkungan masuk ke dalam tubuh, di mana dalam dosis cukup telah timbul keracunan.
4. **Simpul keempat (D)** adalah studi gejala penyakit, atau bila komponen lingkungan telah menimbulkan dampak. Tahap ini ditandai dengan pengukuran gejala sakit, baik secara klinis atau subklinis. Angka prevalensi, insidensi dan mortality merupakan ukuran-ukuran studi epidemiologi simpul D. Namun, umumnya studi dengan menggunakan simpul indikator D ini, dewasa ini masih memiliki kelemahan bila

terpaksa harus mengambil data sekunder, misalnya di Puskesmas. Hal ini karena sistem pencatatan dan pelaporan yang masih kurang sempurna. Sehingga umumnya dilakukan dengan mengambil data primer. Contoh: pengumpulan prevalensi atau insidensi penyakit saluran nafas di sekitar pabrik

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, S. A. S.; S. (2021) *Filsafat Lingkungan*. Academia Publication.
- Fahmi, U.; R. A. W. (2014) *Paradigma Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. 2nd edn. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Gusti, A. (2013) *Epidemiologi Kesehatan Kerja dan Lingkungan*, www.slideshare.net. Available at: <https://www.slideshare.net/ichsansudjarno/epid-kesehatan-lingkungan>.
- Keman, S. (2013) *Penelitian Epidemiologi Lingkungan: Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat*. Surabaya Jawa Timur: Airlangga University Press.
- Mukono, H. J. (2002) *Epidemiologi Lingkungan (Environmental Epidemiology)*. Surabaya Jawa Timur: Airlangga University Press.
- Muliani, L. M.; R. (2010) *Epidemiologi Lingkungan Pendekatan Penelitian*. Graha Ilmu.
- Rau, M. J. and Tadulako, U. (2018) 'Sejarah Perkembangan Ilmu Epidemiologi', (September). Available at: https://www.researchgate.net/publication/327860447_Sejjarah_Perkembangan_Ilmu_Epidemiologi.
- Saepudin, M. (2020) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. 1st edn. DI Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Soemirat, J. (2015) *Epidemiologi Lingkungan*. 3rd edn. DI Yogyakarta: UGM Press.
- Thesia, T. A. N. (2014) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*, www.slideshare.net. Available at: <https://www.slideshare.net/thesianatan/epidemiologi-kesehatanlingkungan1>.
- Tosepu, R. (2016) *Epidemiologi Lingkungan Teori dan Aplikasi*. 1st edn. Surabaya Jawa Timur: Bumi Medika.
- Yudhastuti, R. (2015) *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*, www.slideplayer.info/slide. Available at: <https://slideplayer.info/slide/3108381/>.

BAB III

AGENT

Oleh Darwel

3.1 Pendahuluan

Agan adalah suatu unsur, organisme hidup, atau kuman infeksi yang dapat menyebabkan terjadinya suatu penyakit seperti : unsur biologis, kimia, fisika, faktor nutrisi, keturunan dan faktor gaya hidup. Agent merupakan faktor esensial yang harus ada pada proses terjadinya suatu penyakit (Soemirat, 2000).

3.2 Jenis Agent Penyakit

3.2.1 Agent Unsur Biologis

Yang termasuk kedalam agent unsur biologis adalah bakteri, virus, fungi, rickettsia, metazoa dan protozoa. Agent merupakan penyebab penyakit yang berbeda-beda untuk setiap penyakit. (Noor, 2006). Secara lebih jelas bias dilihat pada tabel dibawah ini :

a. Bakteri

Bakteri merupakan salah satu agent yang banyak menjadi penyebab penyakit infeksi. Bakteri merupakan mikroorganisme bersel satu, tidak berklorofil dan berkembang biak dengan pembelahan sel. Bakteri bisa dilihat dengan mikroskop biasa dengan pembesaran 1000 kali dengan ukuran berkisar antara 0,5-10 mikron. Sel bakteri ada yang berbentuk bulat (coccus), batang (basillus), spiral (spirillum) dan ada yang berbentuk modifikasi dari ketiga bentuk tersebut. Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh faktor :

1. Medium/ nutrient

Kebutuhan nutrisi tiap golongan/ jenis berbeda tergantung sifat fisiologiknya.

2. Temperatur

Temperatur akan mempengaruhi kegiatan fisiologik bakteri.

Daya tahan bakteri tidak sama oleh karena itu bakteri dikategorikan atas 3 yaitu :

- a) Bakteri termofil (*polithermik*)
Temperatur optimum : 55°C - 65°C
- b) Bakteri mesofil (*mesothermik*)
Temperatur optimum : 25°C - 40°C
- c) Bakteri psikrofil (*oligothermik*)
Temperatur optimum : 10°C - 20°C

Pada tabel dibawah dijelaskan beberapa jenis agent bakteri dan penyakit yang ditimbulkannya :

Tabel 1. Jenis bakteri dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Bakteri	<i>Escherichia coli</i>	Diare
	<i>Corynebacterium diptheriae</i>	Difteri
	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Trakoma
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Pneumonia
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	Faringitis
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	TB Paru
	<i>Bordetella pertussis</i>	Batuk rejan
	<i>Vibrio cholerae</i>	Kolera
	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Gonorea
	<i>Salmonella typhi</i>	Typus abdominalis
	<i>Yersinia pestis</i>	Pes
	<i>Legionella pneumophila</i>	Legionelosis
	<i>Treponema pallidum</i>	Sifilis
	<i>Clostridium botulinum</i>	Botulus
	<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
	<i>Shigella sonnei</i>	Disentri
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Infeksi kulit
	<i>Neisseria meningitidis</i>	Meningitis

b. Virus

Virus adalah parasit atau makhluk hidup yang kehidupannya bergantung pada makhluk hidup lain, berukuran mikroskopik (tidak dapat dilihat oleh mata) yang menginfeksi sel organisme biologis (Irianto, 2013).

Sel-sel tubuh manusia, dapat terganggu perkembangan dan fungsinya oleh adanya infeksi virus. Bermacam-macam virus dapat menimbulkan berbagai penyakit pada tubuh manusia yang tidak diinginkan. Jika tubuh kita dalam kondisi menurun (lemah) maka kita dapat dengan mudah terserang penyakit atau virus. Pada tabel dibawah terlihat jenis virus yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia yaitu (Mandal dkk, 2006):

Tabel 2. Jenis virus dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Virus	<i>Novel coronavirus</i>	Covid-19
	<i>Virus influenza</i>	Influenza
	<i>Virus dengue</i>	DHF
	<i>Virus antraks</i>	Penyakit antraks
	<i>Varicella zoster</i>	Cacar air
	<i>Virus ebola</i>	Demam ebola
	<i>Rotavirus</i>	Diare infantil
	<i>Virus hepatitis</i>	Hepatitis
	<i>HIV</i>	AIDS
	<i>Virus rabies</i>	Rabies
	<i>Virus Herpes</i>	Herpes simplex
	<i>Virus polio</i>	Poliomielitis
	<i>Arenavirus</i>	Lassa Fever
	<i>Coronavirus</i>	SARS-Cov
	<i>Paramyxovirus A</i>	Campak
	<i>Rubella virus</i>	Campak Jerman
	<i>Arbovirus</i>	Demam kuning
	<i>Avian influenza H5N1</i>	Flu Burung
	<i>Rhinovirus</i>	Demam, batuk pilek

c. Fungi

Organisme ini tidak berklorofil dan mempunyai dinding sel yang kaku. Beberapa bersel satu yang lain multiselular dan menunjukkan sedikit perbedaan pada bagian-bagian strukturalnya. Ukuran dan bentuknya berkisar dari khamir yang mikroskopik dan multiselular (kapang). Fungi memperbanyak diri secara seksual maupun aseksual (Irianto, 2013). Berbagai jenis fungi bisa dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 3. Jenis fungi dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Fungi	<i>Candida albicans</i>	Kandidiasis
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Aspergilosis
	<i>Histoplasma capsulatum</i>	Histoplasmosis
	<i>Cryptococcus neoformans</i>	Kriptokokosis
	<i>Coccidioides immitis</i>	Kokidioidomikosis
	<i>Aspergillus paranasal</i>	Infeksi telinga
	<i>Pneumocystis jiroveci</i>	Defisiensi Imun

d. Metazoa

Metazoa adalah binatang bersel banyak dalam jaringan dan sel-sel khusus. Sebagian besar Metazoa bereproduksi secara seksual. Pada tabel berikut di jelaskan jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan :

Tabel 4. Jenis metazoa dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Metazoa	<i>Taenia saginata</i>	Taeniasis
	<i>Taenia solium</i>	Taeniasis
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis
	<i>Anslyostoma duodenale</i>	Ancylostomiasis
	<i>Schistosoma japonicum</i>	Schistosomiasis
	<i>Schistosoma mansoni</i>	Schistosomiasis

e. Protozoa

Protozoa merupakan Protista eukariotik uniseluler tanpa klorofil dan dinding sel. Protozoa bergerak menggunakan pseudopodia (kaki semu) atau silia (rambut getar) dan flagella (bulu cambuk) dan umumnya berkembang biak dengan cara membelah diri. Protozoa termasuk katagori organisme heterotrof yang mempunyai bentuk yang beragam, ada yang berbentuk lonjong atau membola dan memanjang dan hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop. Dibawah terdapat beberapa jenis protozoa yang menyebabkan penyakit pada manusia :

Tabel 5. Jenis protozoa dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Protozoa	<i>Plasmodium vivax</i>	Malaria
	<i>Plasmodium falcifarum</i>	Malaria
	<i>Plasmodium malariae</i>	Malaria
	<i>Plasmodium ovale</i>	Malaria
	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Tripanosomiasis
	<i>Trypanosoma brucei</i>	Tripanosomiasis
	<i>Leishmania tropica</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania donovani</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania major</i>	Leishmaniasis
	<i>Leishmania aethiopica</i>	Leishmaniasis
	<i>Toxoplasma gondii</i>	Toksoplasmosis

f. Rickettsia

Rickettsia mempunyai sifat parasite obligat intraseluler, berukuran kecil (0,3-0,5 x 0,8-2,0 μm), mengalami pembelahan ganda dalam sel pejamu. Rickettsia ditularkan oleh vektor arthropoda (tungau, pinjal, caplak dan kutu). Beberapa contoh rickettsia bias dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 6. Jenis Rickettsia dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesies Agent	Nama Penyakit
Rickettsia	<i>Rickettsia prowazeki</i> <i>Rickettsia typhi</i> <i>Rickettsia tsutsugamushi</i> <i>Rickettsia conori</i> <i>Rickettsia akari</i> <i>C. burnetii</i>	Tifus disebarkan kutu Tifus murin Scrub typhus Tick typhus Rickettsial pox Demam Q

3.2.2 Agent Unsur Kimia

Zat kimia merupakan salah satu faktor yang bisa menyebabkan timbulnya suatu penyakit. Kebanyakan zat kimia tersebar di lingkungan menjadi zat pencemar lingkungan.

Tabel 7. Agent kimia dan penyebab penyakit dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan

Jenis Agent	Spesifik Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Senyawa Kimia toksik	Polychlorinated biphenyl (PCB) Bisphenol-A (BPA)	Efek Karsinogenik peningkatan risiko penyakit jantung, kanker, kelainan organ hati
Pestisida	Karbamat Organoklorin Organofosfat	Pusing, kejang kejang, pingsan atau penurunan kesadaran, kematian, gangguan reproduksi, gangguan kehamilan dan perkembangan janin, meningkatkan risiko Parkinson, efek karsinogenik
Jenis Agent	Spesifik Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Logam	Mercuri (Hg)	Abortus spontan,

berat	Kadmium (Cd)	gangguan menstruasi, buta dan tuli, adanya keterbelakangan mental, dan terjadinya kerusakan otak.
	Timbal (Pb)	Gangguan jangka panjang terhadap sekresi dalam darah, ginjal, hepar, organ reproduksi. Lahir mati, abortus spontan, perkembangan terhambat, dan kerusakan otak.
	Seng (Zn)	Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah.
	Tembaga (Cu)	Gangguan mulai dari sintesis haemoglobin darah, gangguan pada ginjal, sistem reproduksi, penyakit akut atau kronik sistem syaraf serta gangguan fungsi paru-paru.
	Besi (Fe)	Efek toksis Fe berupa kerusakan-kerusakan jaringan yang disebut dengan hemokromatosis.

3.2.3 Agent Unsur Fisika

Gangguan fungsi atau kelainan morfologi organ atau jaringan tubuh manusia seringkali berubah akibat keterpaparan (*exposed*) manusia terhadap agent fisik. Termasuk dalam kelompok ini adalah sinar ultraviolet, sinar infra merah, kebisingan, radiasi suhu panas, radiasi elektromagnetik, energy

lain yang menumpang pada sebuah komponen lingkungan (Achmadi, 2011).

Berbagai agent fisik ini dipancarkan dari sumebrnya melalui sebuah pancaran atau radiasi atau dirambatkan melalui komponen lingkunganmisalnya benda padat, benda cair atau udara. Suhu panas dapat diapncarkan melalui media udara, namun dapat pula dirambatkan melalui media, demikian pula kebisingan, radiasi elektro magnetic (Anies, 2009).

Tabel 8. Agent fisik dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Kebisingan	Gangguan pendengaran sampai menyebabkan ketulian
Getaran/ vibrasi	Rasa nyeri otot, nyeri tulang, gangguan sirkulasi organ tubuh, Hand-arm Vibration syndrome (HAVS)
Cahaya	Gangguan penglihatan, gangguan organ mata, kelelahan mata
Temperatur	Heat Cramps, heat syncope, heat exhaustion, dan heat stroke, dehidrasi
Kelembaban	Meningkatkan risiko gangguan saluran pernafasan
Radiasi pengion	Kelainan genetik
Radiasi non-pengion	Meningkatkan risiko kanker

3.2.4 Agent Faktor Nutrisi

Nutrisi merupakan hal yang penting bagi tubuh manusia namun saat ini faktor nutrisi juga bisa menjadi agent untuk terjadinya penyakit tidak menular apabila dikonsumsi secara berlebihan.

Tabel 9. Agent Nutrisi dan penyakit yang ditimbulkan

Jenis Agent	Penyakit/ Gangguan kesehatan
Karbohidrat	Diabetes, meningkatkan risiko demineralisasi gigi, memengaruhi metabolisme glukosa dan insulin
Protein	memengaruhi proses metabolisme dan memperberat kerja ginjal, meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular dan stroke
Lemak	meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular dan stroke
Kalsium	membuat tulang keropos dan meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis
Vitamin	Keracunan, iritasi, kemerahan, kerusakan hati, meningkatkan risiko kanker prostat

3.2.5 Agent Faktor Gaya Hidup

Kebiasaan sehari-hari juga bisa menimbulkan risiko terjadinya suatu penyakit seperti kebiasaan mengkonsumsi makanan siap saji yang beresiko untuk timbulnya penyakit-penyakit tidak menular, tekanan psikososial/ masalah kejiwaan yang bisa memicu timbulnya penyakit jasmaniah seperti sakit lambung dan penyakit gangguan jiwa itu sendiri.

3.2.5 Agent Faktor Keturunan

Faktor keturunan seperti buta warna, hemofili, mongolisme, diabetes, thalassemia, kebotakan (alopecia), penyakit ini diturunkan ke generasi berikutnya karena adanya gen yang tidak normal (Soemirat, 2000).

3.3 Karakteristik Agent Penyakit

Beberapa karakteristik tentang agen penyakit (Darwel, 2018) :

- a. Infektivitas: kesanggupan dari organisme untuk beradaptasi sendiri terhadap lingkungan dari pejamu untuk mampu tinggal dan berkembang biak dalam jaringan pejamu
- b. Patogenesitas: kesanggupan organisme untuk menimbulkan suatu reaksi klinik khusus yang patologis setelah terjadinya infeksi pada pejamu yang diserang
- c. Virulensi : kesanggupan organisme tertentu untuk menghasilkan reaksi patologis yang berat yang selanjutnya mungkin menyebabkan kematian
- d. Toksisitas: kesanggupan organisme untuk memproduksi reaksi kimia yang toksis dari substansi kimia yang dibuatnya
- e. Invasitas: kemampuan organisme untuk melakukan penetrasi dan menyebar setelah memasuki jaringan
- f. Antigenisitas: kesanggupan organisme untuk merangsang reaksi imunologis dari pejamu

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Umar Fahmi (2011) Dasar-dasar Penyakit Berbasis Wilayah
Darwel (2018) Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi
Irianto, Koes (2013) Mikrobiologi Medis.
Noor, Nur Nasry (2006) Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular
Soemirat, Juli (2000) Epidemiologi Lingkungan
Mandal, B K; Wilkins, E G L, Dunbar, E M; White Mayon R T (2002) Penyakit Infeksi

BAB IV

HOST/ PEJAMU

Oleh Salsabila Syafni Aulia

4.1 Pendahuluan

Lingkungan merupakan salah satu media penular penyakit yang dapat mempengaruhi kondisi kesehatan seseorang. Lingkungan dapat menjadi sumber maupun agen dalam mentransmisikan penyakit. Lingkungan dikatakan sehat apabila sesuai dengan standar yang diatur dan ditetapkan oleh menteri kesehatan. Sehingga lingkungan dapat berperan penting dalam mengendalikan angka kesehatan maupun angka kesakitan. Angka kesakitan dapat ditimbulkan karena banyaknya penyakit. Yang mana penyakit menurut para ahli dikutip dari Irwan yaitu merupakan suatu keadaan dimana proses kehidupan tidak teratur atau terganggu (Van Dale's Woordenboek der Nederlands Tel), sedangkan menurut Gold Medical Dictionary penyakit adalah kegagalan dari mekanisme adaptasi suatu organisme untuk bereaksi secara tepat terhadap rangsangan atau tekanan sehingga gangguan pada fungsi/ struktur dari organisasi atau sistem dari tubuh. Pun juga menurut Arrest Hofte Amsterdam penyakit bukan hanya berupa kelainan yang dapat dilihat dari luar saja, akan tetapi juga suatu keadaan terganggu dari keteraturan fungsi-fungsi dalam dari tubuh (Irwan, 2017).

Terjadinya penyakit ini merupakan salah satu proses interaksi antara agen penyakit, manusia (host), dan lingkungan sekitarnya. Yang mana proses interaksi ini dipelajari dalam ilmu epidemiologi lingkungan. Epidemiologi merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang frekuensi dan distribusi atau penyebaran serta determinan masalah kesehatan pada sekelompok orang atau masyarakat serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Terdapat segitiga epidemiologi yang merupakan salah satu konsep dasar dalam epidemiologi. Segitiga epidemiologi atau yang dikenal dengan trias epidemiologi ini

merupakan suatu konsep dasar yang menggambarkan hubungan antara tiga faktor utama, yang mana tiga faktor utama ini memiliki peran dalam proses terjadinya penyakit atau masalah kesehatan. Adapun tiga faktor utama tersebut yaitu host, agen, dan lingkungan (environment).

Host berbicara terkait tuan rumah atau pejamu yang dipengaruhi oleh usia, ras, genetik, gaya hidup, imunitas dan sebagainya. Sedangkan agent berbicara terkait penyebab suatu penyakit. Faktor penyebab dari suatu penyakit dapat berupa kelebihan atau kekurangan unsur hidup atau unsur mati. Agen atau penyebab penyakit dapat berasal dari penyebab biologis seperti bakteri, virus, protozoa, jamur, dsb. Agent penyebab fisik seperti radiasi, tekanan, panas dan sebagainya. Sedangkan agent penyebab kimia dapat berupa limbah industri, obat-obatan ataupun food additive pada makanan, dan masih banyak agent penyebab lainnya. Kemudian, environment merupakan lingkungan yang dapat mempengaruhinya. Adapun lingkungan ini dapat berupa lingkungan fisik, lingkungan biologi, lingkungan ekonomi maupun lingkungan sosial, dan sebagainya.

Ketidakseimbangan dari ketiga faktor utama ini dapat menimbulkan terjadinya penyakit. Karena proses terjadinya penyakit merupakan interaksi antara agen penyakit, manusia (host), dan lingkungan sekitarnya (Darmawan, 2016). Apabila ketiga faktor utama ini tidak seimbang, maka akan timbul penyakit. Karena proses terjadinya penyakit merupakan Agent, host dan environment saling berhubungan untuk menghasilkan penyakit dengan cara yang rumit. Karena penyakit yang berbeda membutuhkan sarana dan interaksi dari tiga komponen yang berbeda.

4.2 Host/Pejamu

Host merupakan sesuatu yang mengacu pada manusia yang bisa mendapatkan penyakit. Host adalah manusia atau makhluk hidup lainnya. Host dipengaruhi oleh berbagai macam faktor resiko atau faktor instrinsik (dalam) tuan rumah yang dapat mempengaruhi individu ekposur, kerentanan atau respon terhadap agen. Faktor host yang berkaitan dengan terjadinya

penyakit menular berupa umur, jenis kelamin, ras, etnik, anatomi tubuh, dan status gizi. Faktor manusia sangat kompleks dalam proses terjadinya penyakit dan tergantung pada karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing individu.

Adapun faktor resiko pejamu (host) dengan karakteristik tersebut antara lain sebagai berikut (Irwan, 2017):

a. Umur

Umur menjadi salah satu faktor risiko pada host atau manusia. Karena umur dapat menyebabkan adanya perbedaan penyakit yang diderita. Hal ini dapat dilihat dari umur yang mempengaruhi kesehatan manusia. Ini dapat digambarkan dengan adanya penyakit campak yang biasanya pada anak-anak, sedangkan penyakit kanker pada usia pertengahan dan penyakit aterosklerosis pada usia lanjut. Jadi, umur menjadi salah satu faktor risiko pejamu yang akan mempengaruhi terjadinya atau terbentuknya penyakit.

b. Jenis Kelamin

Salah satu faktor risiko pejamu yaitu jenis kelamin. Biasanya frekuensi penyakit pada jenis kelamin laki-laki lebih tinggi dibandingkan pada jenis kelamin wanita. Namun, juga ada penyakit tertentu seperti penyakit pada kehamilan serta persalinan hanya terjadi pada wanita sebagaimana halnya penyakit hipertrofi prostat hanya dijumpai pada laki-laki. Jadi jenis kelamin juga berperan dalam faktor resiko pejamu (host).

c. Genetik

Genetik juga menjadi salah satu faktor resiko pejamu yang mana ada beberapa penyakit tertentu yang diturunkan secara genetic atau hereditas, contohnya seperti penyakit buta warna, hemophilia, dan sebagainya.

d. Ras

Pada faktor resiko pejamu berupa ras yang akan mempengaruhi penyakit tergantung pada tradisi, adat istiadat dan juga perkembangan kebudayaan. Karena ada beberapa penyakit yang hanya ditemui pada ras tertentu yang tidak ditemukan pada ras lainnya.

e. Pekerjaan

Pekerjaan manusia juga berkaitan erat dengan faktor resiko terjadinya penyakit. Karena status pekerjaan dapat mempengaruhi kesehatan seseorang. Hal ini dikarenakan status pekerjaan juga berhubungan erat dengan penyakit yang dapat ditimbulkan atau disebabkan oleh pekerjaan atau yang dikenal dengan penyakit akibat kerja. Contohnya pekerja yang bekerja dipabrik yang menggunakan bahan baku silica maka akan rentan terkena penyakit silicosis, begitupun dengan pekerja yang bekerja dipabrik yang banyak menggunakan bahan kimia maka pekerja akan rentan untuk mengalami keracunan. Pun juga dengan pekerja yang bekerja kasar atau buruh atau pekerja bangunan, apabila tidak menggunakan alat pelindung diri yang lengkap maka bisa berisiko mengalami kecelakaan kerja.

f. Status Nutrisi

Host juga dipengaruhi oleh status gizi yang dimilikinya, apabila seseorang tidak terpenuhi status nutrisinya atau tidak tercukupinya status gizinya maka ia akan rentan atau mudah menderita penyakit. Selain itu juga dapat menderita penyakit infeksi yang dipengaruhi oleh gizi seperti penyakit tuberculosi atau kelainan gizi seperti menderita penyakit obesitas, dan sebagainya.

g. Pendidikan

Faktor pendidikan host atau manusia juga dapat mempengaruhi faktor kesehatan seseorang. Apabila pendidikan manusia tersebut tinggi atau dapat dikatakan memiliki ilmu pengetahuan terkait kesehatan maka ia dapat menghindari faktor faktor yang membuat dirinya rentan terkena penyakit. Sedangkan apabila manusia tidak memiliki ilmu pengetahuan karena memiliki pendidikan yang rendah, maka ia akan lebih berisiko dibandingkan yang memiliki pendidikan dengan catatan melakukannya/ mengaplikasikannya.

h. Status Kekebalan

Reaksi tubuh terhadap penyakit juga tergantung pada status kekebalan yang dimiliki sebelumnya seperti kekebalan terhadap penyakit virus yang tahan lama dan seumur hidup. Hal ini dikarenakan status kekebalan dapat mampu memperkecil risiko

terjadinya atau terkenanya penyakit pada pejamu. Apabila status kekebalannya baik maka ia akan dapat membentengi diri dari penyakit. Contoh penyakit yang bergantung pada status kekebalan yaitu penyakit campak.

i. Gaya hidup/Perilaku

Salah satu fakto resiko yang berpengaruh besar terhadap terjadinya penyakit yaitu gaya hidup/*lifestyle* nya pejamu/manusia, atau perilaku dari manusia itu sendiri. Gaya hidup yang tidak baik seperti menggunakan narkoba, merokok, dan kebiasaan minum alkohol, maka manusia tersebut akan rentan terkena atau mengalami gangguan kesehatan. Sedangkan apabila pejamu nya menjaga perilaku atau gaya hidup yang sehat maka ia akan lebih kuat untuk tidak terkena penyakit. Gaya hidup sehat ini dapat dilihat dari kebiasaan dan perilaku manusia seperti menjaga kebersihan diri, rajin berolahraga, dan sebagainya.

j. Adat-istiadat

Salah satu faktor resiko yang dapat mempengaruhi kesehatan pada pejamu atau host yaitu adat istiadat yang dianut oleh manusia. Karena beberapa adat istiadat memiliki kebiasaan yang dapat menimbulkan penyakit contohnya kebiasaan makan ikan mentah yang mana dapat menyebabkan penyakit cacing hati.

k. Psikis

Faktor psikis pada manusia juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan. Karena faktor kejiwaan dapat mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya penyakit. Seseorang yang memiliki emosional yang tidak terkontrol dan juga pikiran yang stress maka dapat mempengaruhi kesehatannya. Contohnya penyakit hipertensi yang dikarenakan suka emosional, dan insomnia yang juga dapat disebabkan karena banyak pikiran dan sebagainya.

Manusia memiliki peran dalam terjadinya penyakit. Manusia yang berperan sebagai host atau pejamu dapat mengendalikan penyakit yang menyerang nya dengan memerhatikan faktor faktor resiko yang dapat mempengaruhi kesehatannya. Manusia sebaiknya mampu untuk meminimalisir terjadinya penyakit dengan mengendalikan faktor resiko

tersebut. Sesuai dengan teori segitiga atau triangle theory menurut John Gordon dan La Richt yang menggambarkan interaksi ketiga komponen penyebab penyakit yaitu manusia (*host*), penyebab (*agent*), dan lingkungan (*environment*). Yang mana Gordon berpendapat bahwasanya penyakit timbul karena ketidakseimbangan antara agent (penyebab) dan manusia (*host*), keadaan keseimbangan bergantung pada sifat alami dan karakteristik agent dan host (baik individu/kelompok), dan karakteristik agent dan host akan mengadakan interaksi, dalam interaksi tersebut akan berhubungan langsung pada keadaan alami dari lingkungan (lingkungan fisik, social, ekonomi, dan biologis). Adapun interaksi antara pejamu dengan agent maupun lingkungan sehingga menghasilkan kondisi sehat maupun sakit pada manusia diantaranya sebagai berikut (Irwan, 2017):

- Interaksi antara pejamu (manusia) dan lingkungan, merupakan suatu keadaan terpengaruhnya manusia secara langsung oleh lingkungannya dan terjadi pada saat prepatogenesis suatu penyakit misalnya udara dingin, hujan, dan kebiasaan membuat dan menyediakan makanan.
- Interaksi antara pejamu (manusia) dan agent penyakit, merupakan suatu keadaan agen penyakit menetap, berkembang biak dan dapat merangsang manusia untuk menimbulkan respons berupa tanda-tanda dan gejala penyakit, misalnya demam, perubahan fisiologis jaringan tubuh dan pembentukan kekebalan atau mekanisme pertahanan tubuh lainnya. Interaksi yang terjadi dapat berupa sembuh sempurna, kecacatan atau kematian.
- Interaksi agent penyakit, pejamu (manusia) dan lingkungan, merupakan suatu keadaan saling mempengaruhi antara agent penyakit, manusia, dan lingkungan secara bersama sama dan keadaan tersebut memperberat satu sama lain sehingga memudahkan agen penyakit baik secara tidak langsung maupun langsung masuk ke dalam tubuh manusia, misalnya pencemaran air sumur oleh kotoran manusia akan dapat menimbulkan penyakit muntaber.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Armaidi. (2016). Epidemiologi Penyakit Menular dan Penyakit Tidak Menular. JMU Vol.4, No. 2, hal.195-202
- Irwan. (2017). *'Epidemiologi Penyakit Menular'*Yogyakarta: CV.Absolute Media.
- Harmani,dkk. (2019). Faktor Host dan Lingkungan dengan Kejadian Tuberkolosis Paru di Kabupaten Cianjur Propinsi Jawa Barat. Indonesian journal of Health Development Vol. 1, No. 2, hal.40-47

BAB V

LINGKUNGAN

Oleh Wijayantono

5.1 Pendahuluan

Kesehatan lingkungan merupakan salah satu usaha untuk menyehatkan masyarakat melalui pengelolaan lingkungan. Penilaian kesehatan masyarakat dapat dilakukan dengan menilai lingkungannya, karena kualitas lingkungan, yakni memenuhi baku mutu lingkungan, akan mencerminkan perilaku masyarakat (Soemirat, 2018). Menurut (Sudirman, 2021) Kesehatan lingkungan adalah suatu ilmu dan seni dalam mencapai keseimbangan antara lingkungan dan manusia, ilmu dan juga seni dalam pengelolaan lingkungan sehingga dapat tercapai kondisi yang bersih, sehat, nyaman dan aman serta terhindar dari gangguan berbagai macam penyakit. Adapun Paradigma Kesehatan Lingkungan yaitu :

- a. Kesling adalah ilmu multidisiplin mempelajari dinamika hubungan interaktif antara sekelompok manusia/ masyarakat dengan berbagai perubahan komponen lingkungan hidup manusia.
- b. Perubahan komponen lingkungan diduga menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat.
- c. Perubahan lingkungan inilah dipelajari sebagai upaya untuk penanggulangan dan pencegahannya (Sudirman, 2021).

Secara garis besar kesehatan lingkungan merupakan ilmu untuk mempelajari hubungan antara factor kesehatan dengan factor lingkungan. Yang mana hubungan ini bersifat timbal balik. Dalam kesehatan lingkungan juga berkaitan dengan epidemiologi.

Dalam epidemiologi juga terdapat empat simpul indikator penyelidikan epidemiologi lingkungan, yang mana simpul pertama merupakan komponen lingkungan pada sumber atau

emisi tujuannya untuk menentukan potensi bahaya komponen lingkungan yang mungkin akan ditimbulkan. Kemudian simpul kedua merupakan pengukuran komponen pada ambien atau lingkungan. Biasanya komponen lingkungan berada dalam media/wahana lingkungan. Sedangkan simpul ketiga merupakan agents penyakit yang melakukan interaksi. Kemudian, simpul keempat merupakan gejala penyakit, pada tahap ini ditandai dengan pengukuran gejala sakit, baik secara klinis atau subklinis.

Pada simpul kedua dijelaskan bahwa lingkungan menjadi salah satu factor penting terhadap terjadinya penyakit. Karena apabila perubahan terjadi pada lingkungan maka akan dapat mempengaruhi factor kesehatan karena adanya potensi bahaya. Pun juga dalam teori Gordon menyatakan bahwa suatu penyakit timbul karena adanya gangguan terhadap keseimbangan host (tuan rumah), agent (faktor penyebab), environment (lingkungan). Segitiga epidemiologi merupakan konsep dasar epidemiologi yang memberikan gambaran tentang hubungan antara tiga faktor utama yang berperan dalam terjadinya penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Interaksi host, agent dan environment. Hal ini dikarenakan pada ketiga factor ini merupakan sistem yang dinamis yang berada dalam keseimbangan (equilibrium) pada seseorang (individu) yang sehat (Bustan, 2002).

Pada lingkungan juga terjadi interaksi antara agen penyakit dan lingkungan, yang mana keadaan dimana agen penyakit langsung dipengaruhi oleh lingkungan dan terjadi pada saat pre-patogenesis dari suatu penyakit. Misalnya: stabilitas vitamin sayuran di ruang pendingin dan penguapan bahan kimia beracun oleh proses pemanasan.

Selain itu, juga terjadi interaksi antara Host dan Lingkungan, yang merupakan keadaan dimana manusia langsung dipengaruhi oleh lingkungannya pada fase pre-patogenesis. Contohnya udara dingin, hujan, dan kebiasaan membuat dan menyediakan makanan. Kemudian, interaksi Agen penyakit, host dan Lingkungan yang merupakan dimana agen penyakit, manusia, dan lingkungan bersama-sama saling mempengaruhi dan memperberat satu sama lain, sehingga memudahkan agen

penyakit baik secara langsung atau tidak langsung masuk ke dalam tubuh manusia. Adapun contohnya : pencemaran air sumur oleh kotoran manusia sehingga dapat menyebabkan *water borne disease*.

Lingkungan merupakan hal yang sangat dekat dengan kehidupan manusia. Setiap hari manusia selalu berhubungan dengan lingkungannya. Lingkungan dapat memengaruhi kesehatan manusia. Apabila lingkungan yang ada disekitarnya tidak bersih dan tidak layak menurut standar kesehatan maka akan dapat menjadi sumber potensi dari penyakit, sehingga dapat mengganggu kesehatan atau juga dapat menyebabkan penyakit berbasis lingkungan. Dalam artian kata bahwasanya lingkungan yang memiliki kondisi sanitasi yang buruk maka akan dapat menjadi sumber berkembangnya penyakit.

Tentunya, ini akan dapat membahayakan kesehatan masyarakat disekitar lingkungan tersebut. Banyak sumber pencemar yang dapat mencemari lingkungan, dari kehidupan sehari-hari dapat kita lihat banyaknya penumpukan sampah yang tidak dikelola dengan baik, adanya polusi udara seperti dari aktivitas kendaraan/ lalu lintas di jalan yang padat, adanya pencemaran air dan limbah cair yang disebabkan oleh industri yang langsung membuang limbahnya tanpa melakukan pengolahan atau dari sistem irigasi sawah yang menggunakan pupuk dan pestisida yang berlebihan. Selain itu, juga terdapat pencemaran tanah, contohnya dari penimbunan sampah di dalam tanah dan juga dari penggunaan pupuk serta pestisida yang berlebih pada perkebunan. Tentunya semua factor pencemar ini dapat mempengaruhi kualitas lingkungan yang dapat menjadi menjadi potensi penyebab bahaya. Adapun karakteristik Lingkungan juga sangat mempengaruhi kualitas lingkungan, yaitu diantaranya sebagai berikut yaitu topografi yang berupa situasi lingkungan tertentu, baik yang natural maupun buatan manusia yang mungkin mempengaruhi terjadinya dan penyebaran suatu penyakit tertentu dan geografis yang merupakan keadaan yang berhubungan dengan struktur geologi dari bumi yang berhubungan dengan kejadian penyakit.

Menurut Sudirman (2021) Environment (lingkungan) yang mengacu pada factor- faktor ekstrinsik yang mempengaruhi agen dan kesempatan untuk eksposur. Faktor lingkungan meliputi faktor fisik seperti geologi dan iklim, faktor-faktor biologis seperti serangga yang mengirimkan agen, dan faktor sosial ekonomi seperti crowding, sanitasi, dan ketersediaan pelayanan kesehatan. Komponen lingkungan yang berinteraksi dengan manusia yaitu :

- a. Komponen lingkungan fisik & kimia, misal kebisingan, radiasi, pestisida, dll
- b. Komponen lingkungan biotis, misal spora jamur, bakteri tinja, tikus, tumbuhan
- c. Lingkungan sosial, misal hubungan antar tetangga, hubungan bawahan dengan pimpinan, dll (Sudirman, 2021).

Pada segitiga epidemiologi juga terdapat faktor lingkungan yang merupakan faktor ekstrinsik yang terdiri dari:

a. Lingkungan Fisik

Lingkungan secara fisik merupakan lingkungan yang berkaitan dengan makhluk tak hidup atau dapat dikatakan benda mati seperti pencahayaan, kebisingan, dan sebagainya.

b. Lingkungan Biologi

Merupakan lingkungan yang berkaitan juga dengan aktivitas makhluk hidup lainnya seperti mikroba, jamur dan sebagainya yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan dan dapat menyumbang risiko untuk terjadinya penyakit.

c. Lingkungan Kimia

Lingkungan kimia ini berhubungan dengan zat-zat yang berbau kimia, dan juga bahan-bahan yang dapat menimbulkan dampak pada lingkungan dari segi kimianya contohnya penggunaan Metana yang berlebihan dan sebagainya.

d. Lingkungan Sosial

Faktor lingkungan menjadi salah satu faktor penentu dari terjadinya sehat dan sakit seseorang. Karena mengingat bahwasanya lingkungan merupakan semua faktor luar dari suatu individu. Perlunya upaya pencegahan terjadi nya

penyakit yang timbulkan karena lingkungan yang tidak layak, tidak sehat dan tidak sesuai dengan standar kesehatan yang ada.

Adapun upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas lingkungan yaitu sebagai berikut:

- a. Menerapkan perilaku hidup bersih dan sehat di lingkungan baik lingkungan rumah, sekolah, dan sebagainya
- b. Meminimalisir terjadinya pencemaran udara contohnya dengan melakukan penghijauan
- c. Meminimalisir terjadinya pencemaran air dan tanah, contohnya mengedukasi petani tentang penggunaan pupuk yang ramah lingkungan
- d. Menjaga kebersihan lingkungan dengan melibatkan semua lini sektor kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, Armaidi. (2016). Epidemiologi Penyakit Menular dan Penyakit Tidak Menular. JMU Vol.4, No. 2, hal.195-202
- Irwan. (2017). *'Epidemiologi Penyakit Menular'* Yogyakarta: CV.Absolute Media.
- Soemirat, Juli. (2018). *Buku Kesehatan Lingkungan (Revisi)*. Yogyakarta: UGM Press
- Sudirman, Muhamd Seto, dkk (2021). *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Zahir Publishing
- M.N.Bustan, A.Arsunan(2002). Pengnatar Epidemiologi. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

BAB VI

TIPE PENYEBARAN WABAH PENYAKIT

Oleh Rimawati Aulia

6.1 Pendahuluan

Penyakit tidak terjadi secara spontan dan acak. Demikian pula dengan penularan penyakit. Setidaknya terdapat tiga komponen yang membentuk suatu siklus terjadinya penularan penyakit. Ketiga komponen tersebut adalah kondisi host yang dapat bertindak sebagai sumber penularan penyakit maupun reservoir, kemampuan agent penyakit yang dapat ditinjau dari masa inkubasi dan tingkat virulensi, dan kondisi lingkungan seperti budaya (lingkungan sosial) dan iklim (lingkungan fisik) yang dapat mempengaruhi kerentanan host dan kemampuan agent.

Penularan penyakit yang terjadi secara masif, meluas dan dalam waktu singkat merupakan indikator peningkatan status penyebaran penyakit dari endemi, epidemi hingga pandemi (wabah). Pandemi sebagai tingkat penyebaran penyakit tertinggi didefinisikan sebagai kondisi epidemi yang terjadi di seluruh dunia atau terjadi di wilayah yang luas, melintasi batas-batas internasional dan umumnya mempengaruhi sejumlah besar orang (Kelly, 2011).

6.2 Jalur Penularan Penyakit

Penyebaran wabah suatu penyakit sangat dipengaruhi oleh jalur penularan penyakit tersebut. Secara umum, penularan penyakit dari satu host ke host yang lain dapat terjadi melalui dua jalur utama, yaitu jalur langsung dan jalur tidak langsung.

6.2.1 Jalur Penularan Langsung

Penularan penyakit secara langsung adalah proses perpindahan agent penyakit dari host yang terinfeksi kepada host yang rentan melalui kontak fisik, seperti sentuhan, ciuman, hubungan seksual, atau percikan droplet jarak dekat, sebelum droplet jatuh ke tanah, yang keluar saat bersin, batuk bahkan berbicara. Penularan agent penyakit melalui droplet pada jarak lebih dari satu meter dikategorikan sebagai jalur penularan melalui media udara.

Kontak langsung pada jalur penularan penyakit dapat terjadi secara vertikal dan horizontal (OpenStax Microbiology, 2016). Perpindahan agent penyakit melalui kontak langsung secara vertikal terjadi dari ibu ke anak selama proses kehamilan, persalinan, atau menyusui. Penularan melalui kontak langsung horizontal dapat terjadi melalui kontak antara membran mukosa, seperti pada kontak kulit ke kulit antara host terinfeksi dengan host yang rentan.

6.2.2 Jalur Penularan Tidak Langsung

Penularan penyakit secara tidak langsung adalah proses perpindahan agent penyakit dari host terinfeksi kepada host rentan, yang didahului oleh fase perkembangan agent penyakit. Fase tersebut dibutuhkan oleh agent penyakit agar dapat bertahan sebelum menginfeksi host rentan dan dapat berlangsung dalam tubuh organisme lain atau pada lingkungan tertentu.

Reservoir adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan tempat keberadaan agent penyakit untuk tinggal, tumbuh dan berkembang, sebelum menginfeksi host rentan. Makhluk hidup, seperti manusia dan hewan dapat bertindak sebagai reservoir pada rantai penularan penyakit. Manusia yang berperan sebagai reservoir dapat terlihat sehat, tidak menunjukkan gejala terinfeksi oleh agent penyakit namun tetap dapat menularkan agent penyakit tersebut. Kondisi ini dikenal dengan istilah carier. Salah satu contoh peran manusia sebagai reservoir adalah pada rantai penularan penyakit cacar air (*smallpox*).

Penularan penyakit tidak hanya dapat terjadi dari host berupa manusia kepada manusia, namun juga dapat terjadi penularan dari hewan (bertulang belakang) kepada manusia yang dikenal dengan istilah penyakit zoonosis. Salah satu contoh peran hewan sebagai reservoir teridentifikasi pada rantai penularan penyakit rabies.

Selain makhluk hidup, peran sebagai reservoir agent penyakit juga dapat dilakukan oleh benda tak hidup, seperti air, udara, makanan, dan tanah. Identifikasi terhadap jenis dan peran reservoir pada rantai penularan penyakit menjadi penting untuk menjadi fokus tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap penyakit tersebut.

6.3 Penularan Penyakit melalui Vektor

Penyakit berbasis vektor (vectorborne disease) adalah penyakit yang ditularkan dari agent penyakit, dapat berupa bakteri, cacing, protozoa bahkan virus, kepada hewan atau manusia oleh antropoda hetamofag yang meliputi kutu, tungau, lalat dan nyamuk (Álvarez-Hernández DA and S-Rivera A, 2017). Banyak dari vektor adalah serangga penghisap darah yang menelan agent penyakit dalam darah host terinfeksi (manusia atau hewan) dan kemudian menularkannya kepada host rentan, setelah patogen bereplikasi. Pada umumnya vektor mampu menularkan agent penyakit selama sisa hidup mereka (WHO, 2020).

6.3.1 Daftar Penyakit berbasis Vektor

Penyakit berbasis vektor berkontribusi lebih dari 17% terhadap kejadian penyakit menular dan menyebabkan lebih dari 700.000 kematian setiap tahun (WHO, 2020). Meskipun demikian, banyak penyakit berbasis vektor bersifat dapat dicegah melalui tindakan pengendalian vektor dan mobilisasi masyarakat.

Tabel 10. Daftar Penyakit berbasis Vektor berdasarkan Jenis Vektor dan Agent Penyakit

Vektor		Penyakit	Agent
Nyamuk	Aedes	Chikungunya	Virus
		Dengue	Virus
		Filariasis limfatik	Parasit
		Demam kuning	Virus
		Zika	Virus
	Anopheles	Filariasis limfatik	Parasit
		Malaria	Parasit
	Culex	Japanese encephalitis	Virus
		Filariasis limfatik	Parasit
Siput air		Schistosomiasis	Parasit
Lalat	Hitam	Onchocerciasis	Parasit
	Pasir	Leishmaniasis	Parasit
	Tsetse	African tripanosomiasis	Parasit
Kutu		Pes	Bakteri

Sumber: (WHO, 2020)(Athni *et al.*, 2021)

6.3.2 Perubahan Iklim dan Penyakit Penyakit berbasis Vektor

Distribusi dan frekuensi kejadian penyakit berbasis vektor dipengaruhi oleh perubahan iklim. Perubahan temperatur sebagai dampak dari perubahan iklim, turut mempengaruhi siklus hidup nyamuk sebagai salah satu vektor dengan metamorfosis sempurna, seperti kelangsungan hidup larva, umur nyamuk dewasa, panjang siklus gonotrofik nyamuk betina dan ukuran tubuh nyamuk dewasa.

Pada penularan arbovirus yang diperantai oleh nyamuk, temperatur akan mempengaruhi kerentanan virus, prevalensi

penyebaran, tingkat transmisi dan masa inkubasi ekstrinsik (Marselle *et al.*, 2019). Sebagai contoh, nyamuk betina dewasa dari spesies *Aedes albopictus* yang dihasilkan dari larva yang dipelihara pada suhu 18°C lebih mungkin terinfeksi dan menularkan virus chikungunya dibandingkan dengan nyamuk betina dari larva yang dipelihara pada suhu 32°C.

6.3.3 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Vektor

Penyakit berbasis vektor tercatat telah mempengaruhi kehidupan manusia dari berbagai aspek, mulai dari menyebabkan kematian, meningkatkan kerentanan populasi berdasarkan riwayat pajanan, kekebalan dan resistensi penyakit sebelumnya, digunakan sebagai senjata biologis, hingga mengubah hubungan antara manusia dengan lingkungan. Setiap penyakit berbasis vektor memiliki ekologi unik yang ditentukan oleh habitat, perkembangbiakan dan preferensi vektor yang berinteraksi dengan struktur sosial dan geografi manusia. Kondisi ini berimplikasi pada distribusi kerentanan populasi yang tidak proporsional dan cenderung dialami oleh populasi yang termarginalkan (Athni *et al.*, 2021).

Segitiga epidemiologi yang terdiri dari host, agent, dan lingkungan dapat menjadi kerangka pikir untuk menjelaskan mekanisme penularan penyakit berbasis vektor. Penularan agent penyakit hanya akan terjadi jika keberadaan vektor cukup/berlimpah, terjadi kontak antara vektor dengan host terinfeksi untuk memperoleh agent penyakit tersebut dan terjadi kontak antara vektor dengan agent penyakit dalam tubuh dengan host yang rentan. Ukuran populasi, fisiologi, perilaku dan kompetensi vektor dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, seperti tipe habitat, iklim, predasi dan kompetisi.

Interaksi antara manusia dan lingkungan dapat mendorong ketersediaan habitat perkembangbiakan vektor. Sebagai contoh, spesies nyamuk *Aedes aegypti* berkembang biak di wadah yang dapat menyimpan genangan air, seperti botol, tempat penampungan air, ban, serta sistem perairan yang terkontaminasi. Sanitasi lingkungan yang kurang baik dan populasi manusia yang padat, seperti pada wilayah perkotaan,

barak tentara dan kapal dapat memfasilitasi intensitas kontak antara vektor dan manusia sebagai host.

Kejadian penyakit berbasis vektor erat kaitannya dengan faktor lingkungan dan struktur sosial. Modifikasi yang dilakukan oleh manusia terhadap kedua faktor ini dapat mempengaruhi prevalensi kejadian penyakit ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

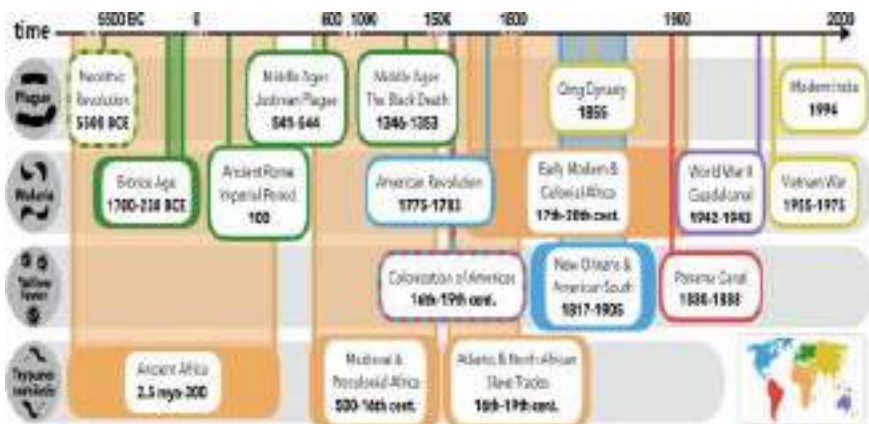
Modifikasi lingkungan yang dilakukan oleh manusia (kuning) dibidang pertanian dan urbanisasi, berupa pengalihfungsian lahan dan penebangan hutan dapat berkontribusi terhadap beban penyakit melalui peningkatan angka morbiditas dan mortalitas hingga kejadian wabah penyakit (merah), seperti penyakit pes (P), malaria (M), demam kuning (YF)m dan tripanosomiasis (T) melalui mekanisme yang sesuai dengan ekologi vektor (hijau). Peningkatan beban penyakit berbasis vektor ditanggapi oleh manusia melalui peningkatan teknologi, institusi, dan infrastruktur untuk kesejahteraan manusia, namun hal ini juga menimbulkan potensi masalah baru, seperti penggunaan agent penyakit sebagai senjata biologis dalam peperangan (biru).



Gambar 1. Dampak Sosio-ekologi Penyakit berbasis Vektor
Sumber: (Athni *et al.*, 2021)

6.3.4 Wabah Penyakit berbasis Vektor

Pes, malaria, demam kuning, dan tripanosomiasis tercatat telah mempengaruhi kehidupan manusia sejak era Paleolitik hingga saat ini melalui berbagai mekanisme. Infeksi Yersinia pestis pada pertengahan tahun 1300-an masih menjadi salah satu wabah terkenal. Hal tersebut didasari oleh besarnya dampak yang ditimbulkan, mulai dari perubahan demografis skala besar yang ditandai oleh angka kematian yang mencapai puluhan juta orang atau sekitar 30% dari populasi Eropa. Kondisi ini berkontribusi pada kekurangan tenaga kerja yang meningkatkan upah dan kekuasaan tenaga kerja, memperluas kebebasan ekonomi bagi tenaga kerja yang masih hidup, dan penggulingan sistem feodal Eropa. Transisi demografi dan ekonomi ini menyebabkan pengabaian lahan skala besar, pengurangan aktivitas pertanian dan peternakan, dan mendorong pertumbuhan kembali hutan yang pada akhirnya mengubah interaksi antara manusia dan lingkungan.



Gambar 2. Timeline Kejadian Penyakit berbasis Vektor
Sumber: (Athni *et al.*, 2021)

6.4 Penularan Penyakit melalui Udara

Udara memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme, termasuk dalam penularan penyakit. Kemunculan agent penyakit zoonosis seperti virus flu burung (H5N1 dan H7N9) dan virus corona (SARS-Cov, MERS-Cov) dengan cepat

meluas dan menimbulkan kepanikan global. Karakteristik agent penyakit tersebut, seperti ukuran partikel dan kemampuan bertahan di luar tubuh host/ inang, memungkinkan penularan terjadi melalui jalur udara.

Agent penyakit yang ditularkan melalui udara (air borne disease) dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu wajib, preferensial, dan oportunistik (Giuseppina La Rosa et al., 2013). Kategori wajib mengacu pada agent yang ditularkan secara alami melalui udara dan hanya melalui aerosol (droplet) kemudian akan tersimpan di pangkal paru-paru. *Mycobacterium tuberculosis* merupakan contoh agent penyakit pada kategori ini. Kategori preferensial mengacu pada agent yang dapat menginfeksi melalui beberapa media, namun sebagian besar ditularkan melalui droplet. Contoh agent pada kategori ini adalah *Varicella zoster* dan virus jenis paramyxovirus. Kategori oportunistik mengacu pada agent yang penularan utamanya melalui media selain udara, namun tetap dapat ditularkan pula melalui droplet atau debu pada kondisi tertentu. Sebagian besar virus yang menginfeksi saluran pernapasan termasuk pada kategori ini.

6.4.1 Ukuran Partikel dan Potensi Penularan Agent Penyakit

Identifikasi terhadap ukuran partikel agent penyakit memiliki dampak signifikan terhadap tindakan pencegahan, penanganan dan pengendalian penyakit tersebut. Droplet sebagai media perantara penularan agent penyakit melalui udara dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan ukuran partikel (Tellier et al., 2019).

Pertama, ukuran partikel dengan diameter $< 5\text{--}10\ \mu\text{m}$, memiliki aerodinamis yang mengikuti aliran udara sehingga berpotensi terjadi penularan pada jarak pendek dan jarak jauh. Partikel berukuran $< 5\ \mu\text{m}$ mudah menembus saluran pernapasan bahkan sampai ke alveolar, sementara partikel berukuran $< 10\ \mu\text{m}$ mudah menebus hingga di bawah glotis. Agent penyakit yang terkandung dalam partikel udara dengan ukuran $> 6\ \mu\text{m}$ secara dominan akan mengendap di saluran pernapasan atas, sementara partikel udara berukuran $2\text{--}6\ \mu\text{m}$ akan mengendap terutama di

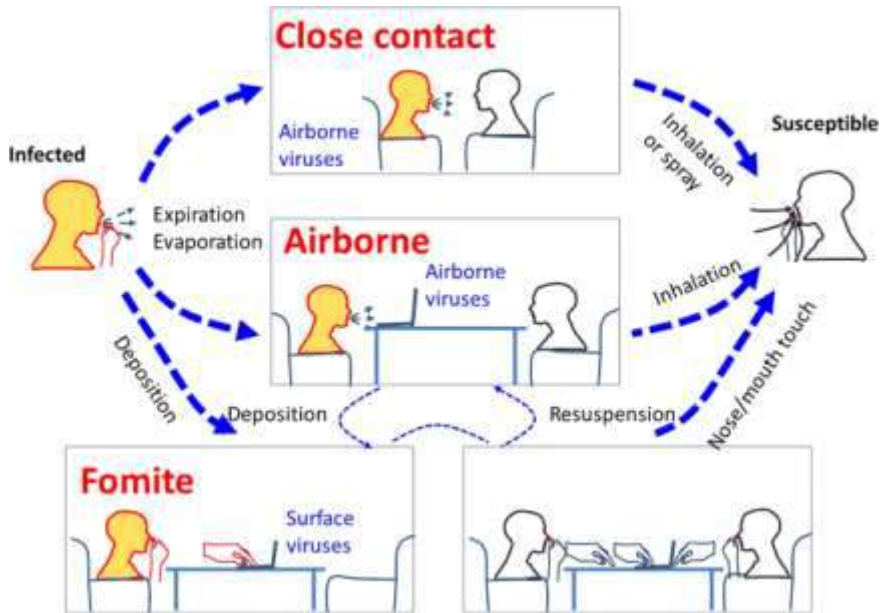
saluran pernapasan tengah dan kecil, dan partikel udara berukuran $< 2 \mu\text{m}$ akan mengendap terutama di daerah alveolar paru-paru.

Aerosol termasuk dalam kategori droplet nuklei dengan ukuran partikel $< 10 \mu\text{m}$ umumnya merupakan hasil proses pengeringan cepat droplet napas yang dihembuskan. Agent penyakit di udara dalam bentuk aerosol dapat ditularkan pada jarak lebih dari 1 m.

Kedua, ukuran partikel dengan diameter $10\text{--}20 \mu\text{m}$, memiliki kecenderungan menetap lebih cepat dari partikel $< 10 \mu\text{m}$. Ketiga, ukuran partikel dengan diameter $>20 \mu\text{m}$, memiliki kecenderungan pergerakan berada di bawah pengaruh gravitasi karena ukuran partikel yang terlalu besar untuk mengikuti aliran udara pernapasan.

6.4.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Udara

Penularan penyakit melalui udara tidak hanya terjadi dalam bentuk paparan langsung terhadap aerosol dan droplet yang mengandung agent penyakit, namun dapat pula terjadi melalui kontak terhadap benda-benda yang telah terkontaminasi dengan endapan droplet. Infeksi melalui jalur penularan kontak terhadap benda terkontaminasi sangat bergantung pada karakteristik agent penyakit berupa kemampuan bertahan hidup pada permukaan benda dan kerentanan host yang terkait dengan ketersediaan reseptor sel yang kompatibel dari berbagai jaringan yang terpapar oleh agent penyakit (Tellier *et al.*, 2019).



Gambar 3. Ilustrasi Jalur Penularan Penyakit berbasis Udara
Sumber: (Tellier *et al.*, 2019)

6.4.3 Wabah Penyakit berbasis Udara

Covid-19 yang melanda dunia sejak tahun 2019 adalah contoh salah satu penyakit yang ditularkan melalui udara. Penyakit ini dengan sangat cepat menyebar dan menimbulkan kepanikan global hingga memicu badan kesehatan dunia untuk mendeklarasikannya sebagai pandemi. Berbagai penelitian terus dikembangkan untuk mengidentifikasi karakteristik agent dan memutakhirkan langkah pencegahan dan pengendalian terhadap penyakit ini.

Severe Acute Respiratory Syndrom Coronavirus 2 (SARS Cov-2) merupakan agent penyakit yang bertanggung jawab terhadap infeksi Covid-19 dan dapat ditularkan oleh host terinfeksi melalui droplet pernapasan yang dihembuskan. Setidaknya telah teridentifikasi tiga jalur penularan Covid-19, yaitu melalui kontak langsung antara droplet dari mulut host terinfeksi dengan mulut, hidung dan mata host rentan, kontak host rentan dengan permukaan benda yang terkontaminasi droplet, dan melalui inhalasi mikrodroplet/ droplet nuclei yang

dikeluarkan oleh host terinfeksi yang terangkat dan mengikuti aliran udara (Bazant and Bush, 2021).

Potensi penularan Covid-19 melalui udara (airborne) telah terkonfirmasi melalui sejumlah hasil penelitian yang menunjukkan keberadaan agent penyakit ini pada aerosol pernapasan host terinfeksi yang tersuspensi di udara. Ukuran partikel droplet, aerosol, relatif kecil memegang peranan pada penyebaran agent di ruangan tertutup (Carducci, Federigi and Verani, 2020; Bazant and Bush, 2021).

Pada host terinfeksi, droplet dahak berpotensi mengandung agent penyakit, SARS Cov-2, sehingga dapat berperan pada penularan Covid-19. Agent yang ikut dihembuskan pada proses pernapasan umumnya berada pada kisaran radius 0,1 μm sampai 1 mm. Distribusi partikel pernapasan sangat bergantung pada peristiwa pernapasan, seperti pernapasan normal, bersin, atau batuk. Radius droplet pernapasan berada pada kisaran 0,1 – 5 μm (Bazant and Bush, 2021).

6.5 Penularan Penyakit melalui Air

Penyakit yang ditularkan melalui air (*water borne disease*) terjadi karena konsumsi air yang telah terkontaminasi oleh agent penyakit. Berbagai tindakan manusia, seperti kegiatan eksploitasi secara berlebihan dan tidak bertanggung jawab dan kegiatan industri dapat menghasilkan hujan polusi serta air limbah yang menjadi sumber kontaminasi terhadap air. Kontaminasi air oleh agent penyakit tidak hanya akan berkontribusi terhadap peningkatan angka kesakitan tetapi juga terhadap angka kematian.

Tingkat polusi terhadap air oleh agent penyakit, baik bersifat biologis maupun kimiawi, dapat menjadi variabel yang membedakan fatalitas penyakit berbasis air. Di wilayah dengan tingkat polusi terhadap air yang rendah, penyakit berbasis air tidak menjadi masalah yang mengancam jiwa. Namun, di wilayah dengan tingkat polusi terhadap air yang tinggi, ibu hamil, anak-anak, lansia, dan penderita penyakit dengan imunodefisiensi menjadi kelompok berisiko yang signifikan terhadap kematian (Chaudhary *et al.*, 2019).

6.5.1 Daftar Penyakit berbasis Air

Pada umumnya, agent penyakit yang ditularkan melalui perantara air menjadi agent penyakit penting dan utama terhadap kejadian luar biasa (*outbreak*), baik di negara berkembang maupun di negara maju, namun terkadang tidak terdeteksi karena tidak dilaporkan kepada dinas kesehatan.

Tabel 11. Daftar Penyakit berbasis Air berdasarkan Jenis Agent Penyakit, Jalur Penularan dan Gejala

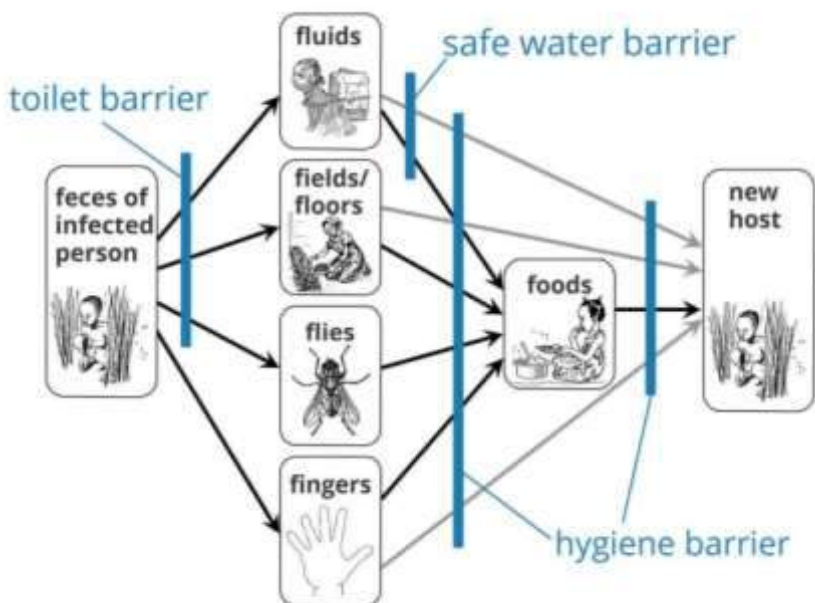
Penyakit	Agent	Jalur Penularan	Gejala
Agent: Bakteri			
Kolera	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Fecal – oral</i>	Akut, diare banyak berair, dehidrasi
Gastroenteritis	<i>Escherichia coli</i>	<i>Fecal – oral</i>	Feses berair, kram perut
	<i>Campylobacter spp.</i>	Manusia – manusia	
	<i>Salmonella spp.</i>	Hewan – manusia	
Tifoid	<i>Salmonella thypi</i>	<i>Fecal – oral</i>	Demam, sakit kepala, mual, kehilangan nafsu makan, sembelit atau diare
Agent: Parasit			
Disentri (amoeba)	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Fecal - oral</i>	Sakit perut, diare berdarah demam
		Manusia – manusia	
Kriptosporidiosi	<i>Cryptosporidium parvum</i>	<i>Fecal – oral</i>	Diare berair, kram perut
		Manusia – manusia	
		Hewan – manusia	
Agent: Virus			
Hepatitis	<i>Hepatitis A</i>	<i>Fecal – oral</i>	Jaundice, kelelahan, sakit perut, kehilangan
		Manusia – manusia	

Penyakit	Agent	Jalur Penularan	Gejala
			nafsu makan, mual, diare, demam
Gastroenteritis	<i>Norwalk virus</i>	<i>Fecal – oral</i>	Diare berair, muntah
		Manusia - manusia	

Sumber: (Macy and Quick,-)

6.5.2 Mekanisme Penularan Penyakit berbasis Air

Kejadian penyakit berbasis air sangat erat kaitannya dengan sanitasi lingkungan dan *personal hygiene*. Secara umum, infeksi oleh agent penyakit terjadi melalui jalur *fecal – oral* yang dapat didasari oleh kontaminasi tinja manusia pada air yang dikonsumsi. Kontaminasi air dapat terjadi pada sumber air, selama distribusi ke rumah-rumah atau lokasi lain, dalam wadah penyimpanan atau melalui penanganan yang tidak tepat.



Gambar 4. Jalur *Fecal – Oral* Penularan Penyakit berbasis Air
Sumber: (Simazaki, 2021)

6.5.3 Wabah Penyakit berbasis Air

Penyakit berbasis air umumnya berkontribusi terhadap kejadian luar biasa bahkan menjadi endemis di beberapa wilayah. Salah satu penyakit berbasis air yang mencatatkan sejarah adalah kolera. Selama abad ke-19, infeksi kolera telah menyebar ke seluruh dunia dari reservoir awal yang berada di delta Gangga, India. Enam pandemi berikutnya tercatat membunuh jutaan manusia di seluruh dunia. Gelombang pandemi berikutnya (ketujuh) teridentifikasi berawal di Asia Selatan pada tahun 1961 kemudian mencapai Afrika pada tahun 1971 hingga akhirnya 20 tahun kemudian mencapai Amerika Serikat. Saat ini kolera menjadi endemis di banyak negara (WHO, 2021).

Penularan kolera terkait erat dengan akses terhadap fasilitas air bersih dan sanitasi. Beberapa tempat, seperti wilayah pinggiran kota dan tempat pengungsian sering kali menghadapi masalah terkait pemenuhan air bersih dan sanitasi sehingga meningkatkan kerentanan untuk terjadi penularan kolera jika agent penyakit hadir.

Kejadian outbreak kolera di Soho, London, tahun 1854 menjadi tonggak penerapan epidemiologi dalam penanganan masalah kesehatan yang pada akhirnya menegaskan jalur penularan kolera bukanlah melalui udara tetapi melalui air yang terkontaminasi. Upaya pengendalian bahkan eradikasi terhadap kolera dan penyakit berbasis air pada umumnya haruslah bermula dari penemuan dan penanganan sumber kontaminasi, sebab risiko kesakitan bahkan kematian akan tetap ada selama sumber kontaminasi tersebut tetap hadir dan mengambil peran.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez-Hernández DA and S-Rivera A (2017) 'An Introduction to Vector-Borne Diseases', *Austin Journal of Vector Borne Diseases: Open Access*, 1(1), pp. 1–2. Available at: https://www.researchgate.net/publication/322684544_An_Introduction_to_Vector-Borne_Diseases (Accessed: 24 February 2022).
- Athni, T. S. *et al.* (2021) 'The influence of vector-borne disease on human history: socio-ecological mechanisms', *Ecology letters. Ecol Lett*, 24(4), pp. 829–846. doi: 10.1111/ELE.13675.
- Bazant, M. Z. and Bush, J. W. M. (2021) 'A guideline to limit indoor airborne transmission of COVID-19', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17), pp. 1–12. doi: 10.1073/pnas.2018995118/-/DCSupplemental.y.
- Carducci, A., Federigi, I. and Verani, M. (2020) 'Covid-19 airborne transmission and its prevention: Waiting for evidence or applying the precautionary principle?', *Atmosphere*. MDPI AG, 11(7), pp. 1–21. doi: 10.3390/ATMOS11070710.
- Chaudhary, P. *et al.* (2019) 'Water Borne Diseases: Life Threatening Impact on Maternal Health', *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(4S), pp. 6–11. doi: 10.35940/ijeat.D1002.0484S19.
- Giuseppina La Rosa *et al.* (2013) 'Viral infections acquired indoors through airborne, droplet or contact transmission', *Ann 1st Super Sanita*, 49(2), pp. 124–132. Available at: https://www.iss.it/documents/20126/45616/ANN_13_02_03.pdf (Accessed: 22 February 2022).
- Kelly, H. (2011) 'The classical definition of a pandemic is not elusive', *Bull World Health Organ*, pp. 1300–1301. doi: 10.2471/BLT.11.089086.
- Macy, J. T. and Quick, R. E. (no date) 'Transmission and Prevention of Water-Related Diseases', in *Water and Health*. UNESCO - EOLSS.
- Marselle, M. R. *et al.* (2019) *Biodiversity and Health in the Face of*

- Climate Change*. Edited by Mellisa R. Marselle et al. Gewerbestrasse: Springer.
- OpenStax Microbiology (2016) *Modes of Disease Transmission / Microbiology*. Available at: <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/modes-of-disease-transmission/> (Accessed: 22 February 2022).
- Simazaki, D. (2021) 'Mechanism of Water-borne Diseases and Countermeasures', in *From the Perspective of Japan's Experience in Decentralized Wastewater Management: Water-borne Diseases and Disasters*, pp. 1–18. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (Accessed: 8 March 2022).
- Tellier, R. et al. (2019) 'Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary', *BMC Infectious Diseases*, 19(101), pp. 1–9. Available at: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12879-019-3707-y.pdf> (Accessed: 2 March 2022).
- WHO (2020) *Vector-borne diseases, World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> (Accessed: 24 February 2022).
- WHO (2021) *Cholera*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> (Accessed: 9 March 2022).

BAB VII

PENGUKURAN PAPARAN

Oleh Musfirah

7.1 Pendahuluan

Epidemiologi lingkungan merupakan salah satu studi yang mempelajari tentang keberadaan *agent* berbahaya di lingkungan yang mampu menyebabkan masalah kesehatan. Epidemiologi lingkungan umumnya merupakan penelitian berbasis hipotesis yang berupaya memeriksa populasi atau komunitas tertentu untuk memperjelas hubungan antara kesehatan dan faktor fisik, biologis, dan kimia. Penerapan studi epidemiologi lingkungan ini untuk melihat apakah ada hubungan kausal antara paparan bahan kimia atau fisik tertentu dan efek kesehatan yang merugikan dan karakterisasi hubungan sebab akibat antara paparan dengan respon individu. Umumnya tingkat paparan dan besarnya efek kesehatan dapat diinterpretasikan. Adanya karakterisasi hubungan secara kuantitatif dapat mendefinisikan suatu hubungan penting antar variabel dalam penyelidikan epidemiologi (Miller, *et al.*, 1997). Dengan demikian, pengukuran paparan akan menjadi komponen penting dalam penelitian epidemiologi lingkungan.

7.2 Definisi Paparan

Ada beberapa definisi paparan atau *exposures* yang berkembang mulai dari sejak awal kemunculannya sampai saat ini. ATSDR (1994) telah mengembangkan definisi paparan sebagai "suatu peristiwa" yang terjadi ketika ada kontak pada batas antara manusia dan lingkungan dengan kontaminan konsentrasi tertentu untuk interval waktu; unit paparan adalah konsentrasi dikalikan dengan waktu." Adanya pengukuran paparan membantu mengidentifikasi dan mengkarakterisasi kontak *agent* potensial berdasarkan penyerapan dalam tubuh

yang berasal dari bahan beracun yang dapat menyebabkan efek kesehatan akut atau kronis (Lioy, et al., 2005).

Paparan merupakan suatu pengalaman yang diterima populasi sebagai akibat dari adanya kontak dengan agent lingkungan yang potensial. Tingkat validitas dari studi epidemiologi dapat dipengaruhi oleh kualitas pengukuran paparan (Ramon, 2017). Hal ini juga diperoleh pada literatur terbaru bahwa paparan dapat didefinisikan masing-masing karakteristik yang berpotensi mempengaruhi dampak kesehatan, termasuk faktor lingkungan, praktik gaya hidup, faktor genetik, kelompok sosiodemografi tertentu, riwayat kesehatan keluarga atau pengobatan yang diberikan (PennState, 2022).

7.3 Jenis Paparan dan Sifat Pemapar

Paparan dapat dibedakan berdasarkan jenisnya dengan sifat *agent*, yakni *agent* lokal dan *agent* sistematis. Selain itu jenis paparan dapat diuraikan berdasarkan sifat pemapar (zat biologis, kimia, fisis atau campuran) dengan penjabaran sebagai berikut (Ramon, 2017) :

1. *Agent Lokal (Local Agent)*

Agent ini hanya menimbulkan efek lokal pada organisme terpapar. Contoh bagian tubuh manusia yang berpotensi terpapar secara lokal yaitu saluran pernapasan, mulut, kulit, selaput lendir mata.

2. *Agent Sistematis (Sistematic Agent)*

Agent ini dapat menyebabkan efek sistemik bagi tubuh jika secara tidak sengaja berhasil masuk ke tubuh dan mengalami biotransformasi sehingga akan mengganggu fungsi faal dan fisiologis tubuh. Paparan jenis ini dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu :

- a. Paparan eksternal (*external exposures*) yang secara original merupakan konsentrasi media *agent* yang berasal dari luar tubuh manusia.
- b. Paparan eksternal (*external exposures*) yang hanya memasuki tubuh dan dapat dinyatakan sebagai *intake*
- c. Paparan internal (*internal exposures*) merupakan jumlah *agent* yang diabsorpsi tubuh, dan

- d. Paparan pada organ target tertentu sebagai penentu adanya manifestasi klinis pada organ yang rentan terhadap agent spesifik tersebut.

3. Sifat Zat Pemapar

Beberapa sifat zat pemapar yang umum yaitu paparan zat kimia, zat fisis, paparan murni atau kombinasi. Paparan kombinasi berdasarkan sumbernya yaitu sumber sama dan sumber berbeda, sehingga ada beberapa kemungkinan :

- a. Sumber sama, *agent* banyak
- b. Sumber banyak, *agent*-nya banyak pula

Ada 3 (tiga) kemungkinan resultant dari adanya interaksi *agent*, yaitu :

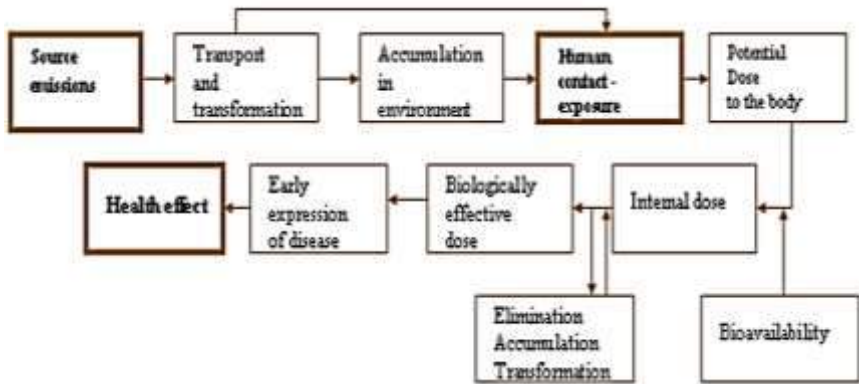
- Antagonistik : efek beberapa zat < dari kumulatif efek
- Aditif yaitu murni, efek aktual = efek kumulatif
- Sinergistik, efek aktual > efek seharusnya

7.4 Prinsip Dasar Pengukuran Paparan

Pengukuran paparan dapat dilakukan berdasarkan waktu, tempat, dosis/konsentrasi suatu agent. Istilah waktu paparan sering ditemukan dalam studi dengan makna yaitu durasi waktu, periode seseorang dapat terpapar agent potensial lamanya atau periodenya, frekuensinya, dan interval waktu seseorang terpapar oleh agent potensial dan akan menentukan kualitas efek yang akan terjadi. Agent potensial jika kontak pada bagian bagian tubuh menyebabkan efek yang tidak sama. Sebagai contoh, paparan antara kulit, syaraf, sistem pernapasan akan menghasilkan efek berbeda satu sama lainnya. Umumnya dosis atau konsentrasi agent yang diterima oleh individu akan mempengaruhi efek paparan (Ramon, 2017).

Hasil studi paparan sangat penting untuk mengurangi atau mencegah paparan di masa depan. Hampir setiap orang sampai tingkat tertentu terpapar polusi udara atau air (di luar dan di dalam ruangan), kontaminan makanan, dan banyak komponen atau aditif yang ditemukan dalam produk konsumen. Kadang-kadang, eksposur tinggi juga akan terjadi. Oleh karena itu, fokus kebijakan dan peraturan kesehatan lingkungan, keselamatan konsumen, dan kesehatan kerja sangat dibutuhkan dalam upaya

mengurangi dan membatasi paparan tersebut ke tingkat yang dapat diterima melalui studi epidemiologi lingkungan (Lioy, *et al.*, 2005).



Gambar 5. Beberapa jalur paparan agen lingkungan dan dampak kesehatan yang ditimbulkan (Sumber : PennState, 2022)

Pada gambar 5. mengilustrasikan bahwa sumber emisi tidak terkait secara langsung terhadap efek kesehatan. Emisi tersebut harus ditransportasikan, ditransformasikan lalu terdeposit ke lingkungan. Selanjutnya, manusia terpapar oleh emisi pada konsentrasi tertentu bahkan mengalami proses purifikasi di lingkungan dan hilang begitu saja. Jika dosis atau konsentrasinya cukup tinggi untuk memiliki efek biologis, penyakit dapat diekspresikan, menghasilkan efek kesehatan. Polutan ini menempuh perjalanan panjang sebelum menimbulkan efek kesehatan. Individu yang berbeda memproses dan menghilangkan racun pada tingkat yang berbeda, yang juga mempengaruhi ekspresi penyakit. Hal ini membuktikan bahwa emisi terkait dengan dampak kesehatan bisa sulit karena rantai kejadian yang panjang serta variasi individu. Jika biomarker dapat diukur dan dapat dideteksi selama ekspresi awal penyakit, deteksi dini penyakit dapat dilakukan secara maksimal (PennState, 2022).

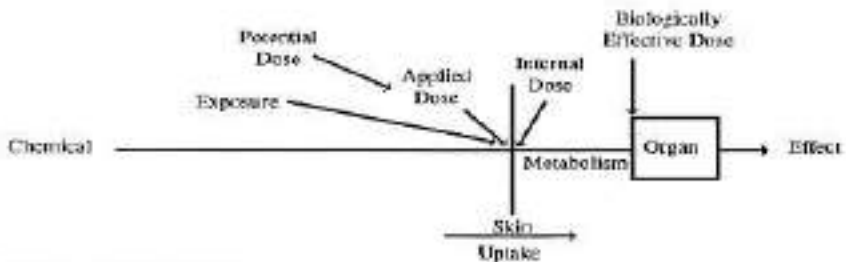
Pentingnya penerapan metode penilaian eksposur yang efektif yaitu (Miller, *et al.*, 1997) :

1. Meningkatkan hasil penyelidikan epidemiologi. Seperti dalam setiap lini penyelidikan epidemiologi, peningkatan penilaian paparan dapat mengurangi bias dan meningkatkan kekuatan statistik untuk mendeteksi efek samping yang terkait dengan paparan kontaminan lingkungan.
2. Temuan penting dapat diperoleh berdasarkan dari penyelidikan epidemiologi lingkungan bahkan ketika penilaian paparan hanya menggunakan alat sederhana untuk mengkarakterisasi paparan populasi tertentu. Ketergantungan yang berlebihan pada pengambilan sampel paparan individu mungkin tidak hemat biaya dan dapat membatasi ukuran penelitian, dengan sedikit perbaikan atas temuan berdasarkan metode tidak langsung.

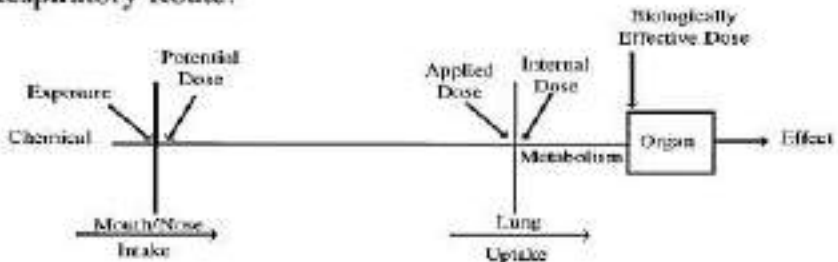
Penilaian paparan untuk digunakan dalam epidemiologi lingkungan harus memperhatikan 5 masalah utama:

- (1) Definisi dan karakterisasi populasi yang berpotensi terpapar
- (2) Pengumpulan informasi kuantitatif tentang paparan populasi, karakteristik temporal, dan hubungan dosis-respons
- (3) Media dan lingkungan mikro yang menjadi perhatian utama dalam hal paparan
- (4) Penggunaan informasi yang dikumpulkan dalam satu populasi dalam menilai potensi risiko bagi orang lain
- (5) Keabsahan biologis dari setiap hipotesis berdasarkan pertimbangan utama yang dapat membantu pengukuran paparan.

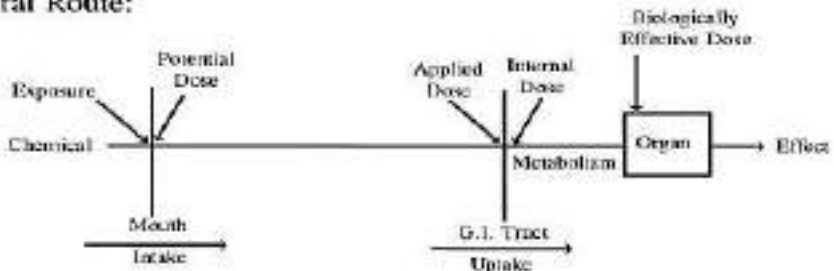
Dermal Route:



Respiratory Route:



Oral Route:



Gambar 6. Skema dosis dan paparan (Sumber : NRC (1991b); EPA (1992) ; dan Miller, *et al.*, (1997))

NRC (1991b) dan EPA (1992) juga telah mengembangkan definisi dari dosis potensial (potential dose), dosis yang diterapkan (applied dose), dosis internal (internal dose), dan dosis efektif biologis (biologically effective dose) untuk tujuan pengukuran paparan. Istilah penting dalam paparan telah diilustrasikan pada Gambar 9.2. Potential dose adalah jumlah bahan kimia yang tertelan, terhirup, atau dalam bahan yang dioleskan ke kulit. Applied dose adalah jumlah bahan kimia yang diserap atau disimpan dalam tubuh organisme yang terpapar. Internal dose adalah jumlah bahan kimia yang diserap ke dalam

tubuh dan tersedia untuk interaksi dengan target molekul yang signifikan secara biologis. Biologically effective dose adalah jumlah bahan kimia yang berinteraksi dengan situs target selama periode tertentu untuk mengubah fungsi fisiologis.

Kerangka kerja konseptual telah dikembangkan untuk pengukuran paparan total manusia sebagai panduan untuk menilai paparan manusia terhadap kontaminan lingkungan. Kerangka kerja ini menjelaskan semua paparan terhadap agen atau kelompok agen tertentu yang mungkin dimiliki seseorang, terlepas dari media lingkungan. Pengukuran paparan total memiliki relevansi khusus dalam epidemiologi lingkungan sehingga memudahkan identifikasi media utama atau lingkungan mikro yang menjadi perhatian dan memberikan informasi tentang paparan yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan (NRC (1991a) ; Liroy (1990))

7.5 Data Paparan dalam Studi Epidemiologi

NRC (1991a) telah membahas penilaian paparan dalam kaitannya dengan jenis penelitian yang dilakukan: "Jenis penilaian paparan dan tingkat ketidakpastian yang dapat diterima dalam data bervariasi sesuai dengan apakah penilaian dirancang untuk menghasilkan atau menguji hipotesis tentang paparan, pengujian instrumen, membuat keputusan penilaian risiko, atau membuat keputusan regulasi."

Data paparan untuk studi epidemiologi deskriptif harus representatif untuk populasi dari mana penyakit itu timbul. Hal ini memerlukan identifikasi menyeluruh distribusi probabilitas paparan, bukan hanya sarana, fokus pada estimasi yang akurat dari sumber paparan. Hal ini penting dilakukan jika menemukan sebagian besar orang diduga terpapar masih di bawah standar aman pada lokasi munculnya efek pertama kali. Teknik sampling data yang cocok yaitu pengambilan sampel acak, dan teori pengambilan sampel akan menentukan sifat dan ukuran sampel, serta pengulangan tertentu dari waktu ke waktu, dari mana paparan akan dinilai. Kecuali jika informasi paparan dari waktu ke waktu sudah tersedia atau dapat diperoleh, data dari penyelidikan yang mengukur paparan "sekarang" harus

digunakan untuk menyimpulkan tingkat paparan tahap awal, misalnya saat kasus penyakit diinduksi. Jika distribusi waktu induksi tidak diketahui, penggunaan eksposur saat ini mungkin akan menjadi bias terhadap data yang diperoleh (Miller, *et al.*, 1997).

7.6 Pengukuran paparan pada Studi Epidemiologi Lingkungan

Ada beberapa pengukuran paparan yang bisa diaplikasikan dalam studi epidemiologi lingkungan dengan penjabaran sebagai berikut (Fahmi dan Wulandari, 2014) :

1. Pengukuran pemaparan media udara

Pengukuran udara dapat menggunakan teknik kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur apakah individu atau masyarakat sebagai populasi berisiko terhadap lingkungan rumah, lingkungan kerja dengan cara menanyakan tempat tinggal, tempat bekerja yang telah diduga memiliki kualitas udara yang buruk. Alternatif lain dapat menggunakan cara semi kualitatif yaitu dengan melakukan pengukuran kadar udara pada titik potensial area tempat tinggal, tempat kerja secara representatif sehingga ditemukan gambaran beberapa tingkatan paparan rata-rata. Hal penting dalam pengukuran pemaparan yaitu, a) daerah populasi berisiko; b) penentuan titik pengambilan sampel lingkungan (sumber pencemar udara yang memenuhi aspek biaya yang tersedia, representasi, dan teknik sampling. Pengukuran paparan secara valid dan spesifik pada tubuh manusia dengan mempertimbangkan faktor inhalasi melalui metode pengukuran *uptake*, yaitu konsentrasi *inhaled* dikurangi dengan *exhaled*.

2. Pengukuran Pemaparan pada Air dan Makanan

Media air dan makanan dapat menjadi bahan untuk pengukuran pemaparan pada konsumsi manusia. Ada beberapa istilah yang umum digunakan pada pengukuran ini yaitu :

- a. *Intenden additives* merupakan bahan aditif yang biasa digunakan untuk bahan pewarna, bahan pengawet, dan sebagainya;

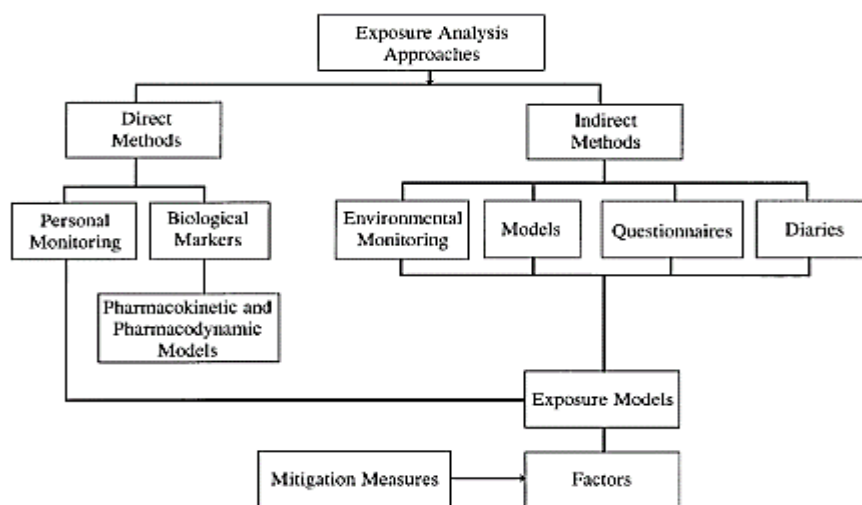
- b. *Accidental additives* merupakan bahan kontaminan yang tidak disengaja terdapat pada media air atau makanan akibat kontaminasi saat proses distribusi atau pengangkutan;
- c. *Incidental* merupakan residu bahan kimia pada hasil produk pertanian, ternak.

Overall Assessment of Dietary Intake :

- a) jumlah asupan tiap keluarga dibagi dengan jumlah anggota keluarga;
- b) jumlah produksi dibagi dengan jumlah orang;
- c) jumlah bahan konsumsi (kilogram) dalam beberapa hari dibagi jumlah orang.

Pendekatan dalam pengukuran paparan

NRC (1991 a,b) menjelaskan tentang pengukuran dan estimasi dengan menggunakan teknik berbeda dalam pengukuran paparan. Ada dua kategori penting dalam pendekatan ini yaitu pengukuran langsung paparan (pemantauan pribadi, pemantauan biologis, dan biomarker); tindakan tidak langsung (pemantauan lingkungan mikro digabungkan dengan model paparan). Pemantauan lingkungan mikro didefinisikan sebagai pemantauan konsentrasi kontaminan di lokasi atau media di mana paparan terjadi yang mencakup pemodelan matematika, kuesioner/*log book*, atau faktor spasial seperti tempat tinggal di suatu negara atau wilayah atau jarak dari sumber kontaminasi bahan kimia dapat diilustrasikan pada Gambar 9.3.



Gambar 7. Possibilitas pendekatan yang digunakan dalam pengukuran paparan (Sumber : NRC (1991 a,b) & Miller, *et al.*, (1997))

DAFTAR PUSTAKA

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (1994). *Environmental Data Needed for Public Health Assessments: A Guidance Manual*. NTIS PB-179827. Atlanta: USDHHS, ATSDR, Division of Health Assessment and Consultation.
- EPA (US Environmental Protection Agency). (1992). *Guidelines for exposure assessment: notice*. Federal Register, Part VI, Vol. 57, No. 104.
- Fahmi, U., Wulandari, R.A., 2014. *Modul 1 : Paradigma Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- Lioy, P.J. (1990). Assessing total human exposure to contaminants: a multidisciplinary approach. *Environ. Sci. Technol.* 24 : 938-945.
- Lioy, P., Lebrete, E., Spengler, J., Brauer, M., Buckley, T., Freeman, N., Jantunen, M., Kissel, J., Lebowitz, M., Maroni, M., Moschandreas, D., Nieuwenhuijsen, M., Seifert, B., Zmirou-Navier, D., (2005). Defining Exposure Science. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 15, 463. doi:10.1038/sj.jea.7500463.
- Miller, A.B., Bates, D., Chalmers, T., Froines, J., Hoel, D., Melius, J., Schwartz, J., Goldman, L., (1997). *Environmental Epidemiology Volume 2: Use of the Gray Literature and Other Data in Environmental Epidemiology* National Academy of Sciences. Committee on Environmental Epidemiology and Commission on Life Sciences National Research Council. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C.
- NRC (National Research Council). (1991a). *Environmental Epidemiology*, Vol. 1. Public Health and Hazardous Wastes. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (1991b). *Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants*. Washington, DC: National Academy Press.
- PennState. (2022). *Epidemiological Research methods : Exposure*

Concepts. Available at :
<https://online.stat.psu.edu/stat507/lesson/3/3.1>. Everly
College of Sciences.

Ramon, A., (2017). *Buku Ajar Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*.
Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Ilmu Kesehatan
Masyarakat. Universitas Muhammadiyah Bengkulu

BAB VIII

PENGUKURAN EFEK

Oleh Rahmi Fitria

8.1 Pendahuluan

Suatu penyakit adalah keadaan patologis pada host sebagai resultante interaksi antara *host* dan *agent*, sedangkan yang dimaksud dengan efek adalah respons umum suatu organisme terhadap paparan, yang salah satunya dapat berupa penyakit (Kemenkes RI 2012).

Suatu efek dapat terjadi akibat agent terabsorpsi kedalam tubuh, berinteraksi dengan host, dan terjadi keadaan tidak normal pada host, taraf keparahannya antara lain ditentukan oleh taraf paparan yang diterima (Darwel 2015).

Efek adalah respon umum suatu organisme terhadap paparan yang salah satunya penyakit.

1. Penentuan Efek/Kasus/Penyakit

Penentu penyebab penyakit atau efek yang disebabkan suatu agent hidup dikenal sebagai postulata dari Robert Koch yang menyatakan bahwa :

- a. Penyebab harus dapat ditemukan pada setiap kasus penderita
- b. Penyebab tersebut tidak didapatkan pada penyakit lain
- c. Penyebab tadi dapat diisolasi kembali dari hewan yang sakit tersebut.

Namun demikian, dalam epidemiologi seringkali diperlukan mencari penyebab yang belum pernah diketahui dan efeknya pun belum pernah diketahui, oleh karena itu timbul kriteria yang dikemukakan oleh Hill sebagai berikut :

- a. Harus ada kekuatan asosiasi statistik yang kuat antara efek dengan potensial agent
- b. Asosiasi tadi konsisten pada orang, tempat dan situasi yang berbeda

- c. Asosiasi tadi spesifik
- d. Harus ada hubungan temporal antara penyebab dan penyakit/efek, atau reaksi harus didahului oleh aksi
- e. Ada hubungan dosis dengan respons secara biologis
- f. Asosiasi tadi harus dapat diterima secara ilmiah
- g. Ada koherensi dengan penelitian yang lain
- h. Ada bukti experimental
- i. Ada asosiasi analog

8.2 Pengukuran Efek

Pengukuran efek seharusnya dilakukan secara standar, menggunakan uji fisik/klinis, uji fisis, biokimiawi dan menggunakan angka frekuensi, morbiditas/mortalitas. Pengukuran dapat juga dilakukan dengan menggunakan kuesioner standar, dan uji berbagai fungsi tubuh.

Pengukuran efek terjadi akibat : Terobsesi – terintegrasi dengan host – keadaan tidak normal pada host – taraf keparahan target taraf paparan yang diterima.

Pengukuran Efek tidak langsung, merupakan penggunaan indikator tidak langsung menunjukkan kecendrungan atau perubahan selama kurun waktu tertentu. Dapat berguna dalam analisa situasi sesaat, perbandingan, pengukuran perubahan(Riviwanto 2014). Indikator yang digunakan adalah indikator kualitas lingkungan dan indikator kesehatan masyarakat.

a. Indikator Kualitas Lingkungan

Pada indikator lingkungan pertama terdapat indikator kependudukan yang digunakan dalam epidemiologi karena berpengaruh atau ikut menentukan taraf efek, dapat berupa contoh : menilai cepat, banyak dan jenis pelayanan kesehatan, mengetahui distribusi penduduk atau dasar usia, jenis kelamin, bangsa dan lainnya. Serta keperluan pendidikan kesehatan.

Selanjutnya adalah indikator status sosial ekonomi, hal ini sangat diperlukan untuk memperhatikan beberapa hal agar tidak terjadi bias pada penelitian epidemiologi.

Yakni : status pendidikan, pendapatan dan pengeluaran, beban tanggungan, angka buta huruf dan sebagainya.

Indikator lingkungan antara lain : luas hunian/orang, presentase rumah sehat, presentase penduduk dengan air bersih, presentase penduduk menggunakan fasilitas sanitasi dengan memadai, indeks lalat, indeks nyamuk, indeks kualitas/ mutu lingkungan hidup.

b. Indikator Kesehatan Masyarakat

Indikator pada kesehatan masyarakat adalah morbiditas, mortalitas, status nutrisi dan indeks kesejahteraan.

Mortalitas adalah angka kematian yang lebih mudah diidentifikasi dan dimengerti. Dapat dilakukan dengan pencatatan lebih baik dan lebih pasti dalam perhitungan, tetapi seringkali penyebab kematian tidak dicantumkan. Pada penelitian epidemiologi dibutuhkan angka kematian untuk melakukan pengukuran efek tidak langsung.

Morbiditas merupakan keadaan sakit ataumendiagnosa penyakit, namun kesecndrungan kurang akurat daripada mortalitas. Hal ini terjadi karena kejadian ini tidak dicatat dan dilaporkan. Morbiditas tidak dilaporkan sebab sakit yang diobati sendiri, dan umumnya penderita ingin pengobatan langsung sembuh sehingga tenaga medis memberipengobatan multipurpose dan akhirnya pasien sembuh dan kasus tidak tercatat.

Pengukuran mortalitas dan morbiditas dapat dilakukan standar mengikuti konversi sedunia dan dapat digunakan universal dan dibandingkan. Namun ada beberapa perbedaan dalam hal akurasi pencatatan dan diagnosis adanya penyakit yang dilaporkan berlebihan dan ada yang terlaporkan over/onder report (Noor 2008).

Kegunaan morbiditas dan mortalitas sebagai ukuran efek pada “ evaluasi program kesehatan yang diperlukan dalam penentuan prioritasnya, evaluasi keberhasilan suatu program, evaluasi kejadian wabah, dan kepentingan administratif serta penelitian (hikmawati 2010).

Mortalitas dan Morbiditas sebagai ukuran efek sering juga digunakan untuk berbagai hal, misalnya :

- a. Evaluasi apakah suatu program kesehatan diperlukan atau penentuan prioritasnya.
- b. Evaluasi keberhasilan suatu program.
- c. Evaluasi apakah terjadi wabah/tidak
- d. Untuk kepentingan administratif dan penelitian.

1) Pengukuran Morbiditas

Ukuran morbiditas dan mortalitas yang dipakai dapat berupa 'proporsi' rates' dan ratio. Proporsi adalah ukuran yang membandingkan penyebut dan pembilang, dimana pembilang termasuk didalam penyebut sbb.

$$\text{Proporsi} = \frac{a}{a+b} \text{ dimana}$$

a= pembilang
a+b =penyebut

Jadi dapat dikatakan bahwa apabila didapat orang yang berkarakteristik A sebanyak N_a dari seluruh proporsi N, maka kemungkinan untuk mendapatkan orang berkarakteristik A adalah :

$$P(A) = N_a/N$$

- 2) Insidensi
- 3) Prevalensi
- 4) Pengukuran Mortalitas
- 5) Lain-lain indikator mortalitas
- 6) Pengukuran efek atas penyakit tertentu
- 7) Kanker
- 8) Penyakit kardiovaskuler dan pernapasan
- 9) Efek perilaku
- 10) Efek pada kulit efek terhadap reproduksi
- 11) Kelainan pada organ dalam
- 12) Hepar/Hati

Diperiksa dengan radioskopi, USG, axial tomografi, serum alpha, 1-fetoprotein dalam urin terhadap bilirubin dan

urobilinogen, dalam tinja terhadap bilirubin, aspartate, alkali, phosphatase, ammonia, dan lain lain.

13) Pankreas/ Kelenjar Ludah Perut

Kanker pankreas sering dihubungkan dengan merokok, alkohol, dan kopi. Pemeriksaan secara tidak langsung dengan memeriksa serum amilase dan lipase.

8.3 Alat Ukur

Alat atau instrumen ukur dapat membebani medium yang diukur sehingga harga hasil pengukuran yang terbaca pada alat ukur tidak sama dengan harga variabel pengukuran jika alat ukur tidak dipasang. Contoh : termometer yang membebani medium pengukuran, ameter yang membebani rangkaian pengukuran (Irwan 2017).

Alat ukur yang digunakan harus memberi hasil yang konsisten dan komparabel, berbagai kriteria dapat diterapkan dalam memilih instrumen, misalnya hasilnya dapat direplikasi, akurasi, presisi, reliabiliti, atau dapat direproduksi dalam akurasi tertentu. Perlu juga diperhatikan, berbagai permasalahan yang terkait dengan pengukuran sebagai berikut :

a. Variasi Inter, Intra –Instrumen

Adanya variasi inter, intra-instrumen bila peralatan dapat terpengaruh oleh temperatur, kelembaban, keberadaan listrik, dan bila kuesioner, dapat terpengaruh oleh situasi sosial yang berbeda-beda.

b. Perbedaan inter, dan intra laboratorium, prosedur dan hasil laboratorium. Perlu diverifikasi secara periodik dengan laboratorium referensi.

c. Variasi inter intra-pengamat, yaitu penilai atau pewawancara yang akan berbeda dalam kinerja, interpretasi data dan seterusnya, sehingga perlu penyetaraan secara sistematis.

8.4 Efek Yang Diukur

Efek yang diukur dapat berupa variabel yang langsung ataupun tidak langsung. Pengukuran efek secara langsung dapat berupa uji fisik dan klinik, uji biokimiawi, menghitung mortalitas, morbiditas, dan hasil wawancara dengan penderita. Sedangkan pengukuran efek secara tidak langsung dapat berupa kegiatan dengan menggunakan indikator (ukuran).

Dasar pengukuran diukur atas dasar waktu, tempat atau konsentrasi. Waktu adalah lamanya, periode, frekuensi dan interval. Tempat merupakan lokasi geografis, lokasi pada tubuh (efek tidak lah sama). Dosis merupakan jumlah agen atau agen yang berkemungkinan masuk ke dalam tubuh (Erdi Nur, Darwel 2015).

Efek dibedakan secara klinis yaitu efek akut dan efek kronis. Efek akut merupakan paparan dosis tinggi dalam jangka pendek/ doseis dalam jangka panjang. Contohnya : Kejang epileptik (terpapar dieltrin jangka panjang), Infark jantung (terpapar Pb jangka panjang), Kolik (terpapar CS2 jangka panjang), Penyakit kulit mendadak (terpapar sensitizer jangka panjang). Efek kronis merupakan paparan dosis rendah dalam jangka panjang atau penyakit nyata secara klinis, perubahan biokimia yang kadang belum terasa atau belum terukur. Hal ini dapat berupa respon yang bervariasi tergantung dari : 1. Kepekaan/sensitivitas/vulnerabiliti yaitu keadaan yang lansung terpengaruh agent, 2. Hiper-reaktif adalah kualitas respon sesuai harapan tetapi kuantitas berlebih, 3. Hipersensitiviti adalah respon tubuh yang berlebih.

8.5 Efek terhadap reproduksi

Efek terhadap alat reproduksi yakni terjadinya pemeriksaan kehamilan trimester pertama terdapat kelainan cacat bawaan. Efek tidak langsung pada alat reproduksi adalah pemeriksaan radoskopi, bilirubin dan urobilirubinogen dalam urin yang dilakukan pada hepar. (Chelin rian rosalia 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Chelin rian rosalia. 2020. "7-Pengukuran-Efek-Pdf."
- Darwel. 2015. "Epidemiologi Lingkungan." In . Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
- Erdi Nur, Darwel, R. Firwandri Marza. 2015. "Epidemiologi Kesehatan Lingkungan." In . Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang. http://pustaka.poltekkes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=2528%0A.
- hikmawati, isna. 2010. *Buku Ajar Epidemiologi*. purwokerto: medical book.
- Irwan. 2017. *Epidemiologi Penyakit Menular*. absolute media.
- Kemenkes RI. 2012. *Dasar Dasar Epidemiologi*. Salemba Medika. http://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/index.php?p=show_detail&id=4452%0Ahttp://118.97.175.230/perpus.poltekkes2/lib/phpthumb/phpThumb.php?src=../images/docs/dasar_Epidemiologi.jpg.jpg.
- Noor, narsy nur. 2008. *Epidemiologi*. Rineka Cipta.
- Riwianto, Muchsin. 2014. *Buku Ajar Epidemiologi Lingkungan*. http://pustaka.poltekkes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=1868.

BAB IX

SUMBER DATA DAN PENGUMPULAN DATA

Oleh Retno Dewi P

9.1 Pendahuluan

Dalam kegiatan penelitian dibutuhkan permasalahan, fenomena, atau data yang bisa ditarik menjadi sebuah topik, sehingga dibutuhkan pencarian sumber data dan bagaimana cara pengumpulan data. Bagaimana merencanakan, mengumpulkan dan menginterpretasikan data dalam berbagai disiplin ilmu.

Epidemiologi suatu metodologi ilmiah yang digunakan untuk mempelajari epidemi dan temuannya dan hasil studi epidemiologi yang selanjutnya akan digunakan di bidang Kesehatan masyarakat dan kedokteran untuk mengendalikan Kejadian Luar Biasa (KLB) penyakit dan mencegah terulangnya kejadian penyakit tersebut dimasa yang akan datang. Pokok bidang epidemiologi didasarkan pada pemikiran yang jelas, logis, akal sehat, dan rasional yang deduktif, seiring dengan kemajuan IPTEK di dalam Ilmu Bidan Statistic, metode studi epidemiologi dan analisis computer juga mengalami kemajuan dalam ilmu medis dan sangat erat hubungannya dengan epidemiologi. Tindakan pengendalian dan pencegahan penyakit tetap ditekankan.

Fungsi epidemiologi bisa diartikan untuk memastikan bahwa di dalam suatu populasi terdapat kelompok memiliki angka penyakit, cidera, ketidakmampuan, angka kematian tinggi ataupun dengan angka kematian yang rendah. Epidemiologi juga meliputi pemberian ciri pada distribusi status Kesehatan, penyakit atau masalah Kesehatan masyarakat lainnya berdasarkan usia, jenis kelamin, ras, geografi, agama, pendidikan, pekerjaan, perilaku, waktu, tempat, orang dan sebagainya.

Teknik penelitian yang menggunakan studi prospektif dan desain studi eksperimental merupakan metode penelitian empiris. Metode statistic atau statistik inferensial yang menggunakan rumus matematika untuk di aplikasikan pada data parametrik, yang bergantung pada penalaran dalam menggunakan statistic, metode, serta rumus probabilitas dan yang membuat satu kesimpulan untuk menyatakan derajatprobabilitas suatu temuan. Aplikasi Teknik dan statistic matematis untuk mengkaji informasi dan data yang dikumpulkan yang berkaitan dengan ilmu kedokteran dan biomedis serta masalah kesehatan dan social dengan menggunakan statistic inferensial sebagai dasar untuk analisis data yang mencakup pertanyaan tentang p-value, hasil dan analisis merupakan arti dari biostatistik.

Tabel 12. Perbedaan statistik deskriptif dan statistic inferensial

Statistik Deskriptif	Statistik Inferensial
Kualitatif	Kuantitatif
Non parametrik	Parametrik
Observasi	Analitik
Rate, Rasio, Proporsi	Probabilitas, derajat, peluang/signifikansi

9.2 Sumber Data

Penelitian membutuhkan sumber data yang akan diolah, sehingga data yang sudah ada bisa dikategorikan menjadi jenis - jenis data yang disesuaikan menurut sifatnya, cara memperolehnya, sumber datanya, waktu pengumpulannya, dan skala pengukurannya.

a. Berdasarkan Sifat.

Jika berdasarkan sifatnya data dikelompokkan ke dalam dua kelompok yang berbeda yaitu:

Data kualitatif yang dapat diartikan dinyatakan dalam bentuk non-angka atau non- numerik atau bisa disebut atribut. Di dalam istilah computer bisa diartikan dengan bertipe string. Contohnya: persepsi mahasiswa ITSK RS DR Soepraoen Malang

terhadap layanan pendaftaran beasiswa di bagian kemahasiswaan ITSK, sehingga data yang terkumpul dapat berupa persepsi pendapat atau ungkapan kritik saran sehingga jawaban yang mungkin adalah sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang baik.

Data kuantitatif data dalam bentuk angka (data numerik), jika dalam computer sering disebut atau dikenal sebagai data numerik. Contoh misalnya mahasiswa ITSK akan membeli bahan ajar yang sudah dibuat oleh dosen, jika dilihat dari jumlah mahasiswa dan tahun masuknya 2021 dan seterusnya. sehingga data yang diperoleh berdasarkan angka atau dinyatakan dalam angka (data kuantifikasi) atau data kuantitatif. Dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu 1) Data diskret, data hasil pencacahan yang berupa bilangan bulat (integer). Misalnya jumlah mahasiswa jurusan D-3 rekam Medis dan Infokes di ITSK kampus B, Jumlah dosen jurusan D-3 Rekam Medis dan Infokes. 2) Data Kontinu merupakan data hasil proses pengukuran yang dapat berupa bilangan pecahan (bilangan real). Misalnya: tinggi badan Retno adalah 155,5cm dan hasil test IQ Retno adalah 128.

b. Berdasarkan Cara Memperolehnya.

Dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu data primer dan data skunder. 1) Data Primer merupakan data yang diperoleh serta dikumpulkan langsung oleh peneliti dari beberapa sumber data, misalkan melalui Teknik wawancara, observasi, diskusi terfokus (*Focus group discussion, FGD*) ataupun melalui penyebaran kuesioner. 2) Data Sekunder yaitu data yang diperoleh melalui cara tidak langsung dari obyek penelitian, misalkan dari berbagai sumber: Biro Pusat Statistik (BPS), Buku, laporan, Jurnal, serta sumber data lainnya.

c. Berdasarkan Sumber Datanya

Dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu data internal dan data eksternal. 1) Data Internal, yang menggambarkan situasi dan kondisi pada suatu organisasi atau instansi secara internal, contohnya data kepegawaian, data keuangan, data produksi dan seterusnya. 2) Data eksternal yang menggambarkan situasi dan kondisi yang berada diluar

organisasi, contohnya tingkat kepuasan mahasiswa ITSK terhadap layanan akademik dan administrasi, data sebaran mahasiswa, tingkat kepuasan mahasiswa ITSK dan seterusnya.

d. Berdasarkan Waktu Pengumpulan Data.

Dalam pengumpulan data dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok yaitu data *cross section* dan data *time series* (Berkala). 1) Data *cross section* yaitu data yang menunjukkan titik waktu tertentu contohnya laporan penilaian mahasiswa ITSK pada tahun 2021-2022 semester genap dan ganjil, Data mahasiswa yang registrasi mata kuliah pengumpulan dan penyajian data masa registrasi 2021. 2) Data *Time Series* (berkala) yaitu suatu data yang menggambarkan dari waktu ke waktu atau periode yang secara historis memiliki riwayat, contohnya misalkan jumlah mahasiswa jurusan D-3 rekam Medis dan Infokes dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021, jumlah semua mahasiswa yang sudah mengikuti kegiatan OSCE dari tahun 2019 sampai dengan 2021, dan Jumlah mahasiswa yang mengikuti kegiatan ikrar (Sumpah Janji Mahasiswa) dari tahun 2019 sampai dengan 2021.

e. Berdasarkan skala

Dibedakan menjadi empat kelompok yaitu data nominal data ordinal, data interval dan data rasio.

Tabel 13. Pengelompokan Data Berdasarkan Skala Pengukuran

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
1.	Nominal	1. Kategori yang dibedakan tanpa memperhatikan urutan. 2. Satu pengukuran hanya menghasilkan satu-satunya kategori. 3. Setiap kategori dianggap sama (tanpa tingkatan). 4. Data paling rendah dalam level pengukuran data. 5. Tidak bisa dioperasikan	a. Jenis Kelamin, b. Suku, c. Agama, d. data alamat, e. Jenis sabun, f. Tempat tanggal lahir.

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
		secara matematis	
2.	Ordinal	1. Dibedakan dalam kategori berdasarkan urutan. 2. Memiliki tingkatan data. 3. Lebih “tinggi” dibanding data nominal dalam level pengukuran data. 4. Tidak bisa dioperasikan secara matematis	a. Juara I, II, III, b. Rangkaing I, II, III c. Tingkat Kepangkatan d. Tingkat Senioritas Pegawai, e. Status Sosial (Kaya, Sedang, Miskin), f. Tingkat Pengetahuan, g. Survei klinik kesehatan (Tidak mau datang=1, piker-pikir dahulu=2, mungkin datang=3, kemungkinan besar datang=4, pasti datang=5).
3.	Interval	1. Memiliki Interval tertentu 2. Urutan bertingkat, dikuantifikasi (diberikan nilai) 3. Lebih tinggi dibanding data ordinal dalam level pengukuran. 4. Dapat dianalisis dengan uji statistic	a. Interval suhu (cukup panas: 50^o-80^o C panas, 80^o-110^o C sangat panas 110^o-140^oC), b. Skor IQ, c. Berat badan, d. Nilai maha-

No	Skala	Ciri-ciri	Contoh
		parametrik	siswa, e. Urutan kualitas pelayanan (Sangat puas=5, puas=4 cukup puas=3 kurang puas=2 tidak puas=1)
4.	Rasio	1. Memiliki angka absolut. 2. Data bersifat angka dalam arti yang sesungguhnya. 3. Memiliki kedudukan paling tinggi dalam level pengukuran data 4. Data dioperasikan secara sistematis.	a. Tinggi badan b. Harga saham c. Angka produksi d. Jumlah warga RT 13 e. Jumlah warga desa f. Termometer g. Spidometer

Tabel 14. Hubungan antara Skala Pengukuran dengan Jenis Data

Skala Pengukuran	Kuantitatif	Kualitatif
Nominal		√
Ordinal		√
Interval	√	
Rasio	√	

Dalam statistic disetiap skala data uji statistic yang digunakan berbeda-beda, statistic dan uji statistic yang dapat digunakan untuk setiap skala data.

Skala	Statistik	Uji Statistik
Nominal	Frekuensi, koefisien kontigensi, Modus	Uji statistik, nonparametrik
Ordinal	Median, kuartil, desil, persentil, kendall R dan W, spearman.	Uji statistic nonparametrik
Interval	Mean, standart deviasi, korelasi. Product moment, korelasi person	Uji Statistik parametrik
Rasio	Mean geometric, koefisien variansi	Uji statistic parametrik

9.3 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data seorang peneliti harus teliti, karena sebelum penyajian data harus bisa memahami bagaimana cara-cara pengumpulan data. Ada beberapa metode dalam pengumpulan data meliputi:

- 1) Observasi yaitu kegiatan yang dilakukan dengan cara pengamatan melibatkan semua indera (penglihatan, pendengaran, penciuman, pembau, perasa).
- 2) Wawancara merupakan kegiatan baik terstruktur maupun tidak terstruktur,
 - a) Wawancara Tidak Terstruktur merupakan langkah persiapan yang sudah dirancang dengan pokok permasalahan atau ide yang akan dilontarkan secara langsung, w atau terstruktur dengan merancang pertanyaan yang diajukan untuk upaya menggali isu awal dan sifatnya pertanyaan spontan.
 - b) Wawancara Terstruktur yaitu pertanyaan yang sudah disiapkan secara detail atau informasi apa yang akan dibutuhkan, baik secara *face to face* (wawancara langsung) dan wawancara tidak langsung (contohnya melalui telepon atau internet online).

- 3) Kuesioner (daftar pertanyaan) merupakan daftar atau list pertanyaan secara tertulis yang ditujukan kepada responden, dengan jawaban responden atas semua pertanyaan dalam kuesioner yang selanjutnya akan dirangkum dicatat ataupun direkam. Kuesioner ini merupakan alat pengumpulan data yang sangat efisien jika seorang peneliti ingin mengetahui secara pasti data atau informasi apa yang dibutuhkan dan bagaimana variabel yang menyatakan informasi yang dibutuhkan tersebut diukur. Misalkan ingin mengetahui pengetahuan seorang ibu dalam memberikan pola asuh anaknya maka peneliti bisa mengupas pertanyaan yang dapat menjawab tujuan peneliti.
- 4) Pengukuran Fisik jenis data ini bisa berupa obyek atau benda fisik misalkan tanah, bangunan, buku, kendaraan dst. Dari metode pengukuran fisik bisa berupa obyek empirik ke obyek angka-angka dengan berubah yang setara. Misalkan pada tanah bisa dikumpulkan data fisik berupa ukuran panjang lebar (meter) dari tanah tersebut, jenis tanah atau adakah bebatuannya.
- 5) Percobaan laboratorium yang dilaksanakan didalam gedung laboratorium yang awalnya dilakukan perancangan percobaan (*experimen design*) yang dimaksudkan bukan hanya ruangan untuk kegiatan kedokteran, biologi, kimia, fisika, atau ilmu rekayasa tetapi dapat memiliki oengendalian yang sangat kuat terkait dengan PH (pengendalian ketat) jika yang dilakukan misalkan pertumbuhan tanaman akan sangat berpengaruh dengan banyak faktor, dalam hal penggunaan ruang laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Aunuddin, 2005, Statistik: Rancangan dan Analisis Data, Bogor; IPB Press
- Cressie, N.A.C,1991, *Statistik For Spatial Data USA*; John Wiley&Sons,Inc
- Kunoli, Firdaus J. 2013. Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular Untuk Mahasiswa Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Trans Info Media
- Santoso, 2004 Mengolah Data Statistik Secara Profesional, jakarta; Elex Media Komputindo.
- Sudjana, 1992. Metode Statistika, Bandung; Tarsito
- Sugiyono, 2003, Statistik untuk Peneliti, bandung; Alfabeta
- . 2012. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.
- . 2015. Kesehatan Masyarakat Ilmu Dan Seni. Jakarta: PT Rineka Cipta.

BAB X

INSTRUMEN EPIDEMIOLOGI LINGKUNGAN

Oleh Syarifah Aini

10.1 Pendahuluan

Di dalam pengumpulan data diperlukan suatu alat yang disebut “Instrumen Pengumpulan Data”. Alat pengumpul data ini tergantung pada jenis dan tujuan penelitian serta data yang akan diambil (dikumpulkan).

Instrumen merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan penelitian, sebagai pengukur variabel penelitian memegang peranan penting dalam memperoleh informasi yang akurat dan tepercaya.

Menurut Suharsimi Arikunto (2000:134), instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis.

Ibnu Hadjar (1996:160) berpendapat bahwa instrumen merupakan alat ukur yang digunakan untuk memperoleh informasi kuantitatif tentang variasi karakteristik variabel secara objektif.

Menurut Indrawan dan Yaniawati (2014 : 122) berpendapat bahwa instrumen pengumpulan data adalah alat pengukur yang merupakan faktor penting dalam menghimpun data yang diharapkan dalam suatu penelitian.

Instrumen pengumpul data menurut Sumadi Suryabrata (2008:52) adalah alat yang digunakan untuk merekam keadaan dan aktivitas atribut psikologis. Atribut psikologis itu secara teknis biasanya digolongkan menjadi kognitif dan atribut non kognitif. Sumadi mengemukakan bahwa untuk atribut kognitif, perangsangnya adalah pertanyaan. Sedangkan untuk atribut non kognitif, perangsangnya adalah pernyataan.

Dari beberapa pendapat para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi kuantitatif tentang variabel yang sedang diteliti. Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, menyelidiki suatu masalah. Instrumen penelitian dapat diartikan sebagai alat untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisa dan menyajikan data-data secara sistematis serta objektif dengan tujuan memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu hipotesis. Jadi semua alat yang bisa mendukung dalam pelaksanaan suatu penelitian dapat disebut sebagai instrumen penelitian.

Untuk mengumpulkan data dalam suatu penelitian, kita dapat menggunakan instrumen yang telah digunakan pada penelitian terdahulu atau dapat pula menggunakan instrumen yang dibuat sendiri. Instrumen yang telah tersedia pada umumnya adalah instrumen yang sudah dianggap teruji untuk mengumpulkan data variabel -variabel tertentu.

Instrumen penelitian yang umum digunakan telah memiliki 2 (dua) kriteria lulus uji yaitu, validitas dan realibilitas. Validitas diartikan sejauh mana suatu instrumen melakukan fungsinya atau mengukur apa yang seharusnya diukur atau sejauh mana ketepatan suatu instrumen dalam melakukan fungsinya. Sedangkan reliabilitas menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya.

10.2 Jenis Instrumen Epidemiologi Lingkungan

Menyusun instrumen pada dasarnya adalah menyusun alat evaluasi untuk memperoleh data tentang sesuatu yang akan diteliti dan hasil yang diperoleh dapat diukur dengan menggunakan standar yang telah ditentukan sebelumnya. Instrumen pengumpulan data dapat menggunakan 3 cara yakni Angket atau kuesioner, observasi dan wawancara.

10.2.1 Angket atau kuesioner

1. Pengertian

Angket atau kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden , dalam hal ini berupa laporan tentang pribadinya atau hal-hal yang ia ketahui. Angket (kuesioner) yaitu alat pengumpulan data dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk menjawabnya. Kuesioner atau angket ini cocok digunakan apabila jumlah responden dalam skala besar dan tersebar di wilayah yang luas. Kuesioner dapat berupa pertanyaan/pernyataan tertutup dan terbuka dan juga dapat diberikan kepada responden secara langsung atau melalui daring kuesioner.

Angket di dalam kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) disebut dengan daftar pertanyaan tertulis mengenai masalah tertentu dengan ruang untuk jawaban bagi setiap pertanyaan. Angket sama dengan kuesioner yaitu suatu alat riset atau survei yang terdiri atas serangkaian pertanyaan tertulis, bertujuan mendapatkan respon atau dari kelompok orang terpilih melalui wawancara pribadi, atau bisa juga disebut daftar pertanyaan.

2. Prinsip-prinsip Pembuatan Angket Penelitian

Menurut Kasnodihardjo (1993,22) menjelaskan bahwa ada beberapa prinsip dalam penyusunan angket/ kuesioner penelitian. Syarat-sarat yang harus dipenuhi sebagai berikut:

a. Jelas

Pada umumnya, masalah yang timbul menyangkut penggunaan kata-kata yang tepat supaya responden memahami benar pertanyaan yang diajukan. Ada kalanya hanya karena satu kata yang ganjil maka jawabannya berbeda dan jauh dari yang diharapkan.

b. Membantu ingatan responden

Pertanyaan harus dibuat sedemikian rupa, sehingga memudahkan responden untuk mengingat-ingat Kembali hal-hal yang diperlukan untuk menjawab suatu pertanyaan. Cara yang sering dipakai ialah menggunakan "*timeline*"

dengan mengambil suatu peristiwa penting yang mudah diingat oleh responden. Setelah menggunakan cara tersebut, lalu masuk pada pertanyaan yang betul-betul diinginkan.

c. Membuat responden bersedia untuk menjawab

Kuesioner yang kita susun sebaiknya berisi pertanyaan yang sekiranya tidak akan ditolak oleh responden dalam memberikan jawaban. Artinya kuesioner harus memperhatikan susunan pertanyaan maupun kata-katanya. Oleh karena itu, diusahakan seorang peneliti hendaknya tidak menanyakan hal yang sulit atau hal-hal yang bersifat pribadi dalam wawancara.

d. Menghindari bias

Seringkali responden menolak untuk memberikan jawaban atau malah memberikan jawaban yang lain contohnya apabila pertanyaan tersebut terkait dengan pendapatan dan pengeluaran. Maka untuk menghindari bias tersebut, maka dipilih kalimat atau kata-kata yang tepat, misalnya dalam bentuk “perkiraan” atau “rata-rata”.

e. Mudah mengutarakan

Seorang peneliti kerap menemui hambatan karena responden tidak bisa menjelaskan jawabannya secara jelas dan rinci. Untuk mengantisipasi hal tersebut, peneliti hendaknya mempersiapkan hal-hal yang dapat menunjang keberhasilan wawancara. Misalnya dengan membawa contoh gambar atau suatu benda yang bisa membuat responden untuk memberikan jawabannya.

f. Dapat menyaring responden

Peneliti sebaiknya menyeleksi responden yang digunakan dalam penelitian, dengan memperhatikan isi pertanyaan sehingga tidak salah dalam memberikan pertanyaan pada responden.

Dalam membuat angket, bagian -bagian angket yang sebaiknya ada yakni:

- 1) Judul
- 2) Pengantar kuesioner, yakni menerangkan maksud pengumpulan data, jaminan kerahasiaan data, ucapan terima kasih
- 3) Identitas responden
- 4) Isi kuesioner. Pertanyaan penyaring. Pertanyaan lanjutan

3. Tujuan dan Fungsi Angket Penelitian

Tujuan penggunaan angket penelitian:

- 1) Memperoleh data dan latar belakang suatu individu atau kelompok yang digunakan pada sampel penelitian.
- 2) Menghimpun sejumlah informasi-informasi yang relevan dengan kepentingan penelitian yang dilakukan.
- 3) Angket bisa menjadi alat assesmen, maka dari itu penentuan responden perlu diperhatikan, agar informasi yang diperoleh dapat secara maksimal.

Fungsi angket penelitian:

- 1) Menjamin validitas informasi yang diperoleh dengan metode lain
- 2) Mengevaluasi program atau kepentingan
- 3) Mengambil sampel sikap atau pendapat responden
- 4) Mengumpulkan informasi sebagai bahan dasar dalam rangka penyusunan program

4. Jenis Angket Penelitian

a. Angket terbuka

Adalah angket yang didalamnya diberikan kolom yang bebas dijawab oleh responden. Jawaban pada angket terbuka tidak dibatasi dengan alternatif-alternatif jawaban seperti pada angket tertutup. Apabila jawaban tidak ditentukan sebelumnya (responden yang mengisi jawabannya sendiri)

b. Angket tertutup

Adalah angket yang di dalamnya sudah terdapat alternatif-alternatif jawaban yang dapat dijawab oleh para responden. Alternatif jawaban pada angket terbuka bisa berupa “YA” atau “TIDAK” atau bisa juga pilihan objektif, sehingga responden memilih jawaban yang sesuai dengannya. Alternatif jawaban telah disediakan (responden tinggal memilih jawaban)

c. Kombinasi angket penelitian tertutup dan terbuka

Kombinasi antara angket penelitian terbuka dan angket penelitian tertutup di dalamnya terdapat pertanyaan yang bersifat bebas dijawab oleh responden dan ada juga pertanyaan yang disertai alternatif-alternatif jawaban yang bisa dipilih responden.

d. Angket penelitian langsung

Angket penelitian langsung adalah angket penelitian yang di dalamnya berisi daftar pertanyaan yang berkaitan dengan personal atau pribadi responden, ada relevansi dengan penelitian. Contohnya adalah nama, pekerjaan dan sebagainya.

e. Angket penelitian tidak langsung

Angket penelitian tidak langsung adalah angket penelitian yang didalamnya berisi daftar pertanyaan tentang orang lain yang dijawab oleh responden, karena respondenlah yang mengetahui jawaban mengenai hal-hal tersebut.

Dalam membuat angket, kriteria yang perlu diperhatikan dalam persiapan dan penyusunan angket yakni, sebagai berikut,

- 1) Pertanyaan harus singkat dan jelas, terutama jelas bagi calon penjawab
- 2) Jumlah pertanyaan hendaknya dibuat seminimal mungkin, agar menghemat waktu
- 3) Pertanyaan sebaiknya cukup merangsang minat penjawab
- 4) Pertanyaan dapat “memaksa” penjawab untuk memberikan jawaban yang mendalam, tetapi “to the point”

- 5) Pertanyaan tidak menimbulkan jawaban yang meragukan
- 6) Pertanyaan tidak bersifat interogatif, dan jangan sampai menimbulkan kemarahan bagi penjawab
- 7) Pertanyaan tidak menimbulkan kecurigaan pada penjawab

5. Langkah-langkah dalam menyusun

Menurut Kasnodihardjo (1993: 25) menjelaskan bahwa ada prosedur atau Langkah-langka dalam penyusunannya. Prosedurnya seperti dibawah ini.

- 1) Perencanaan yang matang dalam menyiapkan keperluan yang akan digunakan untuk kuesioner tersebut. Selain itu, peneliti harus menentukan sumber data atau responden yang akan diberi pertanyaan.
- 2) Informasi atau data yang ingin diperoleh dari sumber tersebut haruslah dicatat/daftar mulai dari data pokok yang diperlukan dan seterusnya.
- 3) Mencoba menempatkan diri menjadi orang-orang atau posisi seseorang yang akan memberikan jawaban /informasi.
- 4) Menentukan urutan topik yang sesuai untuk ditanyakan terlebih dahulu.
- 5) Menyusun pertanyaan -pertanyaan dengan jelas dan tidak ambigu, sehingga responden bisa memberikan jawaban secara jelas.
- 6) Menentukan format kuesioner yang akan digunakan, seperti menyediakan ruang untuk jawaban dan sebagainya.
- 7) Setelah yakin dengan pertanyaan dan format angket yang digunakan, peneliti menempatkan diri sebagai pewawancara, mengukur pertanyaan-pertanyaan tersebut sudahkah baik dan tepat atau belum.
Jika semuanya sudah siap untuk digunakan, saat terjun ke lapangan untuk mewawancarai responden yang berkaitan dengan penelitian.

6. Kelebihan dan dan kekurangan Angket Penelitian

Kelebihan:

- 1) Menghemat tenaga dan mungkin biaya
- 2) Setiap responden dapat menerima pertanyaan yang sama
- 3) Pada angket tertutup, memudahkan tabulasi hasil
- 4) Pada angket terbuka, responden dapat memberikan jawaban ang bebas
- 5) Responden diberikan waktu yang cukup untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan
- 6) Dapat tehindarkan dari pengaruh subjektivitas
- 7) Pengisi angket tidak harus menyertakan nama atau anonim, sehingga bisa menjelaskan jawaban secara gambang.
- 8) Tidak membutuhkan waktu yang lama, artinya dalam waktu singkat (serentak) dapat diperoleh data yang banyak
- 9) Secara psikologis responden tidak merasa terpaksa dan dapat menjawab lebih terbuka dan sebagainya.

Kekurangan:

- 1) Responden sering tidak teliti dalam menjawab atau mengisi angket tersebut
- 2) Sulit untuk mendapatkan jaminan bahwa jawaban yang diberikan oleh repsonden adalah tepat
- 3) Penggunaannya sangat terbatas, yaitu hanya pada responden yang bisa membaca dan menulis
- 4) Pertanyaan dan pertanyaan dalam angket dapat ditafsirkan salah oleh responden
- 5) Sulit mendapatkan jaminan bahwa semua responden mengembalikan angket yang diberikan.

10.2.2 Wawancara

Jenis instrumen Pengumpul Data yang kedua yakni Wawancara. Wawancara ini dilakukan secara langsung, meski sekarang bisa dilakukan secara daring dan berjarak. Namun, wawancara tidak mengharuskan langsung berhadapan. Peneliti

dapat memberikan daftar pertanyaan untuk dijawab pada kesempatan lain. Instrumen tersebut dapat berupa :

- 1) Pedoman wawancara
- 2) *Check List*

Wawancara digunakan sebagai Teknik pengumpul data apabila ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti terlebih dahulu. Selain untuk riset awal, wawancara juga berguna untuk mengetahui hal dari responden yang lebih mendalam pada jumlah responden yang kecil/sedikit. Wawancara dapat dilakukan secara terstruktur maupun tidak terstruktur melalui tatap muka maupun dengan telepon.

Hal-hal yang perlu kamu perhatikan dalam wawancara yakni,

- 1) Subjek (responden) adalah orang yang paling tahu tentang dirinya sendiri atau memegang peran penting berkaitan dengan data yang kamu butuhkan
- 2) Apa yang dinyatakan oleh subjek kepada peneliti adalah benar dan dapat dipercaya
- 3) Interpretasi subjek tentang pertanyaan -pertanyaan yang diajukan peneliti kepadanya adalah sama dengan apa yang dimaksudkan peneliti

Secara umum, terdapat dua macam pedoman wawancara.

1. Pedoman Wawancara Terstruktur, yaitu pedoman wawancara yang disusun secara rinci menyerupai *Check List*. Pewawancara tinggal membubuhkan tanda V (*check*) pada nomor yang sesuai.

Kelemahan pada wawancara jenis ini membuat data yang diperoleh tidak kaya. Jadwal wawancara berisi sejumlah pertanyaan yang telah direncanakan sebelumnya.

Wawancara terstruktur digunakan sebagai Teknik pengumpul data bila diketahui pasti tentang informasi apa yang akan diperoleh maka kita harus :

- 1) Menyiapkan instrumen penelitian berupa pertanyaan tertulis yang alternatif jawabannya yang telah disiapkan

- 2) Setiap responden diberi pertanyaan yang sama dengan pengumpul data.
- 3) Pewawancara harus memberikan instrumen sebagai pedoman bagi narasumber dan dengan membawa alat bantu seperti *tape recorder*, gambar, brosur, *handphone*, laptop dan material lain yang dapat membantu terlaksananya wawancara.
2. Pedoman Wawancara tidak terstruktur, yaitu pedoman wawancara hanya memuat garis besar yang akan ditanyakan. Tentu saja, kreativitas pewawancara sangat diperlukan, bahkan hasil wawancara dengan jenis pedoman ini lebih banyak bergantung pada pewawancara. Jenis wawancara ini sangat tepat untuk penelitian kasus.
Wawancara ini bersifat bebas tanpa harus memberikan atau ada pedoman wawancara yang tersusun secara sistematis. Pada wawancara ini peneliti harus memiliki keahlian dalam melakukan wawancara pada responden responden sehingga data yang dibutuhkan dapat diperoleh.

10.2.3 Observasi

Observasi dalam sebuah penelitian diartikan sebagai pemusatan perhatian terhadap suatu objek dengan melibatkan seluruh indera untuk mendapatkan data, meliputi melihat, mendengar dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang akan diteliti. Sehingga dalam melakukan observasi atau pengamatan bukan hanya mengunjungi, melihat, atau menonton tetapi disertai keaktifan jiwa atau perhatian khusus dan melakukan pencatatan –pencatatan.

Jenis Instrumen Pengumpul Data (Observasi). Observasi Teknik ini menuntut adanya pengamatan dari peneliti baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap obyek penelitiannya. Instrumen yang digunakan.

1. Lembar Pengamatan (*Check List*)

Merupakan suatu daftar untuk men"cek", yang berisi nama subjek dan beberapa gejala serta identitas lainnya dari sasaran pengamatan. Pengamat hanya memberikan tanda check (V) pada daftar tersebut yang menunjukkan adanya gejala atau ciri dari sasaran pengamatan. Check List ini dapat bersifat individu maupun berkelompok.

Contoh Check List dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 15. Contoh *Check List* kelompok

Nama	Faktor/Gejala			
	Disiplin	Pengetahuan	Ketekunan	Keterampilan
Ani	V	V	V	-
Rima	V	V	V	-
Misliyanti	V	V	-	V
Dina	V	V	-	-
Yuni	V	V	V	V
Neny	V	V	V	V

Kelemahan Check List ini hanya dapat menyajikan data yang bersifat kasar, karena hanya mencatat ada atau tidak gejala sehingga kurang memberikan informasi yang bersifat kualitatif.

2. Skala Penilaian (*Rating Scale*)

Rating Scale ini dapat merupakan satu alat pengumpulan data untuk mengelompokkan, menggolongkan, dan menilai seseorang atau suatu gejala yang berisikan ciri-ciri tingkah laku, yang dicatat secara bertingkat. Jenis Skala penilaian ini antara lain:

1) Bentuk kuantitas yang menggunakan skor atau ranking

Tabel 16. Contoh penilaian terhadap gejala tertentu

Gejala	Skor				
	1	2	3	4	5
Kerja sama			X		
Kerajinan		X			
Partisipasi				X	
Ketekunan					X
Dsb					

Pengamat atau peneliti tinggal memberikan skor sesuai dengan pendapatnya, sesuai dengan gejala yang diamati sendiri dan menurut diri sendiri (subjektif).

2) *Rating Scale* dalam bentuk deskripsi

Contoh: Penilaian terhadap kerja sama:

Kerjasama : 1---2---3---4---5

5 = Dapat/mau bekerja sama dengan orang lain

4 = Kadang-kadang mau bekerja sama

3 = Mau bekerja sama tetapi dengan orang-orang tertentu saja

2 = Tidak mau bekerja sama secara baik dengan orang lain pada bidang tertentu

1 = Tidak mau bekerja sama dengan orang lain sama sekali

Pengamat memberikan tanda check pada nilai (angka) sesuai dengan pendapatnya sehubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tersebut.

3) *Rating Scale* dalam bentuk grafis

Contoh: Bekerja mandiri (*independency*)

()	()	()	()	()
Selalu minta petunjuk	Biasanya minta petunjuk	Dalam hal tertentu perlu petunjuk	Sewaktu- waktu perlu pengawas	Bekerja baik bila dibiarkan sendiri

Pengamat memberikan tanda check (v) pada skala gejala yang telah tersusun. Kelemahan dari skala penilaian ini sangat subjektif dan sangat kaku (rigid), sehingga kurang memberikan kesempatan luas kepada observer.

3. **Daftar Riwayat Kelakuan (*Anecdotal Record*)**

Berisi catatan -catatan mengenai tingkah laku seseorang (*observe*) yang luar biasa sifatnya atau yang khas. Catatan seperti ini kecuali dibuat oleh pengamat, sering pula dibuat oleh pemimpin organisasi, direktur perusahaan dan sebagainya. Pada prinsipnya daftar Riwayat kelakuan harus dibuat secepat mungkin dikala peristiwa terjadi atau sesudah terjadi dengan catatan ucapan atau tingkah laku tertentu dari anggota suatu masyarakat.

4. **Alat-alat mekanik**

Alat-alat mekanik yang dimaksud antara lain : alat perekam, alat fotogrfsis, film, tape recorder, kamera televisi dan sebagainya. Alat-alat tersebut setiap saat dapat diputar kembali untuk memungkinkan mengadakan analisis secara teliti.

10.3 **Uji Kuesioner Sebagai Alat Ukur**

Kuesioner sebelum digunakan perlu dilakukan uji validitas dan uji reabilitas. Maka kuesioner tersebut perlu dilakukan uji coba” trial “ pada responden yang memiliki sifat atau ciri yang sama dengan sampel penelitian yang akan dilaksanakan.

Untuk memperoleh distribusi nilai hasil pengukuran mendekati normal, maka sebaiknya jumlah responden untuk uji coba paling sedikit 20 orang. Kemudian hasil dari uji coba

tersebut digunakan untuk mengetahui sejauh mana alat ukur yang telah disusun memiliki “validitas” dan “reabilitas”. Suatu alat ukur harus memiliki kriteria “validitas” dan “reabilitas”.

10.3.1 Validitas

Validitas adalah suatu indeks yang menunjukkan alat ukur tersebut benar-benar mengukur apa yang diukur. Apabila seseorang anak balita beratnya 20 kg, maka timbangan yang digunakan untuk menimbang anak tersebut juga menunjukkan berat 20 kg, bukan 19,5 kg atau 20,5 kg. Hal ini menunjukkan bahwa timbangan tersebut valid. Demikian pula instrumen yang digunakan dalam penelitian epidemiologi lingkungan harus dapat mengukur apa yang diukur.

Untuk mengetahui apakah instrumen yang kita susun tersebut mampu mengukur apa yang hendak kita ukur, maka perlu diuji dengan menggunakan uji korelasi antara skors (nilai) tiap-tiap item (pertanyaan) dengan skors total kuesioner tersebut. Bila semua pertanyaan tersebut memiliki korelasi yang bermakna (*construct validity*). Apabila instrumen tersebut telah memiliki validitas konstruk, berarti semua item (pertanyaan) yang ada di dalam instrumen tersebut (kuesioner) itu mengukur konsep yang kita ukur. Contohnya : kita akan mengukur pengetahuan tentang diare, maka kita susun pertanyaan -pertanyaan seperti ini :

- 1) Apakah saudara pernah mendengar tentang diare?
- 2) Bila pernah, menurut anda apa yang menjadi penyebab timbulnya diare?
- 3) Bagaimana cara pencegahan diare ?
- 4) Bagaimana cara pengobatan diare ?
- 5) Dan seterusnya.

Pertanyaan -pertanyaan tersebut diberikan kepada kelompok responden sebagai sasaran uji coba. Kemudian pertanyaan-pertanyaan (kuesioner) tersebut diberi skors atau nilai masing-masing sesuai dengan system penilaian yang telah ditetapkan, misalnya :

- 2 : untuk jawaban yang paling benar
- 1 : untuk jawaban yang mendekati benar
- 0 : untuk jawaban yang salah

Sebagai gambaran, misalnya distribusi skors untuk masing-masing pertanyaan dari 10 responden, sebagai berikut :

Tabel 17. Distribusi skor tiap-tiap pertanyaan

Responden	Nomor Pertanyaan										Total Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Skor/Pertanyaan										
A	2	1	1	2	0	1	2	2	1	1	14
B	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	15
C	2	1	1	1	0	2	1	2	1	0	13
D	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	16
E	1	2	2	2	2	2	1	2	1	0	13
F	2	1	2	1	0	2	1	2	1	0	12
G	1	2	2	1	0	1	2	2	1	1	13
H	2	2	2	2	1	2	2	2	1	0	16
I	2	2	2	1	1	0	2	1	1	0	12
J	2	2	2	2	0	2	1	2	1	0	14

Kemudian kita menghitung korelasi antara skors masing-masing pertanyaan dengan skors total sehingga ada 10 pertanyaan di dalam kuesioner kita. Maka akan ada 10 uji korelasi, yaitu pertanyaan nomor 1 dengan total.... Skors, pertanyaan 2 dengan total.....skors, pertanyaan 3 dengan total.....skors, dan seterusnya.

Teknik korelasi yang digunakan adalah Teknik korelasi “*product moment*” yang rumusnya sebagai berikut :

$$R = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

lebih lanjut perhitungan ini dapat dilihat pada contoh di bawah ini. Contoh korelasi antara pertanyaan nomor 1 dengan skor total.

Responden	X	Y	X ²	Y ²	XY
A	2	14	4	196	28
B	2	15	4	225	30
C	2	13	4	169	26
D	2	16	4	256	32
E	1	13	1	169	13
F	2	12	4	144	24
G	1	13	1	169	13
H	2	16	4	256	32
I	2	12	4	144	24
J	2	14	4	196	28
N=10	18	138	36	1924	250

Keterangan:

X : pertanyaan nomor 1

Y : skor total

XY : skor pertanyaan nomor 1 dikali skor total

Selanjutnya memasukkan angka-angka tersebut ke dalam rumus di atas, sebagai berikut.

$$R = \frac{(10 \times 250) - (18 \times 138)}{\sqrt{(10 \times 36 - 18^2)(10 \times 1924 - 138^2)}}$$

$$R = 0,190$$

Setelah dihitung semua korelasi antara masing-masing pertanyaan dengan skor total, misalnya diperoleh hasil sebagai berikut.

Pertanyaan	1	0,190
	2	0,720
	3	0,640
	4	0,710
	5	0,550
	6	0,810
	7	0,690
	8	0,720
	9	0,660
	10	0,150

Untuk mengetahui apakah nilai korelasi tiap-tiap pertanyaan itu sig-nificant, maka perlu dilihat pada tabel nilai

product moment, yang biasanya ada di dalam buku-buku statistik.

Untuk jumlah responden 10, berdasarkan tabel, taraf signifikansi yang diperlukan ialah 0,632. Oleh sebab itu, nilai korelasi dari pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner tersebut yang memenuhi taraf signifikansi (di atas 0,632) adalah pertanyaan : 2,3,4,6,7,8,9. Sedangkan nomor 1,5 dan 10 tidak bermakna. Selanjutnya untuk memperoleh alat ukur yang valid, maka pertanyaan nomor 1,5 dan 10 tersebut harus diganti atau direvisi atau dihilangkan.

10.3.2 Reliabilitas

Reliabilitas ialah indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Hal ini berarti menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran itu tetap konsisten atau tetap asas (ajeg) bila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih terhadap gejala yang sama, dengan menggunakan alat ukur yang sama.

Apabila tinggi seorang anak diukur dengan sebuah meteran kayu, dan pengukuran dilakukan berkali-kali dengan meteran yang sama, maka hasilnya (tinggi anak tersebut) akan tetap atau tidak berubah-ubah. Tetapi apabila meteran tersebut dibuat dari plastik misalnya, maka hasilnya akan berubah-ubah (tidak tetap). Hal ini akan tergantung bagaimana kita memegang meteran tersebut. Apabila cara memegangnya agak kendor, hasilnya akan lebih rendah. Tetapi apabila memegang dengan tarikan yang kuat, maka hasilnya akan kemungkinan akan lebih tinggi.

Meteran (alat ukur) yang dibuat dari kayu dapat menghasilkan hasil ukur yang reliabel dibandingkan dengan meteran yang terbuat dari plastik. Maka dapat disimpulkan meteran kayu hasilnya lebih konsisten sedangkan meteran plastik tidak atau kurang konsisten.

Cara perhitungan reliabilitas suatu alat ukur dapat dilakukan dengan menggunakan teknik sebagai berikut :

1. Teknik Tes-tes ulang

Yaitu memberikan kuesioner yang diujikan pada sekelompok responden yang sama sebanyak dua kali. Jarak antara tes pertama dan kedua sebaiknya tidak terlalu dekat dan terlalu jauh. Selang waktu antara 15 – 30 hari. Apabila terlalu dekat dikhawatirkan responden masih mengingat pertanyaan yang diujikan. Sementara apabila terlalu dekat waktu pelaksanaannya akan memungkinkan terjadinya perubahan dalam variabel yang akan diukur.

Hasil pengukuran pertama dikorelasikan dengan hasil pengukuran (tes) yang kedua menggunakan teknik korelasi *product moment* tersebut. Contoh teknik tes-tes ulang dapat dilihat sebagai berikut :

Pengukuran pertama (Skors Total Tiap Responden)	Pengukuran Kedua (Skors Total Tiap Responden)
14	15
15	15
13	13
16	15
13	14
12	14
13	13
16	16
12	13
14	13
14	13

Hasil ini dihitung korelasinya dengan menggunakan rumus seperti tersebut di depan. Apabila hasil dari korelasi sama atau lebih dari angka kritis pada derajat kemaknaan : P 0,05 (lihat tabel), maka alat ukur atau kuesioner tersebut reliabel. Tetapi bila hasil yang diperoleh di bawah angka kritis, maka kuesioner tersebut tidak reliabel sebagai alat ukur.

2. Teknik Belah Dua

Instrumen berupa kuesioner yang telah disusun dibelah atau dibagi menjadi dua. Maka pertanyaan dalam kuesioner

harus cukup banyak, berkisar 40 -60 pertanyaan. Langkah-langkah yang dilakukan anatara lain:

- a. Mengajukan kuesioner kepada kelompok responden, kemudian dihitung validitas masing-masing pertanyaan. Pertanyaan yang valid dihitung sedangkan yang tidak valid dibuang.
- b. Membagi pertanyaan-pertanyaan yang valid tersebut menjadi dua kelompok secara random. Sebagian dimasukkan kedalam belahan yang pertama dan sebagian lagi dimasukkan kedalam belahan kedua.
- c. Skors untuk masing-masing item pertanyaan pada tiap belahan dijumlahkan sehingga akan menghasilkan 2 kelompok skor total, yakni untuk belahan pertama dan belahan kedua.
- d. Melakukan uji korelasi dengan rumus korelasi *product moment* tersebut, antara belahan pertama dengan belahan kedua.
- e. Selanjutnya dengan daftar seperti uji korelasi sebelumnya, dapat diketahui reliabilitas kuesioner tersebut.

3. Teknik Paralel

Teknik ini kita membuat dua alat ukur (kuesioner) untuk mengukur aspek yang sama. Kedua kuesioner tersebut di uji cobakan kepada sekelompok responden yang sama. Kemudian masing-masing pertanyaan pada kedua kuesioner dihitung validitasnya. Dari pertanyaan kedua kuesioner yang nilainya tidak valid dibuang kemudian yang valid dihitung nilai total skorsnya. Skors total dari masing-masing responden dari kedua kuesioner tersebut dihitung korelasinya dengan menggunakan teknik korelasi *product moment* seperti contoh sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon, (2021). *√ Pengertian Pedoman Wawancara, Proses, Tahapan, dan Contohnya / PenelitianIlmiah.com*. [online] Available at: <https://penelitianilmiah.com/pedoman-wawancara/> [Accessed 9 Mar. 2022].
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Budiarto, E. and Anggraeni, D. (2002). *Pengantar epidemiologi*. 2nd ed. Jakarta Buku Kedokteran EGC.
- Bustan, M.N. (2006). *Pengantar epidemiologi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hadjar, I. (1996). *Dasar-dasar metodologi penelitian kuantitatif dalam pendidikan*. Depok: Raja Grafindo Persada.
- Indrawan, R., Yaniawati, R.P.. (2014). *Metodologi penelitian*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Notoadmodjo, S. (2010). *Metodologi penelitian kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Penerbit Deepublish. (2021). *Angket Penelitian: Pengertian, Prinsip, Jenis, Langkah-langkah, dan Contohnya*. [online] Available at: <https://penerbitdeepublish.com/angket-penelitian/> [Accessed 9 Mar. 2022].

BAB XI

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Oleh Mahaza

11.1 Pendahuluan

Analisis data adalah suatu tahap mengorganisir data sesuai dengan pola, kategori, dan unit-unit deskriptif tertentu. Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkara dan lain sebagainya). Dalam perkataan lain, analisis adalah kegiatan mencari sebab-akibat. Pengertian lain analisis adalah menguraikan suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian-bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat.

Menganalisis data adalah kelanjutan dari mengolah data, bertujuan mencari sebab-akibat dari data yang telah diringkas (direduksi)

Dalam menganalisis suatu masalah, peneliti mengemukakan pendiriannya. Pendirian itu memiliki dua unsur, yaitu Tesis dan Argumen.

Tesis. Yang dimaksudkan tesis adalah perspektif atau pandangan yang dimiliki peneliti terhadap data yang telah diolah bekan sebagai dugaan sementara (hipotesis). Perspektif adalah yang harus diperlihatkan dalam bentuk gambar (dimensi yang sesuai) sehingga tampak seperti keadaan sebenarnya dalam pikiran pembaca.

Argumentasi adalah (1) Cara-cara yang digunakan peneliti untuk meyakinkan pembaca agar menerima tesis yang dikemukakan. (2) Alasan yang dikemukakan untuk menguatkan pendapat atau menolak pendapat. (3) Penegasan bahwa suatu kesimpulan merupakan konsekuensi dari proses penalaran. [Penalaran adalah proses berpikir yang bertolak dari

pengamatan indera (pengamatan empirik) yang menghasilkan sejumlah konsep dan pengertian. Kegiatan berpikir tentang sesuatu secara sungguh-sungguh dan logis inilah yang disebut Penalaran.] [empirik adalah adalah suatu keadaan yang bergantung pada bukti yang diamati oleh seseorang. ... Pengertian lain empirik adalah suatu pengetahuan yang didapatkan setelah melalui pengalaman. Empirik sangat bertolak belakang dengan teori.]

Argumentasi itu terlihat dari rangkaian penalaran yang digunakan peneliti dalam tulisannya, yaitu berupa argumen-argumen yang saling terkait dan secara keseluruhan menunjang kesimpulan penelitian. Dalam tulisan ilmiah pemaparan sebab-akibat yang dilakukan peneliti adalah memperlihatkan kejadian/peristiwa seolah-olah pembaca sedang melihat/melakukan/mengalami sendiri dan mencari sendiri.

Analisis pada dasarnya dapat dipandang dari dua hal yaitu: Dilihat (Melihat) dan Mencari

- 1) Masalah apa yang ada *dilihat* pada obyek atau *melihat* apa yang ada pada obyek kemudian memahami/pemahaman arti keseluruhan.
- 2) *Mencari* apa yang ada dibelakang obyek.
Metoda apa yang digunakan untuk menganalisis, tergantung kepada permasalahan yang diteliti.

Bila *analisis berdasarkan pada “melihat”*, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- 1) Komponen-komponen yang dicari,
- 2) Bentuk dan struktur,
- 3) Dinamika (kekutan dan kelemahan yang mendorong),
- 4) Fase-fase perkembangan dan
- 5) Aspek-aspek yang ditemukan.

Bila *Analisis berdasarkan pada “mencari”*, hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- 1) Ada atau tidaknya hubungan,
- 2) Besarnya pengaruh,
- 3) Mendeskripsikan dan

4) Bersifat ferifikatif.

11.2 Cara Menganalsis

Ya....Bagaimana menganalisis? Itulah yang dikemukakan berikut. Pada dasarnya yang dilakukan dalam menganalisis sebagaimana diungkapkan diatas yaitu *mencari* dan *melihat*. Apa yang dimaksud dengan mencari dan melihat? Perhatikan/Lihat contoh-contoh berikut:

1. *Hasil perhitungan dari beberapa pengusaha menengah dan kecil tentang efisiensi usaha.* Selain efisiensi dihitung juga biaya tetap, biaya variabel, titik pulang poko (BEP). Kesemua data hasil pengolahan, kemudian disajikan dalam satu table. Tabel akan memperlihatkan nilai efisiensi untuk setiap usaha yang berbeda, begitu juga biaya-biaya lain dan BEP. Perbedaan inilah yang menjadi dasar analisis/pembahasan dan interpretasi. (Inilah yang dikatakan *melihat*).
2. *Dipunyai sekumpulan datum (data) dengan ukuran n, ingin diketahui pengaruh* atau hubungan fungsional antara variabel bebas/pengaruh x dan variabel terikat/terpengaruh y . Untuk itu digunakan regresi linier sederhana $y = b_0 + b_1 x$. {harus diperhatikan bahwa pada regresi tidak membicarakan pengaruh x terhadap y }. Bisanya ingin juga diketahui keeratan hubungan antara x dan y . Keeratan hubungan fungsional linier hanya dapat dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Apakah arti b_0 , b_1 dan r dari data yang diolah? Inilah yang harus dianalisis/dibahas dan diinterpretasikan. Keadaan ini lebih menarik lagi bila ada beberapa kelompok datum (data) yang dihitung. Hasil perhitungan konstanta b_0 , b_1 dan r ditabelkan. Pada tabel terlihat perbedaan b_0 , b_1 dan r . Perbedaan inilah menjadi dasar analisis/ pembahasan dan diinterpretasikan (Inilah yang dikatakan *mencari*).
3. *Dipunyai sekumpulan datum (data) dengan ukuran sampel n tentang mutu produk* dari beberapa pengusaha kecil yang bergabung dalam Koperasi Produsen Sepakat. Mengenai koperasi [Produsen dan Produksi] baca Koperasi Produsen:

Apa ..??? <https://lizenhs.wordpress.com/2009/09/02/koperasi-produsen-apa-itu%E2%80%A6%E2%80%A6/> Itu Koperasi (Industri) Produksi
<https://lizenhs.wordpress.com/2009/11/11/koperasi-produksi-industri/> Model Organisasi Koperasi Sebagai Sistem Sosio Produsen
<https://lizenhs.wordpress.com/2009/12/08/mo-del-organisasi-koperasi-sebagai-sistem-sosio-produsen/>.

Untuk mengetahui mutu produk disebar kuesioner dan wawancara kepada konsumen langsung saat berbelanja, juga wawancara kepada pengecer. Hasil koesioner memberikan karakteristik mutu produk anggota koperasi. Karakteristik tersebut dijadikan sebagai krteria mutu produk anggota koperasi yang akan diproduksi perajin (anggota) pada tahab berikutnya (Inilah yang dikatakan *melihat*). Mengenai Mutu baca Pemanfaatan Metode Statistika Pada Pengendalian Mutu <https://lizenhs.wordpress.com/2014/07/28/pemanfaatan-metode-statistik-pada-pengendalian-mutu/#more-2322> dan PERAN STATISTIKA DALAM: Penelitian, Pengendalian Mutu, Pengambil Kebijakan dll <https://lizenhs.wordpress.com/2018/01/11/peran-statistika-dalam-penelitian-pengendalian-mutu-pengambil-kebijakan-dll/#more-3985>.

4. *Berdasarkan kriteria mutu produk menurut konsumen, diambil data produk setengah jadi dan produk jadi (dengan ukuran sampel tertentu secara sistematis atau acak atau yang lain), anggota Koperasi Produsen Sepakat. Dari kegiatan produksi pada stasiun kerja atau tahap dalam bentuk data variabel dan atribut. Kemudian diamati lingkungan kerja dan kinerja pekerja pada beberapa anggota (dengan ukuran mpel tertentu). Dari data mutu produk (setengah jadi dan jadi) dihitung rata-rata, batas atas dan bawah (varibel dan atribut), dibuat diagram pareto dan sebab-akibat (Inilah yang dikatakan *mencari*).*

Hasil perhitungan rata-rata, garis tengah, batas atas dan batas bawah peta kendali, angka-angka pembentuk diagram pareto dll. ditabelkan. Data pada tabel akan terlihat perbedaan masing-masing anggota yang menjadi dasar analisis/pembahasan dan diinterpretasikan.

Apa yang menyebabkan perbedaan, apa hal-hal positif/negatif yang diperoleh dari perbedaan, apa arti konstanta yang diperoleh dari model-model statistika atau rumus-rumus tertentu/relevan. Semuanya dijadikan sebagai bahan dalam menganalisis.

11.3 Dasar-Dasar Menganalisis

Dalam menganalisis, peneliti kembali memperhatikan beberapa sumber. Sumber yang dijadikan untuk mencari penyebab, diantaranya adalah:

- 1) Landasan Teori
- 2) Contoh/sampel
- 3) Alat pengambil data
- 4) Rancangan Penelitian
- 5) Perhitungan
- 6) Variabel-variabel Luar
- 7) Ketajaman
- 8) Dan lain-lain.

1. *Landasan Teori.* Landasan yang dijadikan:
 - a) *Landasan teori* yang digunakan mungkin tidak relevan, kurang valid atau kurang tepat. Keadaan ini dapat terjadi bila peneliti salah pilih sumber bacaan atau terlalu sedikit membaca, sehingga tidak mendapat informasi mengenai perkembangan mutakhir dalam bidang tersenut
 - b) *Tidak mempunyai landasan teori yang cukup kuat* untuk merumuskan hipotesis.
2. *Contoh/sampel.* Mungkin karena ukuran sampel tidak mewakili populasi, apakah terlalu kecil atau tidak dipilih secara acak. Keadaan ini terjadi karena model analisis yang dipergunakan bukan berdasarkan distribusi peluang.

3. *Alat pengambil data.* Alat ukur/pengambil data atau instrumen tidak reliabel dan valid, sehingga hal yang tidak benar (palsu) atau abal-abal.
4. *Rancangan Penelitian.* Rancangan penelitian bukan yang seharusnya, karena rancangan penelitian merupakan strategi penolakan, analisis dan menginterpretasi atau untuk menguji hipotesis.
5. *Perhitungan.* Perhitungan yang salah akan memberikan kesimpulan yang salah.
6. *Variabel-variabel Luar.* Variabel luar adalah variabel yang diperkirakan tidak berpengaruh, ternyata ada/berpengaruh besar. Oleh karena itu peneliti harus menggali benar-benar variabel luar dan/atau mengendalikannya.

Bila dirangkum penjelasan diatas, maka alinea dibawah dapat memberikan gambaran apa yang dimaksud dengan analisis.

Hasil pengolahan yang disajikan dalam bentuk tabel angka-angka atau dalam bentuk grafik atau angka-angka yang disajikan secara tersendiri dikatakan masih factual. Angka-angka atau grafik tersebut masih menggunakan (dalam) bahasa matematika dan/atau statistika, perlu dibahas/dicari sebab-musabab yang terkandung didalamnya dengan penjelasan yang lengkap terhadap sesuatu (fenomena, konsep dan variabel). Tujuannya adalah untuk sampai pada suatu pemahaman, yaitu mengungkapkan penyebab dan menerangkan apa yang tersirat menjadikan akibat yang sebenarnya dalam bentuk tersurat. Pekerjaan itulah yang disebut analisis atau sering disebut pembahasan.

Ketajaman analisis adalah upaya untuk meningkatkan mutu penelitian/karya tulis ilmiah melalui argumentasi dan kepandaian berbahasa (retorika). Retorika analisis itu didasari kerangka berpikir kritis dan logis, sedangkan fakta atau bukti hanyalah sebagai pijakan berpikir.

Kemampuan yang harus dimiliki seorang peneliti agar mampu mengembangkan ketajaman analisis adalah:

- 1) Kemampuan keilmuan
 - 2) Kekayaan wawasan
 - 3) Kemampuan argumen dan
 - 4) Mempunyai konsistensi pemikiran.
-
- 1) ***Kemampuan keilmuan***, artinya peneliti menguasai benar disiplin keilmuan yang melandasi penelitian yang dilakukan.
 - 2) ***Kekayaan wawasan***, artinya peneliti mempunyai pengetahuan penunjang multi disiplin. Misal: Pengetahuan tentang sampel, alat pengambil dan pengolahan data dan pengetahuan-pengetahuan pendukung lainnya.
 - 3) ***Kemampuan argumen***, artinya kemampuan peneliti dalam mengembangkan argumen berdasarkan pada daya kritis dan logis (logika).
 - 4) ***Mempunyai konsistensi pemikiran***, artinya peneliti harus mampu mengendalikan persoalan yang dibahas dalam batas yang telah ditentukan atau yang difokuskan.

Dari uraian diatas jelaslah bahwa tujuan analisis adalah *untuk mengembangkan daya interpretasi, sekaligus daya kritis. Penajaman analisi syaratnya* adalah interpretasi persoalan dan daya kritis yang logis (logika). Interpretasi/penafsiran itu penting, karena dia adalah kunci utama penajaman analisis. Interpretasi yang dimaksudkan adalah bagaimana peneliti mampu melihat keberadaan fenomena-fenomena tertentu dibalik makna yang ada. Dengan kata lain peneliti tidak hanya memberikan interpretasi yang terlihat/tampak pada struktur luar, tapi juga yang lebih bersifat struktur dalam atau makna yang tersirat dibalik yang tersurat. Interpretasi itu dapat lebih terlihat dengan berbagai cara diantaranya dilakukan dengan menggunakan model (model sket dan/atau matematika). Artinya pada model yang dihasilkan penataan persoalan dilakukan secara *deduktif*, misal memberikan

angka/nilai tertentu (pada model matematika) sehingga menghasilkan beberapa nilai.

Kembali ke Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara *sistematis* data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesis, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah difahami oleh diri sendiri maupun orang lain. [Menurut KBBI *Sistematis* diartikan sebagai sebuah keteraturan berdasarkan *sistem* atau dilakukan dengan cara yang telah diatur sedemikian rupa.] [*Sintesis* berarti suatu integrasi dari dua atau lebih elemen menghasilkan suatu hasil baru]. [*Sistem* adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu.] [Kata *elemen* berasal dari kata Latin *elementum* yang berarti “bagian-bagian dasar yang mendasari sesuatu”.]

11.4 Interpretasi dan Teknik Interpretasi

- (1) Interpretasi data menurut L. R. Gay adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menemukan arti/jawaban dari data. Tujuan dari interpretasi data untuk menjawab 4 (empat) pertanyaan yaitu:
 - Apa yang penting dari data itu?
 - Mengapa itu penting?
 - Apa yang bisa dipelajari dari data itu?
 - Jadi apa?
- (2) Teknik Interpretasi Data, menurut L. R. Gay adalah Hubungkan hasil-hasil analisis dengan teori-teori pada bab Landasan teori, Hubungkan atau tinjaulah dari teori yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi, Perluaslah hasil analisis dengan mengajukan pertanyaan berkenaan dengan hubungan, perbedaan antara hasil analisis, penyebab, implikasi dari hasil analisis sebelumnya, Hubungkan temuan dengan pengalaman pribadi, Berilah pandangan kritis dari hasil analisis yang dilakukan.

11.4.1 Proses Interpretasi dan Interpretasi Fisis

Interpretasi dengan analisis sangat berdekatan. Karena setelah analisis ditafsirkan (diinterpretasikan), salah analisis akan berakibat/menghasilkan salah interpretasi.

Interpretasi (penafsiran) adalah proses memberi arti dan signifikansi terhadap analisis yang dilakukan, menjelaskan pola-pola deskriptif, mencari hubungan dan keterkaitan antar deskripsi-deskripsi data yang ada (Barnsley & Ellis, 1992). [Menurut KBBI signifikansi adalah sesuatu yang dianggap penting atau berarti]

Dalam analisis kualitatif, peneliti sangat “dituntun” [dituntun adalah: dipaksa] oleh apa yang dikatakan para informan. Karena itu, peneliti tidak boleh memulai dengan ide-idenya sendiri dan mencoba mencocokkan dengan apa yang dikatakan para informan, tetapi sebaliknya. Dalam melakukan hal yang demikian, kerahasiaan harus dijaga kalau memang diperlukan.

Tujuan Interpretasi adalah untuk mengungkapkan maksud dan menerangkan apa yang tersirat agar diperoleh diperoleh makna yang sebenarnya (setelah dianalisis)

Kegunaan Interpretasi adalah menjelaskan data dalam bentuk yang bisa dimengerti dan dapat dipahami orang lain.

11.4.2 Proses Interpretasi

Interpretasi itu prosesnya dapat berjalan dari abstrak dan general ke kongkrit dan spesifik, atau sebaliknya yaitu dari kongkrit dan spesifik ke general dan abstrak. Landasan berpikirnya adalah deduktif dan induktif. Interpretasi dapat berupa keseluruhan (satu kesatuan/sistem) atau secara parsial yaitu bagian-bagian sistem. Interpretasi dapat dilakukan pada tanda dan simbol dari hasil analisis yang telah dilakukan. Interpretasi terkait erat pada pengertian-pengertian tanda dan simbol, serta anggapan (asumsi) dan syarat-syarat yang diberikan sesuai dengan permasalahan yang dianalisis. Informasi terkandung didalam interpretasi hasil analisis dapat merupakan kenyataan obyektif yang dihasilkan proses penelitian. Dalam melakukan interpretasi seorang peneliti

harus bertitik tolak, bertindak pada hasil/data apa adanya dan sepenuhnya bertindak obyektif. [objektif menurut KBBI adalah: mengenai keadaan yang sebenarnya tanpa dipengaruhi pendapat atau pandangan pribadi.] Dalam hubungan ini, seorang peneliti sering harus kembali melakukan pengamatan/pengukuran untuk melengkapi datanya, sehingga analisis dan interpretasi menjadi lebih baik.

Sumber yang Dijadikan Dasar Proses Interpretasi

Sama halnya dengan analisis, pada interpretasi diperlukan beberapa sumber yang dapat dijadikan dasar dalam *proses interpretasi* untuk mencari *makna/arti*, yaitu:

- 1) Teori yang melandasi penelitian,
- 2) Ukuran sampel tidak mewakili populasi (terlalu kecil dan tidak dipilih secara acak,
- 3) Variabel luar yang diperkirakan tidak ada atau berpengaruh ternyata ada dan berpengaruh besar,
- 4) Alat pengambil data/pengumpul data tidak reliable dan valid,
- 5) Perhitungan-perhitungan salah atau rumus tidak cocok,
- 6) Data awal dan table induk (atau bahkan lembar jawaban kuesioner) atau
- 7) Pola data dll.

Informasi adalah sekumpulan data atau fakta yang telah diproses dan dikelola sedemikian rupa, sehingga menjadi sesuatu yang sangat mudah dimengerti. Kedudukan *informasi* yang diperoleh setelah melalui *interpretasi* dengan obyek yang diinterpretasikan (hasil pengolahan data) sering disajikan dalam bentuk *formula* atau *rumus*, *grafik*, *table* dll.), adalah dua hal yang seyogianya (semestinya/seharusnya) berjalan sejajar (bersamaan).

Artinya dari satu pihak, hasil interpretasi merupakan informasi yang berisikan pengertian baru tentang fenomena yang dipermasalahkan. Dilain pihak, hasil analisis data merupakan keterangan dalam bentuk lebih rinci dan kuantitatif

yang sekaligus dapat bertindak sebagai argumen/ bukti pengertian baru yang dihasilkan melalui interpretasi.

11.4.3 Interpretasi Fisis

Interpretasi fisis penelitian, merupakan kesimpulan proses penelitian. Dari proses penelitian dapat dihasilkan beberapa kesimpulan. Interpretasi fisis tergantung pada analisis data dan korelasi antar data. Informasi yang berbentuk kesimpulan- kesimpulan parsial secara bertingkat dapat menjadi serangkaian argumen untuk mendukung kesimpulan yang lebih luas, bersifat lebih umum dalam usaha memecahkan permasalahan yang menjadi obyek penelitian. Penyusunan rangkaian argumen didalam proses penelitian membentuk panalaran dan sistematika logika yang rasional. [Penalaran adalah proses berpikir yang bertolak dari pengamatan indera (pengamatan empirik) yang menghasilkan sejumlah konsep dan pengertian.] [Sistematika adalah tata cara urutan dalam marangkai sebuah paragraf gagasan ataupun laporan]. Pengalaman-pengalaman dalam melakukan kegiatan penelitian secara baik dan benar akan meningkatkan kemampuan penalaran dan logika yang sistematis dari seorang peneliti.

Bila peneliti mengajukan hipotesis, maka interpretasi bisa dilakukan dengan membandingkan hipotesis penelitian atau didiskusikan/dibahas dan akhirnya diajukan/dibuat kesimpulan.

Harapan seorang peneliti terhadap yang diteliti, tentu hipotesisnya tahan uji. Jika terjadi demikian, pembahasan tidak menonjol perannya. Tetapi jika hipotesis penelitian ditolak (tidak tahan uji), maka peranan pembahasan menjadi sangat penting, karena harus menjelaskan mengapa hal tersebut terjadi. Peneliti harus/wajib mengeksplorasi segala sumber yang mungkin menjadi sebab tidak teruji hipotesis penelitian.

Suatu penelitian sering menguji beberapa hipotesis. Jika tak terbukti satu atau dua hipotesis, memang kemungkinan itu memang sering terjadi. Bahkan satu hipotesispun yang diajukan, jika tidak terbukti kebenarannya bukan berarti bahwa penelitian itu gagal. Yang penting adalah, peneliti memberikan

keterangan dan alasan yang jelas dan kuat mengenai tidak terujinya hipotesis itu. Usaha apa yang harus dilakukan peneliti untuk memperkecil kemungkinan terjadi hipotesis tidak terbukti kebenarannya adalah dengan persiapan yang cermat dan menyeluruh sejak langkah-langkah awal penelitian (sejak disain penelitian). Dari bahasan diatas jelaslah bahwa interpretasi itu bukan menuliskan “angka” atau “angka dalam tabel” ke dalam “bentuk kalimat”.

Dalam penafsiran atau interpretasi hasil, peneliti perlu (bahkan harus) mengenal dengan baik batasan-batasan dari data yang dianalisis maupun asumsi-asumsi yang digunakan. Hal ini penting karena kesimpulan yang dihasilkan tidak dapat lepas dari sekedar data dan analisis yang mendukungnya. Usaha untuk meng-ekstrapolasi-kan kesimpulan dengan logika, dari apa yang diperoleh secara obyektif, bukanlah merupakan hasil penelitian. [ekstrapolasi/eks-tra-po-la-si/ /ékstrapolasi/ n perluasan data di luar data yang tersedia, tetapi tetap mengikuti pola kecenderungan data yang tersedia]. [menurut KBBI objektif adalah mengenai keadaan yang sebenarnya tanpa dipengaruhi pendapat atau pandangan pribadi.] Ia mempunyai nilai sebagai antisipasi dan dapat menjadi hipotesis baru dalam kelanjutan penelitian bagi peneliti berikutnya karena dia melihat hal itu. Setelah data diolah, pekerjaan selanjutnya adalah menyajikan untuk dianalisis dan diinterpretasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pemukiman (2012 'Modul Rumah Sehat *Kementrian Pekerjaan Umum*, 66, pp. 37–39.
- Bogolasky, F. and Ward, P. M. (2018 'Housing, Health, and Ageing in Texas Colonias and Informal Subdivisions *Current Urban Studies*, 06(01), pp. 70–101. doi: 10.4236/cus.2018.61004.
- Dr. Muhammad Ikhtiar (2018 *Pengantar Kesehatan Lingkungan*.
- Keman, S. (2007 'Enam Kebutuhan Fundamental Perumahan Sehat *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 3(2), p. 3933.
- Kemenkes (2002 'Syarat - syarat dan pengawasan kualitas air minum.
- Kementerian Kesehatan RI (1990 'Syarat - syarat dan Pengawasan Kualitas Air. doi: 10.1007/978-1-4684-0955-0_19.
- Kementerian Kesehatan RI (1999 'KEPMENKES_829_1999.pdf, pp. 1–6.
- Krieger, J. and Higgins, D. L. (2002 'Housing and health: Time again for public health action *American Journal of Public Health*, 92(5), pp. 758–768. doi: 10.2105/AJPH.92.5.758.
- Marlinae, Let al. (2019 'Buku Ajar Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan *Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru*, pp. 1–120. Available at: <http://kesmas.ulm.ac.id/id/wp-content/uploads/2019/02/BUKU-AJAR-DASAR-DASAR-KESEHATAN-LINGKUNGAN.pdf>.
- Purnama, S. G. (2018 'Diktat Dasar Kesehatan Lingkungan, pp. 1–97.
- Sub-Committee, G. B. C. H. A. C. S. of F. for H. and Health, G. B. M. of (1946 *Report of the Standards of Fitness for Habitation Sub-Committee*. H.M. Stationery Office. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=hCmlzQEACAAJ>.
- Undang-Undang No 1 Tahun (2011 'Perumahan dan Kawasan Pemukiman.
- World Health Organization (WHO) (2010 'WHO Healthy

Workplace Framework and Model. Available at:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17514926>.

BIODATA PENULIS



Andi Susilawaty

Staf Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat
UIN Alauddin Makassar

Andi Susilawaty, lahir di Parepare-Sulawesi Selatan pada 14 Januari 1980. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar. Selama kurang lebih 13 tahun penulis berkiprah sebagai dosen, penulis pernah mengikuti Program Short Course di Griffith University, Brisbane pada tahun 2008-2009, Short Course Advocacy and Community Engagement di Coady Institute, StFX University Canada pada tahun 2011, pada tahun yang sama menjadi peserta Program Internship pada ICES di Toronto Canada. Lalu kembali pada tahun 2016 sebagai peserta Short Course Community Based Research di Center for CBR University of Toronto. Saat ini penulis aktif dalam kegiatan mengajar, meneliti dan menulis buku. Beberapa buku yang telah ditulis: 1. Sejarah Kesehatan Masyarakat (2007); 2. Penyediaan Air Bersih (2009); 3. Dasar Kesehatan Lingkungan (2012); 4. Kesehatan Lingkungan Pesisir dan Pulau Kecil (2015); 5. Ilmu Kesehatan Masyarakat, dll.

BIODATA PENULIS



Sigid Sudaryanto, SKM,MPd

Staf Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes
Yogyakarta

Penulis lahir di Klaten pada Tanggal 28 Agustus 1963. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Akademi Penilik Kesehatan dan Teknologi Sanitasi (APKTS) Depkes, kemudian melanjutkan pendidikan S1 pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro dan melanjutkan S2 pada Program Studi Kependudukan dan Lingkungan Hidup Universitas Sebelas Maret Surakarta. Saat ini selain sebagai pendidik penulis juga berkontribusi aktif dalam berbagai kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat dengan fokus pada bidang penyehatan udara, pengendalian penyakit infeksi serta berbagai topik berkaitan dengan kesehatan lingkungan

BIODATA PENULIS



Darwel

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang

Penulis lahir di Manganti, Kabupaten Lima Puluh Kota tanggal 14 September. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Menyelesaikan pendidikan terakhir S2 Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia pada tahun 2012. Penulis menekuni bidang Epidemiologi dan Kesehatan Lingkungan.

Pengalaman mengajar mata kuliah epidemiologi dasar, epidemiologi kesehatan lingkungan, surveilans epidemiologi, metodologi penelitian, statistik kesehatan, sanitasi rumah sakit, mikrobiologi, manajemen data, penyakit berbasis lingkungan, dasar-dasar kesehatan lingkungan. Pengalaman menulis buku ajar Kesehatan Lingkungan Teori Dan Aplikasi, Manajemen Data Statistik Untuk Penelitian Kesehatan. Penulis juga merupakan Dewan Juri LKTI Tingkat Nasional BEM FKM Unand dan Pelatih Nasional Riskesdas Tahun 2018. Penghargaan lainnya yang diperoleh penulis adalah sebagai Dosen Berprestasi Poltekkes Kemenkes Tingkat Nasional tahun 2020.

BIODATA PENULIS



Salsabila Syafni Aulia, Amd.Kes

Clinical Instructur di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes
Kemenkes Padang

Penulis lahir di Padang tanggal 23 Maret 2000. Penulis merupakan *Clinical Instructur* di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Penulis baru saja menyelesaikan pendidikan D3 Sanitasi pada Jurusan Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Kemenkes Padang pada Oktober 2021. Gadis kembar asal Minangkabau ini sangat menyukai dunia kepenulisan.

Selain pernah menjadi wartawan di *Singgalang Masuk Sekolah*. Ia juga telah menerbitkan beberapa buku diantaranya 'Logika Rasa, Rindu Datang Padaku, Biarkan Waktu Yang Membawamu Kembali,' dan buku antologi lainnya serta menjuarai beberapa esai, cerpen, dan karya tulis di ajang nasional. Ia juga merupakan Mahasiswa Berprestasi Kemenkes Tingkat Nasional Tahun 2019, dan pernah menjadi Duta Sanitasi Provinsi Sumatera Barat Tahun 2014 dan 2015. Selain menggeluti dunia kepenulisan, ia juga aktif di dunia public speaking dan merupakan trainer public speaking di salah satu lembaga trainer nasional. Untuk menghubunginya bisa melalui ig : syafniaulia, dan email : auliasyafnisalsabila@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan

Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang dengan jabatan lector kepala. Menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Sumatera dan S2 di Universitas Indonesia, serta pendidikan S3 di Universitas Indonesia. Penulis mengajar pada mata kuliah entomologi, PVBP, Toksikologi, Penyehatan Pemukiman, dan lainnya. Penulis yang akrab dengan mahasiswa ini terkenal dengan kedisiplinannya. Selain itu, penulis juga memiliki banyak anak didik yang telah menyebar di seluruh Indonesia.

BIODATA PENULIS



Rimawati Aulia

Dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar peminatan
Epidemiologi

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 3 September 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar peminatan Epidemiologi. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada jurusan Epidemiologi Lapangan (FETP) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada.

BIODATA PENULIS



Musfirah, S.Si., M.Kes.

Dosen Prodi Kesehatan Masyarakat
Peminatan Kesehatan Lingkungan Universitas Ahmad Dahlan

Penulis lahir di Sinjai, 5 Desember 1987, memiliki rekam jejak pendidikan diantaranya S1 Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin tahun 2009; S2 Kesehatan Lingkungan Program Pascasarjana FKM Universitas Hasanuddin tahun 2014. Berbagai kegiatan pelatihan yang pernah diikuti diantaranya : 3 Days Intensive Training Course for Environmental Health and Disaster Management : Disaster Risk Reduction EHSA-UNISDR-Griffith University-UNISDR-Udayana University, Bali tahun 2016; dan Standard precautions:Environmental cleaning & disinfection yang diselenggarakan oleh WHO : Health Emergencies Programme tahun 2021. Penulis aktif dalam pelaksanaan tridarma perguruan tinggi sejak berkiprah menjadi Dosen Tetap di Prodi Kesehatan Masyarakat FKM Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta mulai Agustus Tahun 2015 sampai sekarang. Publikasi karya ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional serta memenangkan hibah RistekDikti skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2017 dan 2018, HIBAH Kerjasama Penelitian Kelompok Kerja Sanitasi Dinkes Kota Yogyakarta - FKM UAD tahun 2018 dan Hibah Riset Muhammadiyah Batch V pada tahun 2021. Penghargaan yang telah diperoleh diantaranya sebagai Dosen Muda Berprestasi dan Pemakalah terbaik dalam ajang Seminar Nasional. Buku yang pernah diterbitkan dengan judul yaitu Pencemaran Air dan

Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan (Tahun 2017), Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan : Pencemaran Udara (Tahun 2018), Kesehatan & Keselamatan Kerja ERA SOCIETY 5.0 (Tahun 2022) dan *Hygiene* dan Sanitasi di Tempat Wisata : Kajian Adaptasi New Normal (Tahun 2022).
Email Penulis: musfirah@ikm.uad.ac.id

BIODATA PENULIS



Rahmi Fitria

Staf Dosen Jurusan Menulis

Penulis lahir di Pasir Pengaraian, tanggal 29 Mei 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D III Kebidanan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pasir Pengaraian sejak tahun 2008 sampai sekarang. Menyelesaikan pendidikan D3 Kebidanan di Akbid Widya Husada Medan pada tahun 2008, D4 Bidan Pendidik USU pada tahun 2009, Medan, S2 Ilmu Biomedik di UNAND Padang pada tahun 2015. Penulis menekuni bidang Ilmu Kebidanan.

Pengalaman mengajar pada mata kuliah Gizi dalam Kesehatan reproduksi, epidemiologi, metodologi penelitian, manajemen data, mikrobiologi, biokimia, pelayanan keluarga berencana, asuhan kehamilan, asuhan kebidanan neonatus bayi balita dan anak pra sekolah. Pengalaman menulis adalah buku ajar gizi pada kesehatan reproduksi untuk mahasiswa kebidanan. Mendapatkan dana hibah penelitian dosen pemula pada tahun 2017 dan 2018.

BIODATA PENULIS



Retno Dewi Prisusanti

Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Kesdam V/Brawijaya RS
dr.Soepraoen Malang

Retno Dewi Prisusanti, Saat ini penulis bekerja di Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Kesdam V/Brawijaya RS dr.Soepraoen Malang diprodi Rekam Medis dan Informasi Kesehatan dan pernah mengajar di Prodi D-3 Kebidanan Wijaya Kusuma Malang. Ketertarikan penulis terhadap ilmu statistik dimulai saat membuat sebuah Karya Tulis Ilmiah (KTI) saat menempuh D-3 Kebidanan di STIKES ICME Jombang pada tahun 2008 dan melanjutkan D-4 Bidan Pendidik di STIKES Husada Jombang pada tahun 2010. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S-2 di Universitas Sebelas Maret Surakarta pada tahun 2016 dengan jurusan Kesehatan masyarakat, dan pada tahun 2021 sampai saat ini penulis masih melanjutkan pendidikan S-2 dibidang Biostatistik di Institut Ilmu Kesehatan STRADA Indonesia. Dengan gelar terakhir yang dimiliki oleh penulis di akhir nama yaitu Retno Dewi Prisusanti Amd,Keb.,S.ST.,MPH lahir di Sidoarjo tanggal 25 bulan Maret tahun 1985. Penulis memiliki kepakaran dibidang metodologi penelitian informasi Kesehatan, Statistik Fasyankes, Epidemiologi, Terminology, Komunikasi Efektif dan Biostatistik. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen professional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut untuk menunjang Tri Darma Perguruan Tinggi.

Email penulis: retnodewi@itsk-soepraoen.ac.id

BIODATA PENULIS



Syarifah Aini

Staf Dinas Kesehatan

Penulis lahir di Kuala Tungkal tanggal 22 November 1986. Penulis bekerja di Dinas Kesehatan Kabupaten Tanjung Jabung Barat.. Menyelesaikan pendidikan D3 Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Jambi pada tahun 2007, S1 Kesehatan Masyarakat di UNAND Padang pada tahun 2010 dan S2 Ilmu Lingkungan di UNJA Jambi pada tahun 2021.

Ini adalah pengalaman pertamanya menulis, semoga bermanfaat.

BIODATA PENULIS



Mahaza

Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan

Penulis lahir di Padang tanggal 23 Maret 1972. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Menyelesaikan pendidikan D3 Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi (APK-TS Padang, Tahun 1994), Strata 1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Baiturahmah Padang Tahun 2001 dan melanjutkan Strata2 pada Jurusan Informasi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM KM UI) Tahun 2009. Penulis menekuni bidang Kesehatan Lingkungan