

BUKU
AJAR



Prinsip-Prinsip dalam Epidemiologi

Disusun oleh:

**Prof. dr. H. Hamam Hadi. MS.
Sc. D.,M Sp.Gk**

2025



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ajar "Prinsip-Prinsip dalam Epidemiologi" ini dapat diselesaikan. Buku ini disusun untuk menyediakan bahan bacaan yang sistematis, ringkas, dan aplikatif bagi mahasiswa, dosen, maupun praktisi kesehatan masyarakat.

Epidemiologi berperan penting dalam memahami distribusi dan determinan masalah kesehatan serta dalam merancang intervensi yang tepat guna. Pemahaman prinsip-prinsip epidemiologi menjadi dasar penting bagi tenaga kesehatan dalam menerapkan praktik berbasis bukti (*evidence-based practice*).

Buku ini memuat konsep dasar, desain penelitian, pengukuran frekuensi penyakit, serta penerapan epidemiologi dalam pengendalian masalah kesehatan masyarakat. Penyajiannya diupayakan sederhana namun tetap akurat agar mudah dipahami.

Penulis menyadari masih terdapat keterbatasan dalam penyusunan buku ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi perbaikan pada edisi berikutnya. Semoga buku ini bermanfaat dan dapat memperluas wawasan pembaca dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.

Yogyakarta, September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| Judul | i |
| Kata Pengantar..... | ii |
| Daftar Isi | iii |
| Tinjauan Mata kuliah | iv |
| BAB 1 Pendekatan epidemiologi | 1 |
| A. Pendahuluan | 1 |
| B. Identifikasi Kelompok Risiko Tinggi suatu penyakit.. | 3 |
| C. Tujuan Penelitian Epidemiologis | 4 |
| D. Alasan Penggunaan metode Epidemiologis | 5 |
| E. Epidemiologi dan Praktik Klinis | 6 |
| F. Pencegahan Penyakit..... | 7 |
| G. Daftar Pustaka..... | 8 |
| H. Latihan Soal..... | 9 |
| BAB 2 Konsep Epidemiologi Transmisi Penyakit | 10 |
| A. Pendahuluan | 10 |
| B. Konsep-Konsep Epidemiologis: Penyebaran penyakit | 11 |
| C. Agen, Host, Lingkungan | 12 |
| D. Cara-Cara Penyebaran Penyakit | 14 |
| E. Endemik, Epidemik, Pandemi | 15 |
| F. Daftar Pustaka | 17 |
| G. Latihan Soal..... | 18 |
| BAB 3 INSIDENSI DAN PREVALENSI | 21 |
| A. Pendahuluan | 21 |
| B. Prinsip-prinsip Epidemiologi Mengukur Kesakitan dan Kematian | 21 |
| C. Sejarah Alamiah Penyakit | 22 |
| D. Insidensi..... | 23 |
| E. Prevalensi | 24 |
| F. Diagram Insidensi dan Prevalensi..... | 26 |
| G. Hubungan antara Insidensi dan Prevalensi | 28 |
| H. Sumber-Sumber data Morbiditas..... | 28 |
| I. Keterbatasan Data Rumah Sakit | 28 |
| J. Sumber-Sumber Kekeliruan Yang Mungkin | |

| | |
|--|-----------|
| Dari Wawancara | 29 |
| K. Daftar Pustaka..... | 30 |
| I. Latihan Soal | 31 |
| BAB 4 PENGGUNAAN INDEKS MORBIDITAS DAN | |
| MORTALITAS DALAM STUDI WABAH..... | 33 |
| A. Pendahuluan | 33 |
| B. Karakteristik Insidensi dan Prevalensi | 35 |
| C. Indeks Kematian..... | 37 |
| D. Perbedaan atau Kecenderungan (Trend) Mortalitas..... | 39 |
| E. Daftar Pustaka | 41 |
| F. Latihan Soal..... | 42 |
| BAB 5 EVALUASI ALAT-ALAT TES DIAGNOSIS DAN | |
| SKRINING..... | 44 |
| A. Pendahuluan | 44 |
| B. Validitas..... | 45 |
| C. Sensitivitas dan Spesifitas Suatu Tes | 47 |
| D. <i>Predictive Value</i> Suatu Tes..... | 47 |
| E. <i>True Positive, False Positive, False Negative, True</i> <i>Negatives</i> | 49 |
| F. Contoh <i>Hypothetical Example of A 2-Stage</i> <i>Screening Program</i> | 49 |
| G. <i>Relationship of Specificity & Predictive Value</i> | 50 |
| H. <i>Relationship Between Disease Prevalence and The</i> <i>Predictive Value</i> | 50 |
| I. Hubungan Spesifitas Dan Nilai Prediktif..... | 52 |
| J. Daftar Pustaka | 53 |
| K. Latihan Soal..... | 54 |
| BAB 6 OBSERVASIONAL STUDI..... | 57 |
| A. Pendahuluan | 57 |
| B. Studi Prospektif..... | 58 |
| C. Studi Kasus-Kontrol | 66 |
| D. Studi <i>Cross-Sectional</i> | 70 |
| E. Daftar Pustaka | 73 |
| F. Latihan Soal..... | 74 |
| BAB 7 STUDI EKSPERIMEN | 75 |
| A. Pendahuluan | 75 |

| | |
|--|-----|
| B. Pengertian Studi Eksperimen..... | 76 |
| C. Tujuan Studi Eksperimen..... | 76 |
| D. Jenis-Jenis Penelitian Eksperimen..... | 78 |
| E. Beberapa Elemen Penting Dalam Rancangan Penelitian Uji Klinik..... | 80 |
| F. Seleksi Subjek Penelitian: Kriteria Memenuhi Syarat Penelitian (<i>Criteria for Eligibility</i>) | 80 |
| G. Alokasi Subjek Penelitian..... | 81 |
| H. Pengumpulan Data | 83 |
| I. Pembuatan (<i>Blinding/Masking</i>)..... | 84 |
| J. Mengukur <i>Outcome</i> | 85 |
| K. Isu Mengenai Rancangan Studi Eksperimental | 86 |
| L. Masalah Dan Isu Terkait Dengan Uji Klinik Teracak..... | 87 |
| M. Contoh Kasus Randomisasi Dan Non-Randomisasi..... | 88 |
| N. Daftar Pustaka | 91 |
| O. Latihan Soal..... | 92 |
| BAB 8 MENGUKUR RESIKO PENYAKIT DENGAN MENGUNAKAN DATA EPIDEMIOLOGI..... | |
| A. Pendahuluan..... | 94 |
| B. Beberapa cara untuk mengukur hubungan penyakit- exposure..... | 95 |
| C. Daftar Pustaka..... | 103 |
| D. Latihan soal | 104 |

TINJAUAN MATA KULIAH

A. DESKRIPSI SINGKAT

Mata kuliah Prinsip-prinsip dalam epidemiologi akan dilaksanakan pada semester 1, tahun pertama, melalui pembelajaran aktif dan evaluasi mata kuliah. Mata kuliah ini akan dipelajari dengan menggunakan strategi pendekatan *student-centered learning*, praktikum dan penugasan terstruktur.

Epidemiologi sebagai ilmu dasar kesehatan masyarakat memiliki sejumlah prinsip yang menjadi landasan dalam praktik dan penerapannya. Prinsip pertama adalah distribusi, yaitu mempelajari bagaimana suatu penyakit atau masalah kesehatan tersebar dalam populasi berdasarkan orang, tempat, dan waktu. Dengan memahami distribusi, dapat diketahui kelompok mana yang paling rentan, di mana penyakit lebih banyak terjadi, serta kapan peningkatan kasus berlangsung.

Prinsip berikutnya adalah determinasi, yang berfokus pada faktor-faktor yang memengaruhi timbulnya penyakit, baik faktor penyebab langsung maupun faktor risiko yang berperan. Prinsip ini membantu dalam mengidentifikasi hubungan antara paparan dan akibat kesehatan, sehingga dapat digunakan untuk merumuskan langkah pencegahan.

Selanjutnya, epidemiologi selalu menekankan pada populasi sebagai sasaran kajian. Hal ini membedakannya dari ilmu klinis yang berfokus pada individu. Dengan memandang masalah kesehatan dalam lingkup populasi, hasil analisis epidemiologi dapat digunakan untuk menyusun kebijakan dan program kesehatan masyarakat yang lebih luas.

Prinsip lain yang tidak kalah penting adalah pencegahan, yaitu penggunaan informasi epidemiologi untuk mengurangi risiko penyakit, menekan penyebarannya, serta memperbaiki kualitas hidup masyarakat. Di samping itu, epidemiologi juga berperan dalam evaluasi, yakni menilai efektivitas program, intervensi, maupun kebijakan kesehatan yang telah dijalankan.

Akhirnya, seluruh proses dalam epidemiologi harus dilaksanakan secara ilmiah dan sistematis. Artinya, metode yang digunakan harus objektif, terstruktur, dapat diuji ulang, serta mengikuti kaidah ilmiah agar hasil yang diperoleh benar-benar dapat dipertanggungjawabkan.

Dengan memahami dan menerapkan prinsip-prinsip tersebut, epidemiologi dapat berfungsi optimal sebagai alat untuk memahami masalah kesehatan, menemukan penyebabnya, serta merancang upaya pengendalian yang tepat dalam rangka melindungi kesehatan masyarakat.

B. KEGUNAAN MATA KULIAH

Mata kuliah Prinsip-Prinsip dalam Epidemiologi memiliki peran penting dalam membekali mahasiswa dengan dasar-dasar keilmuan yang diperlukan untuk memahami masalah kesehatan masyarakat, antara lain:

1. Mahasiswa memiliki kompetensi dalam bidang epidemiologi, sehingga mampu untuk menyelesaikan masalah-masalah kesehatan melalui penelitian kuantitatif dalam ruang lingkup kesehatan masyarakat.
2. Memiliki kompetensi dalam mengaplikasikan keilmuan epidemiologi dalam bidang manajemen dan pelayanan Kesehatan masyarakat.
3. Memiliki kompetensi untuk menggunakan data ilmiah menggunakan metode epidemiologi untuk membuat kesimpulan, membuat keputusan dan kebijakan dalam rangka mengontrol masalah-masalah kesehatan

C. PEDOMAN UMUM PENGGUNAAN BUKU AJAR

Buku ajar Prinsip-Prinsip dalam Epidemiologi ini disusun sebagai sumber belajar utama bagi mahasiswa yang menempuh mata kuliah terkait epidemiologi dasar. Buku ini dapat digunakan secara mandiri maupun dalam bimbingan dosen selama proses perkuliahan. Agar pemanfaatan buku ini

lebih optimal, mahasiswa diharapkan memperhatikan pedoman penggunaan berikut:

1. Keterpaduan dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Buku ajar ini mengikuti capaian pembelajaran mata kuliah yang telah ditetapkan dalam RPS. Oleh karena itu, mahasiswa disarankan membaca bab sesuai urutan topik perkuliahan agar pemahaman berkembang secara bertahap.

2. Pembacaan Bab dan Subbab

Setiap bab diawali dengan tujuan pembelajaran khusus dan diakhiri dengan ringkasan materi. Mahasiswa diharapkan membaca secara menyeluruh, kemudian meninjau ringkasan sebagai penguat pemahaman.

3. Diskusi dan Refleksi

Materi yang disajikan tidak hanya untuk dibaca, tetapi juga untuk menjadi dasar diskusi di kelas maupun kelompok kecil. Mahasiswa dianjurkan mencatat pertanyaan, kesulitan, atau contoh kasus aktual yang relevan untuk dibahas bersama.

4. Latihan Soal dan Studi Kasus

Buku ini dilengkapi dengan latihan soal dan studi kasus di setiap bab. Mahasiswa diharapkan mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu sebelum berdiskusi dengan dosen atau teman sejawat.

5. Pengayaan Referensi

Walaupun buku ini menjadi rujukan utama, mahasiswa diharapkan juga memperluas wawasan melalui literatur tambahan seperti jurnal internasional, buku teks epidemiologi lainnya, dan sumber daring terpercaya.

6. Etika Akademik

Segala bentuk pengutipan dari buku ini dalam tugas atau karya ilmiah harus dilakukan sesuai kaidah penulisan ilmiah. Plagiarisme dalam bentuk apa pun tidak diperkenankan.

7. Kontekstualisasi dengan Situasi Aktual

Mahasiswa didorong untuk mengaitkan teori epidemiologi dengan kondisi kesehatan masyarakat terkini, baik di tingkat lokal, nasional, maupun global, sehingga pembelajaran lebih bermakna.

BAB 1

PENDEKATAN EPIDEMIOLOGIS SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN PENYAKIT DAN PERBAIKAN PELAYANAN KESEHATAN

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mahasiswa mampu mendefinisikan dan diskusikan tujuan-tujuan kesehatan masyarakat
2. Mahasiswa mampu membedakan antara penelitian dasar, klinis, dan kesehatan masyarakat
3. Mahasiswa mampu mendefinisikan epidemiologi dan jelaskan tujuannya
4. Mahasiswa mampu mendiskusikan komponen-komponen kunci epidemiologi (populasi dan frekuensi, distribusi, determinan, dan pengendalian penyakit)

A. Pendahuluan

Epidemiologi adalah ilmu yang mempelajari distribusi dan determinan dari keadaan atau kejadian yang berkaitan dengan kesehatan pada populasi tertentu, serta penerapan dari ilmu ini untuk mengendalikan masalah kesehatan. Secara etimologis, kata "epidemiologi" berasal dari bahasa Yunani, yaitu: *Epi* (di atas atau pada), *Demos* (populasi atau manusia), dan *Logos* (ilmu atau studi)

Secara harfiah, epidemiologi berarti "ilmu yang mempelajari apa yang terjadi pada populasi". Lebih dari sekadar studi tentang wabah, epidemiologi mencakup penyakit menular dan tidak menular, cedera, cacat, dan bahkan keadaan positif seperti kesehatan mental yang baik.

Tabel 1: Elemen Kunci dalam Definisi Epidemiologi

| Elemen Kunci | Deskripsi | Contoh |
|--|--|---|
| Distribusi | Merujuk pada frekuensi dan pola masalah kesehatan. Dimana, kapan, dan siapa yang terkena? | Studi menunjukkan kasus demam berdarah dengue (DBD) lebih banyak terjadi di daerah perkotaan (tempat), pada musim hujan (waktu), dan pada anak-anak usia 5-15 tahun (orang). |
| Determinan | Faktor atau penyebab yang memengaruhi frekuensi dan pola masalah kesehatan. Mengapa dan bagaimana hal itu terjadi? | Faktor risiko hipertensi termasuk pola makan tinggi garam, kurang aktivitas fisik, dan riwayat keluarga. |
| Keadaan atau Kejadian yang Berkaitan dengan Kesehatan | Penyakit, wabah, cedera, kematian, serta perilaku yang berhubungan dengan kesehatan. | Wabah COVID-19, kasus cedera akibat kecelakaan lalu lintas, dan tingkat imunisasi anak. |
| Populasi Tertentu | Kelompok individu dengan karakteristik yang sama, seperti tempat tinggal, usia, atau pekerjaan. | Populasi mahasiswa di sebuah universitas, atau populasi lansia di suatu panti jompo. |
| Penerapan | Penggunaan pengetahuan epidemiologi untuk mengendalikan masalah kesehatan | Pengembangan vaksin, implementasi program imunisasi, atau kampanye edukasi tentang |

| | | |
|--|-----------------------------|-----------------|
| | melalui program intervensi. | bahaya merokok. |
|--|-----------------------------|-----------------|

B. IDENTIFIKASI KELOMPOK RISIKO TINGGI SUATU PENYAKIT

Identifikasi kelompok risiko tinggi adalah salah satu fungsi utama epidemiologi. Kelompok risiko tinggi adalah sub-populasi yang memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengembangkan suatu penyakit atau masalah kesehatan dibandingkan populasi umum. Identifikasi ini penting untuk:

1. Targeting Intervensi: Memfokuskan sumber daya kesehatan yang terbatas pada kelompok yang paling membutuhkan.
2. Memahami Etiologi: Menemukan faktor-faktor risiko yang berkontribusi pada penyakit.
3. Pencegahan Primer: Mengambil langkah-langkah untuk mencegah penyakit sebelum terjadi.

Proses Identifikasi Kelompok Risiko Tinggi

1. Studi Deskriptif: Mengumpulkan dan menganalisis data berdasarkan orang, tempat, dan waktu (Person, Place, Time).
 - Orang: Siapa yang terkena? (Usia, jenis kelamin, ras, pekerjaan, status sosial ekonomi).
 - Tempat: Di mana kasus terjadi? (Geografis, perkotaan/pedesaan, lingkungan kerja).
 - Waktu: Kapan kasus terjadi? (Tren musiman, siklus tahunan, tren jangka panjang).

Contoh Kasus: Di Indonesia, epidemiologi menunjukkan bahwa kasus TBC lebih banyak ditemukan di daerah padat penduduk, pada kelompok usia produktif dengan status sosial ekonomi rendah. Analisis ini membantu Puskesmas menargetkan program screening dan pengobatan ke kelompok tersebut.

2. Studi Analitik: Setelah pola distribusi diidentifikasi, studi analitik (seperti studi kasus-kontrol atau kohort) digunakan untuk menguji hipotesis tentang hubungan antara faktor risiko (determinan) dan penyakit.

Contoh: Studi kohort dilakukan pada perokok dan non-perokok untuk melihat insidensi kanker paru-paru. Hasilnya menunjukkan bahwa perokok memiliki risiko berkali-kali lipat lebih tinggi. Dengan demikian, perokok adalah kelompok risiko tinggi untuk kanker paru-paru.

C. Tujuan Penelitian Epidemiologis

Tujuan utama dari penelitian epidemiologis tidak hanya untuk mendeskripsikan masalah, tetapi juga untuk menggunakannya sebagai dasar pengambilan keputusan dalam kesehatan masyarakat. Berikut adalah enam tujuan utama:

1. Mengidentifikasi Etiologi (Penyebab) Penyakit dan Faktor Risiko: Memahami bagaimana penyakit dimulai dan faktor apa yang mempengaruhinya. Contoh: Studi epidemiologi membuktikan hubungan antara virus HIV dan AIDS.
2. Menentukan Luasnya Masalah Kesehatan di Populasi: Mengukur frekuensi (insidensi, prevalensi) dan pola penyakit. Contoh: Survei Kesehatan Dasar (Riskesdas) di Indonesia secara berkala mengukur prevalensi berbagai penyakit seperti diabetes melitus dan hipertensi di seluruh provinsi.
3. Mempelajari Sejarah Alamiah Penyakit: Memahami perjalanan penyakit dari paparan hingga pemulihan, kecacatan, atau kematian. Contoh: Epidemiologi dapat melacak perkembangan penyakit malaria dari gigitan nyamuk hingga manifestasi klinis dan komplikasi.
4. Menilai Efektivitas Program Intervensi dan Pelayanan Kesehatan: Mengevaluasi apakah program seperti imunisasi, skrining, atau kampanye edukasi berhasil. Contoh: Studi epidemiologi di Indonesia menilai dampak program imunisasi campak dalam menurunkan angka kasus campak pada anak-anak.

5. Memberikan Dasar untuk Pengembangan Kebijakan Kesehatan Masyarakat: Menyediakan data yang kuat untuk merancang kebijakan yang berfokus pada pencegahan dan promosi kesehatan. Contoh: Data epidemiologi tentang tingginya angka merokok pada remaja digunakan sebagai dasar untuk kebijakan larangan merokok di area sekolah dan peningkatan cukai rokok.
6. Memprediksi dan Memantau Tren Penyakit: Menggunakan data historis untuk memprediksi wabah di masa depan dan mempersiapkan sistem kesehatan. Contoh: Pemodelan epidemiologi digunakan untuk memprediksi puncak kasus COVID-19 di suatu wilayah, memungkinkan pemerintah menyiapkan tempat tidur rumah sakit dan tenaga kesehatan.

D. Alasan Penggunaan Metode Epidemiologis

Metode epidemiologi sangat penting dan digunakan karena alasan-alasan berikut:

1. Pendekatan Berbasis Populasi: Berbeda dengan praktik klinis yang fokus pada individu, epidemiologi mengamati kesehatan dari perspektif populasi. Ini memungkinkan identifikasi tren yang tidak terlihat pada tingkat individu.
2. Pengambilan Keputusan Berbasis Bukti (Evidence-Based): Metode epidemiologi menyediakan data yang objektif dan terukur untuk mendukung keputusan kesehatan masyarakat. Tanpa bukti ini, program kesehatan hanya akan didasarkan pada asumsi, yang bisa jadi tidak efektif atau bahkan berbahaya.
3. Efisiensi Sumber Daya: Dengan mengidentifikasi kelompok risiko tinggi dan faktor determinan, sumber daya yang terbatas dapat dialokasikan secara efisien. Daripada melakukan screening massal yang mahal, fokus bisa diarahkan pada kelompok yang paling membutuhkan.
4. Memahami Kompleksitas Kesehatan: Masalah kesehatan seringkali multifaktorial. Epidemiologi memungkinkan analisis interaksi antara berbagai faktor (genetik,

lingkungan, sosial) yang berkontribusi pada penyakit. Contoh: Kanker serviks tidak hanya disebabkan oleh virus HPV, tetapi juga dipengaruhi oleh akses ke pelayanan kesehatan, status sosial ekonomi, dan edukasi.

E. Epidemiologi dan Praktik Klinis

Meskipun berbeda fokus, epidemiologi dan praktik klinis saling melengkapi.

Praktik Klinis: Fokus pada diagnosis, pengobatan, dan prognosis individu. Dokter menggunakan pengetahuan tentang penyakit (yang sering kali berasal dari penelitian epidemiologi) untuk merawat pasien.

Epidemiologi: Fokus pada distribusi, determinan, dan pencegahan penyakit di populasi. Epidemiolog menggunakan data populasi untuk memahami penyakit dan merancang intervensi yang bermanfaat bagi banyak orang.

Tabel 2: Perbedaan dan Hubungan Antara Epidemiologi dan Praktik Klinis

| Aspek | Epidemiologi | Praktik Klinis |
|-------------------------|---|--|
| Unit Analisis | Populasi atau kelompok individu | Pasien individu |
| Tujuan Utama | Mencegah dan mengendalikan penyakit di masyarakat | Mendeteksi dan mengobati penyakit pada individu |
| Pertanyaan Kunci | Apa penyebab wabah ini? Siapa yang berisiko? | Apa diagnosis pasien ini? Apa pengobatan terbaik untuknya? |
| Penggunaan Data | Data statistik, survei, laporan penyakit | Riwayat pasien, hasil laboratorium, pemeriksaan fisik |
| Hubungan | Epidemiologi menyediakan data dan | Dokter melaporkan kasus penyakit |

| | | |
|--|--|--|
| | bukti untuk mendukung keputusan klinis, seperti pedoman pengobatan dan rekomendasi skrining. | (misalnya, penyakit menular) yang menjadi data penting bagi epidemiologi untuk pemantauan dan investigasi wabah. |
|--|--|--|

F. Pencegahan Penyakit

Pencegahan penyakit adalah tujuan akhir dari epidemiologi. Epidemiologi menyediakan landasan ilmiah untuk setiap tingkatan pencegahan.

1. Pencegahan Primer: Bertujuan untuk mencegah penyakit sebelum terjadi. Fokus pada pengurangan paparan terhadap faktor risiko atau peningkatan resistensi terhadap penyakit.

Contoh: Kampanye physical distancing dan penggunaan masker saat pandemi COVID-19, program imunisasi massal untuk mencegah campak, dan promosi gizi seimbang untuk mencegah stunting pada anak.

2. Pencegahan Sekunder: Bertujuan untuk mendeteksi dan mengobati penyakit pada tahap awal sebelum gejala klinis muncul, sehingga dapat mencegah perkembangan penyakit.

Contoh: Program skrining kanker serviks menggunakan tes Pap smear atau IVA di puskesmas, dan skrining rutin tekanan darah pada orang dewasa untuk deteksi dini hipertensi.

3. Pencegahan Tersier: Bertujuan untuk mengurangi komplikasi dan disabilitas setelah penyakit berkembang. Fokus pada rehabilitasi dan manajemen penyakit kronis.

Contoh: Program rehabilitasi bagi pasien pasca-stroke untuk mengembalikan fungsi motorik, dan program edukasi bagi penderita diabetes untuk mengelola gula darah dan mencegah amputasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Mausner, J. S., & Kramer, S. (1985). *Epidemiology: An Introductory Text*. W.B. Saunders Company.
- Lilienfeld, A. M. (1980). *Foundations of Epidemiology*. Oxford University Press.
- Rothman, K. J. (1986). *Modern Epidemiology*. Little, Brown.
- Gordis, L. (2014). *Epidemiology* (5th ed.). Elsevier.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Principles of Epidemiology in Public Health Practice*. 3rd ed.
- Murti, B. (2017). *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Edisi Ke-2. Gadjah Mada University Press.
- Susilo, A., et al. (2020). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Tinjauan Literatur Terkini*. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*.

LATIHAN SOAL

1. Epidemiologi secara harfiah berarti...
 - a. Ilmu tentang wabah penyakit
 - b. Ilmu yang mempelajari apa yang terjadi pada populasi
 - c. Studi tentang penyakit menular saja
 - d. Ilmu yang mempelajari pengobatan individu
 - e. Studi tentang virus dan bakteri

Jawaban: b

2. Komponen kunci epidemiologi yang menjelaskan "mengapa dan bagaimana suatu penyakit terjadi" adalah...
 - a. Distribusi
 - b. Determinan
 - c. Populasi
 - d. Penerapan
 - e. Frekuensi

Jawaban: b

3. Tujuan utama epidemiologi yang terkait dengan evaluasi program imunisasi termasuk ke dalam...
 - a. Mempelajari sejarah alami penyakit
 - b. Memprediksi tren penyakit
 - c. Menilai efektivitas program intervensi
 - d. Mengidentifikasi etiologi penyakit
 - e. Menentukan luas masalah kesehatan

Jawaban: c

4. Studi epidemiologi yang mengamati insidensi kanker paru-paru pada perokok dan non-perokok disebut...
 - a. Studi deskriptif
 - b. Studi kohort
 - c. Studi eksperimen
 - d. Studi survei

e. Studi kualitatif

Jawaban: b

5. Identifikasi kelompok risiko tinggi dalam epidemiologi penting untuk...
- a. Menentukan diagnosis penyakit individu
 - b. Memfokuskan intervensi kesehatan pada yang membutuhkan
 - c. Menilai hasil pengobatan klinis
 - d. Mengurangi biaya rumah sakit
 - e. Memprediksi efek samping obat

Jawaban: b

BAB

2

KONSEP EPIDEMIOLOGI TRANSMISI PENYAKIT: PENYELIDIKAN PADA WABAH

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mahasiswa mampu mendefinisikan epidemiologi dan jelaskan tujuannya
2. Mahasiswa mampu mendiskusikan komponen-komponen kunci epidemiologi (populasi dan frekuensi, distribusi, determinan, dan pengendalian penyakit)

A. Pendahuluan

Konsep multiple causation atau penyebab majemuk adalah prinsip fundamental dalam epidemiologi modern. Prinsip ini menyatakan bahwa sebagian besar penyakit tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan oleh interaksi kompleks dari berbagai faktor yang membentuk "jaring penyebab" (web of causation). Model ini jauh lebih realistis daripada model satu-ke-satu (satu penyebab, satu penyakit).

Jaring penyebab ini mencakup:

1. Faktor Genetik: Predisposisi genetik seseorang terhadap penyakit tertentu.
2. Faktor Lingkungan: Paparan terhadap polusi, sanitasi yang buruk, atau kualitas air.

3. Faktor Perilaku: Gaya hidup seperti merokok, pola makan, dan kurangnya aktivitas fisik.
4. Faktor Sosial-Ekonomi: Tingkat pendapatan, pendidikan, dan akses ke layanan kesehatan.

Contoh Kasus: Penyakit Jantung Koroner (PJK)

PJK tidak hanya disebabkan oleh satu hal. Ini adalah hasil dari jaring penyebab yang rumit:

1. Faktor Perilaku: Merokok, diet tinggi lemak trans, kurang olahraga.
2. Faktor Biologis: Hipertensi, kolesterol tinggi, diabetes (sebagai akibat dari gaya hidup atau genetik).
3. Faktor Genetik: Riwayat keluarga PJK.
4. Faktor Lingkungan: Stres pekerjaan, polusi udara.

Semua faktor ini berinteraksi untuk meningkatkan risiko seseorang terkena PJK.

B. KONSEP-KONSEP EPIDEMIOLOGIS: PENYEBARAN PENYAKIT

Untuk memahami dan mengendalikan penyebaran penyakit, epidemiologi menggunakan model rantai infeksi (chain of infection). Model ini menjelaskan serangkaian langkah yang diperlukan agar suatu penyakit menular dapat menyebar dari satu organisme ke organisme lain. Memutus salah satu mata rantai ini adalah kunci untuk mengendalikan wabah.

Tabel 1: Komponen Rantai Infeksi

| Komponen | Deskripsi | Contoh |
|-----------------|--|--------------------------------|
| 1. Agen Infeksi | Mikroorganisme yang menyebabkan penyakit (misalnya virus, bakteri, jamur). | Virus SARS-CoV-2. |
| 2. Reservoir | Habitat alami tempat agen | Manusia yang terinfeksi COVID- |

| | | |
|--|---|--|
| | hidup, tumbuh, dan bereproduksi (manusia, hewan, lingkungan). | 19, nyamuk <i>Anopheles</i> untuk malaria. |
| 3. Pintu Keluar (<i>Portal of Exit</i>) | Jalur keluarnya agen dari reservoir (saluran pernapasan, saluran kemih, luka terbuka). | Tetes air liur saat batuk atau bersin pada pasien TBC. |
| 4. Cara Penularan (<i>Mode of Transmission</i>) | Cara agen berpindah dari reservoir ke host rentan. | Melalui udara, kontak langsung, atau vektor (nyamuk). |
| 5. Pintu Masuk (<i>Portal of Entry</i>) | Jalur masuknya agen ke host baru (saluran pernapasan, saluran pencernaan, kulit yang tidak utuh). | Menghirup virus influenza melalui hidung atau mulut. |
| 6. Host Rentan (<i>Susceptible Host</i>) | Individu yang kekurangan kekebalan atau resistensi untuk mencegah infeksi. | Seseorang yang belum divaksinasi campak. |

C. Agent, Host, Lingkungan

Model trias epidemiologi ini adalah kerangka dasar untuk memahami interaksi kompleks dalam terjadinya penyakit. Sebuah penyakit akan terjadi hanya jika ketiga elemen ini berada dalam keadaan yang mendukung.

1. Agent (Agen)

Agen adalah faktor yang kehadirannya (atau ketiadaannya) penting untuk terjadinya penyakit. Agen dapat diklasifikasikan sebagai:

Agen Biologis: Bakteri, virus, jamur, parasit (e.g., *Mycobacterium tuberculosis* penyebab TBC).

Agen Kimia: Pestisida, alergen, zat beracun (e.g., timbal dalam cat).

Agen Fisik: Radiasi, panas, kebisingan, trauma (e.g., cedera akibat kecelakaan kerja).

Agen Nutrisi: Kekurangan atau kelebihan nutrisi (e.g., kekurangan vitamin A, kelebihan gula).

2. Host (Inang)

Host adalah manusia atau hewan yang mampu terinfeksi oleh agen. Karakteristik host memengaruhi tingkat kerentanan atau resistensinya terhadap penyakit. Faktor-faktor ini meliputi:

Faktor Bawaan: Usia, jenis kelamin, ras, genetik.

Faktor Akuisisi: Status imunisasi, nutrisi, kebiasaan pribadi (merokok, minum alkohol), dan status psikologis.

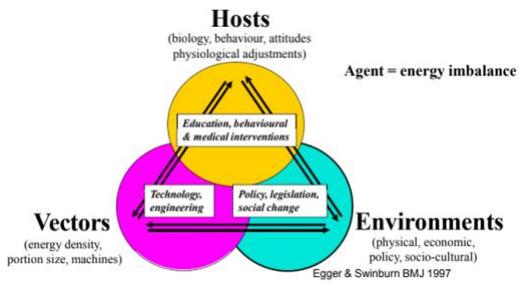
3. Lingkungan (*Environment*)

Lingkungan adalah segala sesuatu di luar host dan agen yang memengaruhi interaksi di antara mereka dan memfasilitasi penularan penyakit. Lingkungan dapat bersifat:

Lingkungan Fisik: Iklim, musim, geografi, air, udara, sanitasi.

Lingkungan Biologis: Flora dan fauna lokal (misalnya, adanya nyamuk *Aedes aegypti* yang membawa virus DBD).

Lingkungan Sosial dan Ekonomi: Tingkat kepadatan penduduk, budaya, kebiasaan, status sosial ekonomi, akses ke layanan kesehatan.



D. CARA-CARA PENYEBARAN PENYAKIT

Penularan penyakit dapat terjadi melalui berbagai cara. Memahami jalur penularan sangat penting untuk merancang strategi pencegahan yang efektif.

1. Transmisi Langsung (Direct Transmission)

Penularan terjadi melalui kontak fisik langsung antara inang yang terinfeksi dan inang yang rentan.

- Kontak Fisik: Penularan melalui sentuhan (misalnya, kudis), ciuman, atau hubungan seksual.
- Droplet Spray: Penularan melalui tetesan air liur dari batuk, bersin, atau berbicara. Tetesan ini hanya menempuh jarak pendek sebelum jatuh (e.g., influenza, COVID-19).

2. Transmisi Tidak Langsung (Indirect Transmission)

Penularan terjadi melalui perantara, baik benda mati maupun makhluk hidup.

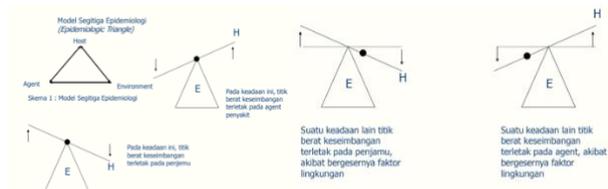
- Vehicle-borne: Penularan melalui objek atau substansi yang terkontaminasi (dikenal sebagai fomit).
Contoh: Penyakit seperti tipus atau kolera yang ditularkan melalui air atau makanan yang terkontaminasi.

- Vector-borne: Penularan melalui vektor hidup, biasanya serangga.

Contoh: Malaria yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*, DBD oleh nyamuk *Aedes aegypti*.

- Airborne: Penularan melalui partikel kecil yang melayang di udara. Partikel ini dapat menempuh jarak jauh dan bertahan lama.

Contoh: Virus campak atau TBC dapat menular melalui udara



E. Endemik, Epidemik, Pandemi

Ketiga istilah ini menggambarkan pola kejadian penyakit dalam suatu populasi dan wilayah geografis.

1. Endemik (Endemic)

Kehadiran penyakit secara terus-menerus pada tingkat yang dapat diprediksi dalam suatu populasi atau area geografis tertentu. Frekuensinya stabil, tidak tiba-tiba meningkat.

Contoh di Indonesia: Malaria di Papua, atau campak di beberapa daerah dengan cakupan imunisasi rendah.

2. Epidemik (Epidemic)

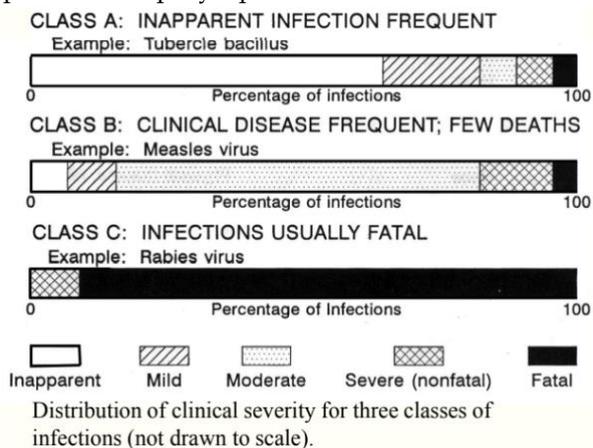
Peningkatan jumlah kasus penyakit secara tiba-tiba dan signifikan melebihi apa yang biasanya diharapkan dalam suatu populasi atau area geografis tertentu.

Contoh di Indonesia: Wabah antraks di Gunungkidul, Yogyakarta pada tahun 2023, atau wabah demam berdarah di suatu kota yang mengalami peningkatan kasus tajam di musim hujan.

3. Pandemi (Pandemic)

Epidemi yang telah menyebar secara global, mencakup beberapa negara atau benua.

Contoh di Dunia: Pandemi COVID-19 (2019-sekarang), atau pandemi flu Spanyol pada tahun 1918.



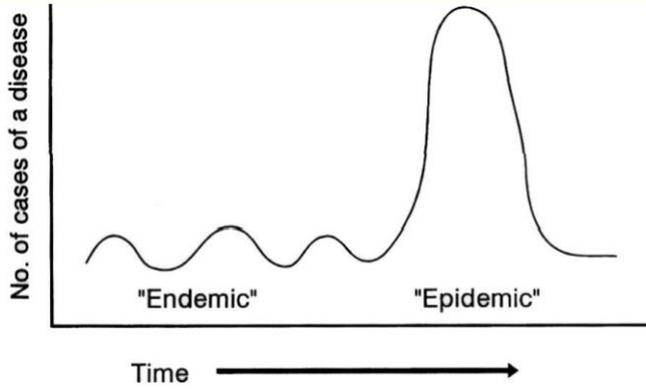


Figure 2-6. "Endemic" vs. "epidemic."

DAFTAR PUSTAKA

- Mausner, J. S., & Kramer, S. (1985). *Epidemiology: An Introductory Text*. W.B. Saunders Company.
- Lilienfeld, A. M. (1980). *Foundations of Epidemiology*. Oxford University Press.
- Rothman, K. J. (1986). *Modern Epidemiology*. Little, Brown.
- Gordis, L. (2014). *Epidemiology* (5th ed.). Elsevier.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Principles of Epidemiology in Public Health Practice*. 3rd ed.
- Murti, B. (2017). *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Edisi Ke-2. Gadjah Mada University Press.
- Susilo, A., et al. (2020). *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Tinjauan Literaturn Terkini*. Jurnal Penyakit Dalam Indonesia.
- Heymann, D. L. (2015). *Control of Communicable Diseases Manual*. 20th ed. American Public Health Association.
- World Health Organization (WHO). *Pandemic and epidemic diseases*.

LATIHAN SOAL

1. Prinsip fundamental epidemiologi modern yang menyatakan penyakit disebabkan oleh interaksi kompleks berbagai faktor disebut...
 - a. Single causation
 - b. Multiple causation
 - c. Direct transmission
 - d. Vector-borne transmission
 - e. Trias epidemiologi

Jawaban: b

2. Dalam model rantai infeksi, faktor yang menjadi habitat alami tempat agen penyakit hidup disebut...
 - a. Agent
 - b. Reservoir
 - c. Host
 - d. Mode of transmission
 - e. Portal of entry

Jawaban: b

3. Contoh agen infeksi biologis adalah...
 - a. Pestisida
 - b. Radiasi
 - c. Mycobacterium tuberculosis
 - d. Timbal dalam cat
 - e. Trauma

Jawaban: c

4. Penularan penyakit yang terjadi melalui percikan tetesan air liur dari batuk dan bersin disebut...
 - a. Vehicle-borne transmission
 - b. Airborne transmission
 - c. Droplet spray transmission
 - d. Vector-borne transmission
 - e. Contact transmission

Jawaban: c

5. Faktor lingkungan yang termasuk dalam model trias epidemiologi meliputi...
 - a. Genetik dan imunisasi

- b. Flora fauna, iklim, dan sanitasi
- c. Status imunisasi dan nutrisi
- d. Agen kimia dan fisik
- e. Usia dan jenis kelamin

Jawaban: b

6. Penyakit yang terjadi secara terus-menerus dan dengan frekuensi stabil dalam suatu wilayah disebut...
- a. Epidemik
 - b. Pandemi
 - c. Endemik
 - d. Sporadik
 - e. Outbreak

Jawaban: c

7. Contoh penularan tidak langsung yang menggunakan vektor hidup adalah...
- a. Malaria melalui nyamuk Anopheles
 - b. Influenza melalui batuk dan bersin
 - c. Campak lewat udara
 - d. Penularan kudis melalui sentuhan
 - e. Infeksi TBC oleh droplet

Jawaban: a

8. Model trias epidemiologi terdiri dari tiga elemen yaitu...
- a. Agent, virus, dan bacteria
 - b. Agent, host, dan environment
 - c. Host, reservoir, dan mode of transmission
 - d. Environment, portal of entry, dan agent
 - e. Vector, agent, dan host

Jawaban: b

9. Wabah penyakit yang menyebar di beberapa negara dan benua disebut...
- a. Endemik
 - b. Episodik
 - c. Epidemik
 - d. Pandemi
 - e. Sporadik

Jawaban: d

10. Portal of exit dalam rantai infeksi contohnya adalah...
- a. Mulut dan hidung saat batuk
 - b. Kulit yang tidak utuh
 - c. Saluran pencernaan
 - d. Perantara objek mati
 - e. Hewan vektor

Jawaban: a

BAB 3

INSIDENSI DAN PREVALENSI: INDEKS MORBIDITAS DAN MORTALITAS

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mampu menjelaskan aspek-aspek utama dalam mengukur kemunculan penyakit.
2. Mampu mendefinisikan dan bedakan antara insidensi kumulatif, laju insidensi, dan prevalensi.

A. PENDAHULUAN

Dalam epidemiologi, pemahaman tentang insidensi dan prevalensi adalah kunci untuk mengukur dan menggambarkan kesehatan suatu populasi. Kedua konsep ini berfungsi sebagai indeks morbiditas (angka penyakit) dan mortalitas (angka kematian) yang vital, memberikan gambaran kuantitatif mengenai beban penyakit. Insidensi mengukur seberapa sering kasus penyakit baru muncul dalam suatu periode waktu, sementara prevalensi mengukur jumlah total kasus yang ada pada waktu tertentu. Dengan membedah kedua metrik ini, para profesional kesehatan dapat melacak tren penyakit, mengevaluasi efektivitas intervensi kesehatan masyarakat, dan mengidentifikasi populasi yang paling berisiko.

B. PRINSIP-PRINSIP EPIDEMIOLOGI MENGUKUR KESAKITAN DAN KEMATIAN

Epidemiologi adalah ilmu yang berfokus pada pengukuran kesehatan populasi. Untuk memahami status kesehatan suatu

komunitas, epidemiolog harus mampu mengukur dua indikator utama: morbiditas (kesakitan) dan mortalitas (kematian). Pengukuran ini sangat penting karena:

1. Menentukan Beban Penyakit: Mengukur seberapa besar masalah kesehatan yang dihadapi populasi.
2. Mengidentifikasi Kelompok Berisiko: Menemukan subkelompok yang paling rentan terhadap penyakit.
3. Evaluasi Intervensi: Menilai efektivitas program pencegahan dan pengobatan.
4. Perencanaan Pelayanan Kesehatan: Mengalokasikan sumber daya secara efisien.

C. SEJARAH ALAMIAH PENYAKIT

Konsep **sejarah alamiah penyakit** menggambarkan perjalanan penyakit pada individu tanpa intervensi medis. Memahami konsep ini sangat esensial karena epidemiologi bertujuan untuk melakukan intervensi pada tahap-tahap yang berbeda dalam perjalanan penyakit tersebut. Sejarah alamiah penyakit terbagi menjadi dua fase utama:

1. **Fase Pre-Patogenesis:** Periode sebelum penyakit muncul, di mana faktor-faktor risiko (agent, host, environment) berinteraksi.

Pencegahan Primer: Bertujuan untuk mencegah paparan atau mengurangi kerentanan pada fase ini, seperti imunisasi atau promosi gaya hidup sehat.

2. **Fase Patogenesis:** Periode sejak penyakit mulai berkembang hingga pemulihan, kecacatan, atau kematian.

Pencegahan Sekunder: Bertujuan untuk deteksi dini dan pengobatan segera pada fase awal patogenesis (e.g., *skrining* kanker).

Pencegahan Tersier: Bertujuan untuk membatasi disabilitas dan mempercepat rehabilitasi pada fase akhir patogenesis (e.g., terapi fisik untuk pasien stroke).

D. INSIDENSI (DEFINISI DAN MACAM-MACAMNYA)

Insidensi adalah ukuran frekuensi kasus penyakit baru yang muncul dalam populasi yang berisiko selama periode waktu tertentu. Insidensi menjawab pertanyaan: "Seberapa cepat penyakit baru muncul?"

Ada dua jenis utama insidensi:

1. Incidence Rate (Laju Insidensi)

Laju insidensi mengukur seberapa cepat penyakit menyebar di populasi. Ini adalah ukuran yang paling akurat karena memperhitungkan total waktu risiko yang dialami oleh populasi (person-time).

Rumus:

$$\text{Laju Insidensi} = \frac{\text{Jumlah kasus baru dalam periode waktu}}{\text{Jumlah orang-waktu berisiko dalam periode yang sama}}$$

Contoh: Studi pada 10.000 penduduk berisiko di Jakarta Selatan selama 2 tahun menemukan 200 kasus baru demam berdarah. Total person-time adalah 20.000 orang-tahun.

$$\text{Laju Insidensi} = \frac{200}{20.000} = 0,01 \text{ kasus per orang-tahun}$$

Ini berarti ada 1 kasus baru per 100 orang per tahun.

2. Cumulative Incidence (Insidensi Kumulatif)

Insidensi kumulatif, juga dikenal sebagai risiko, adalah probabilitas atau risiko seseorang untuk mengembangkan penyakit selama periode waktu tertentu. Ini tidak memperhitungkan person-time dan mengasumsikan seluruh populasi berisiko dari awal hingga akhir periode.

Rumus:

$$\text{Insidensi Kumulatif} = \frac{\text{Jumlah kasus baru selama periode}}{\text{Jumlah populasi berisiko pada awal periode}}$$

Contoh: Pada 1 Januari 2023, ada 1000 mahasiswa di asrama yang bebas influenza. Selama Januari, 50 mahasiswa sakit influenza.

$$\text{Insidensi Kumulatif} = \frac{50}{1000} = 0,05 \text{ atau } 5\%$$

Risiko mahasiswa terkena influenza di bulan Januari adalah 5%.

E. PREVALENSI (DEFINISI DAN MACAM-MACAMNYA)

Prevalensi adalah proporsi individu dalam suatu populasi yang memiliki penyakit pada titik waktu tertentu. Prevalensi menjawab pertanyaan: "Berapa banyak kasus yang ada saat ini?" Prevalensi mengukur beban penyakit secara keseluruhan, baik kasus baru maupun lama. Ada dua jenis prevalensi:

1. Point Prevalence (Prevalensi Titik)

Proporsi populasi yang memiliki penyakit pada satu titik waktu spesifik.

Rumus:

$$\text{Prevalensi Titik} = \frac{\text{Jumlah kasus (baru + lama) pada waktu tertentu}}{\text{Total populasi pada waktu yang sama}} \times 10^n$$

- **Pembilang:** Jumlah semua kasus penyakit yang ada, baik yang lama maupun yang baru, pada satu tanggal atau momen spesifik.
- **Penyebut:** Jumlah total populasi yang diamati pada tanggal atau momen yang sama.
- 10^n : Faktor pengali (misalnya 100, 1000, atau 100.000) untuk menyatakan hasil dalam bentuk persentase atau per seribu/ratus ribu penduduk.

Contoh: Pada tanggal 10 April 2023, ada 500 kasus aktif COVID-19 di kota Surabaya. Total populasi saat itu adalah 3 juta orang.

$$\text{Prevalensi Titik} = \frac{500}{3.000.000} = 0,000167 \text{ (atau 17 kasus per 100.000 penduduk)}$$

Ini berarti sekitar 17 orang per 100.000 populasi memiliki kasus COVID-19 aktif pada tanggal tersebut.

2. Period Prevalence (Prevalensi Periode)

Proporsi populasi yang memiliki penyakit pada periode waktu yang lebih panjang (misalnya, satu tahun). Ini mencakup kasus yang ada di awal periode dan kasus baru yang muncul selama periode tersebut.

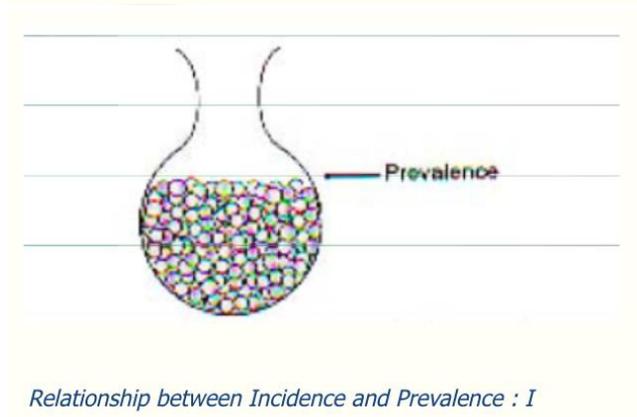
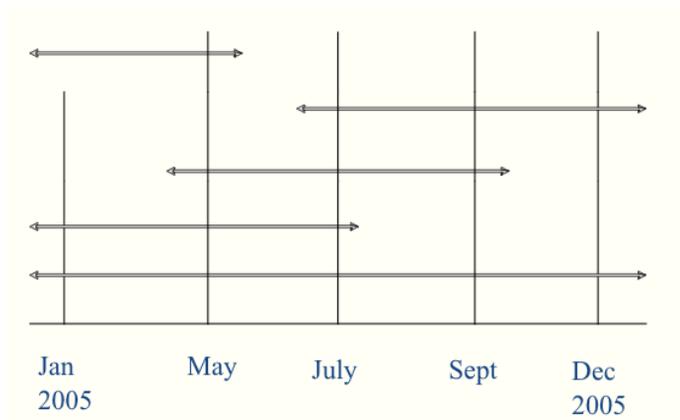
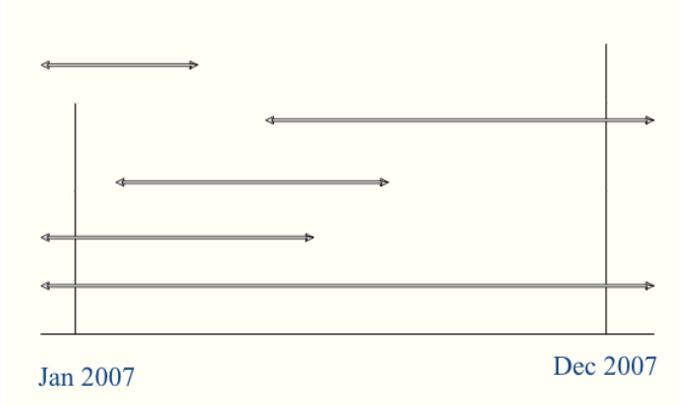
Rumus:

$$\text{Prevalensi Periode} = \frac{\text{Jumlah kasus (lama + baru) selama periode}}{\text{Populasi rata-rata/saat tengah periode}} \times 10^n$$

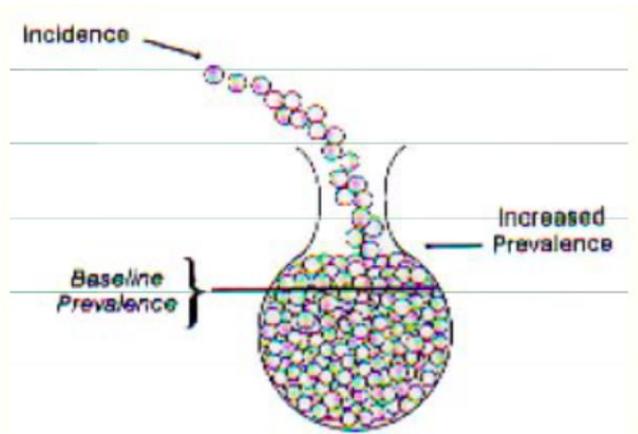
- **Pembilang:** Jumlah semua kasus penyakit yang ada di awal periode ditambah semua kasus baru yang terjadi sepanjang periode tersebut.
- **Penyebut:** Umumnya menggunakan jumlah populasi pada pertengahan periode untuk mendapatkan perkiraan yang lebih representatif.
- 10^n : Faktor pengali yang sama

Contoh: Menurut Riskesdas (Survei Kesehatan Dasar) tahun 2018, prevalensi hipertensi di Indonesia adalah 34.1%. Angka ini adalah prevalensi periode yang mencakup kasus yang didiagnosis pada tahun tersebut.

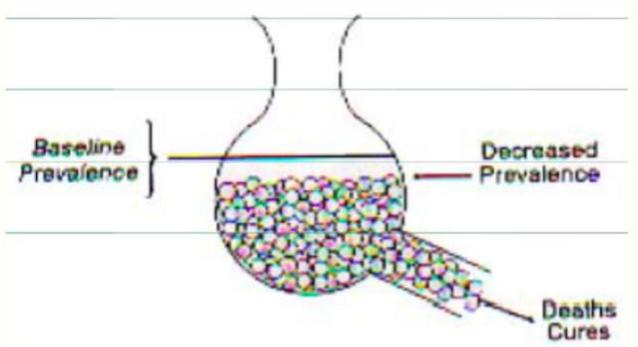
F. DIAGRAM INSIDENSI DAN PREVALENSI



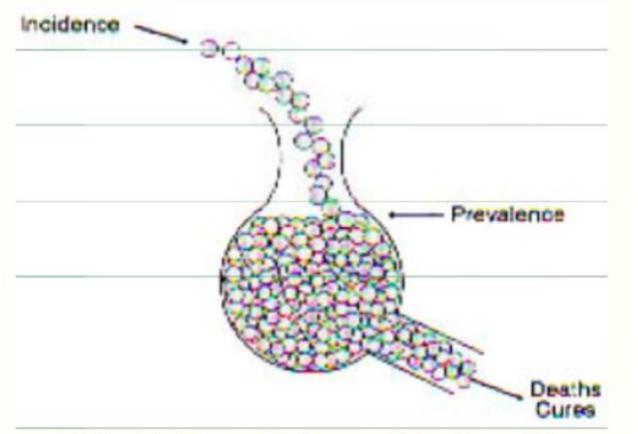
Relationship between Incidence and Prevalence : I



Relationship between Incidence and Prevalence : II



Relationship between Incidence and Prevalence : III



Relationship between Incidence and Prevalence : IV

G. HUBUNGAN ANTARA INSIDENSI DAN PREVALENSI

Secara umum, prevalensi suatu penyakit tergantung pada insidensi dan durasi penyakit. Jika penyakit memiliki durasi yang stabil, hubungannya dapat diekspresikan sebagai:

1. **Penyakit dengan Durasi Pendek:** Jika suatu penyakit memiliki insidensi tinggi tetapi durasi sangat pendek (misalnya, influenza), maka prevalensinya akan rendah karena kasus cepat sembuh.
2. **Penyakit Kronis dengan Durasi Panjang:** Jika suatu penyakit memiliki insidensi rendah tetapi durasinya sangat panjang (misalnya, diabetes atau hipertensi), prevalensinya bisa sangat tinggi karena kasus lama terus menumpuk di populasi.

Contoh: di Indonesia, insidensi kasus TBC relatif stabil, tetapi karena pengobatan membutuhkan waktu lama dan sebagian pasien kronis, prevalensi TBC tetap tinggi.

H. SUMBER-SUMBER DATA MORBIDITAS

Data morbiditas dapat diperoleh dari berbagai sumber, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya:

1. Sistem Pelaporan Penyakit: Data rutin dari Puskesmas, klinik, dan rumah sakit (misalnya, laporan kasus penyakit menular).
2. Survei Kesehatan Populasi: Contohnya adalah Survei Kesehatan Dasar (Riskesdas) yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan RI, yang mengumpulkan data prevalensi berbagai penyakit non-menular.
3. Catatan Medis Rumah Sakit dan Rekam Medis Elektronik: Data pasien rawat inap, rawat jalan, dan prosedur.
4. Registrasi Penyakit: Sistem yang dirancang untuk mengumpulkan data tentang penyakit tertentu (misalnya, Registrasi Kanker).
5. Data Asuransi Kesehatan: Informasi dari klaim asuransi dapat memberikan gambaran tentang morbiditas di populasi tertentu.

I. KETERBATASAN DATA RUMAH SAKIT

Data rumah sakit, meskipun berharga, memiliki beberapa keterbatasan signifikan:

1. **Data Terpilih:** Hanya mencakup kasus yang cukup parah untuk dirawat di rumah sakit. Kasus ringan yang dirawat di rumah atau Puskesmas tidak akan terwakili.
2. **Bias Rujukan (*Referral Bias*):** Rumah sakit tersier mungkin memiliki proporsi kasus yang lebih parah atau rumit dibandingkan rumah sakit primer, sehingga tidak mencerminkan populasi umum.
3. **Fokus pada Administrasi:** Data rekam medis seringkali dibuat untuk keperluan tagihan atau administrasi, bukan untuk tujuan penelitian, sehingga bisa kurang akurat atau lengkap.
4. **Populasi Terpilih:** Pasien yang dirawat di rumah sakit tidak

mewakili populasi umum.

J. SUMBER SUMBER KEKELIRUAN YANG MUNGKIN DARI WAWANCARA

Wawancara adalah metode umum untuk mengumpulkan data, namun rentan terhadap kekeliruan:

1. Recall Bias (Bias Mengingat): Responden mungkin kesulitan mengingat informasi di masa lalu, terutama mengenai penyakit atau paparan yang terjadi bertahun-tahun sebelumnya.
2. Social Desirability Bias (Bias Keinginan Sosial): Responden cenderung memberikan jawaban yang mereka anggap "paling baik" atau "paling dapat diterima secara sosial" (e.g., melaporkan tidak merokok meskipun sebenarnya merokok).
3. Interviewer Bias (Bias Pewawancara): Pewawancara dapat secara tidak sengaja memengaruhi jawaban responden melalui nada suara, bahasa tubuh, atau cara pertanyaan diajukan.
4. Non-Response Bias: Individu yang menolak untuk berpartisipasi dalam wawancara mungkin memiliki karakteristik yang berbeda dari yang berpartisipasi, sehingga hasil tidak representatif.

DAFTAR PUSTAKA

Hadi, H. (2023). *Epidemiologi: Konsep dan Aplikasi dalam Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Penerbit Kesehatan Nusantara

Gordis, L. (2014). *Epidemiology*. 5th Edition. Philadelphia: Elsevier Saunders.

Rothman, K.J., Greenland, S., & Lash, T.L. (2008). *Modern Epidemiology*. 3rd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Friis, R.H., & Sellers, T.A. (2020). *Epidemiology for Public Health Practice*. 6th Edition. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.

World Health Organization. (2020). *Epidemiology and Demography*. WHO Press.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Hasil Survei Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Jakarta: Kemenkes RI.

Last, J.M. (2001). *A Dictionary of Epidemiology*. 4th Edition. New York: Oxford University Press.

Porta, M. (Ed.). (2014). *A Dictionary of Epidemiology*. 6th Edition. New York: Oxford University Press.

Bhopal, R.S. (2008). *Concepts of Epidemiology: Integrating the Ideas, Theories, Principles and Methods of Epidemiology*. 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press.

Gordis, L. (2013). *Epidemiology*. 4th Edition. Philadelphia: Saunders.

LATIHAN SOAL

1. Insidensi menggambarkan...
 - a. Jumlah total kasus penyakit pada suatu waktu tertentu
 - b. Frekuensi kemunculan kasus penyakit baru dalam periode waktu tertentu
 - c. Jumlah kematian akibat penyakit dalam satu tahun
 - d. Proporsi populasi yang memiliki penyakit lama
 - e. Risiko kematian dalam populasiJawaban: b
2. Manakah yang termasuk jenis insidensi yang memperhitungkan waktu risiko yang dijalani oleh

populasi?

- a. Insidensi kumulatif
- b. Laju insidensi (incidence rate)
- c. Prevalensi titik
- d. Prevalensi periode
- e. Mortalitas

Jawaban: b

3. Insidensi kumulatif adalah...
- a. Rasio kasus baru terhadap person-time
 - b. Probabilitas seorang individu mengembangkan penyakit selama periode tertentu
 - c. Jumlah kasus lama pada suatu titik waktu
 - d. Prevalensi suatu penyakit dalam populasi
 - e. Data kematian akibat penyakit tertentu

Jawaban: b

4. Prevalensi titik diukur dengan...
- a. Menghitung jumlah kasus baru dalam satu tahun
 - b. Menghitung proporsi kasus lama dan baru pada satu titik waktu
 - c. Menghitung risiko kematian dalam populasi
 - d. Menganalisis total populasi dalam periode tertentu
 - e. Melacak kasus baru selama masa wabah

Jawaban: b

5. Perbedaan utama antara insidensi dan prevalensi adalah...
- a. Insidensi hanya mengukur kasus lama, prevalensi kasus baru
 - b. Insidensi mengukur kasus baru, prevalensi mengukur total kasus (baru dan lama)
 - c. Insidensi mengukur kematian, prevalensi mengukur kesakitan
 - d. Insidensi memperhitungkan populasi, prevalensi hanya pasien
 - e. Insidensi dan prevalensi tidak ada bedanya

Jawaban: b

6. Jika suatu penyakit memiliki insidensi tinggi tetapi durasi penyakit sangat pendek, maka prevalensinya cenderung...
- a. Tinggi

- b. Rendah
- c. Stabil
- d. Tidak bisa diprediksi
- e. Sama dengan insidensi

Jawaban: b

7. Contoh sumber data morbiditas yang paling sering digunakan adalah...
- a. Data survei populasi dan laporan rumah sakit
 - b. Data keuangan rumah sakit
 - c. Statistik ekonomi nasional
 - d. Data laporan cuaca
 - e. Data pemilu

Jawaban: a

8. Bias yang dapat terjadi karena responden sulit mengingat kejadian penyakit lama disebut...
- a. Recall bias
 - b. Social desirability bias
 - c. Selection bias
 - d. Interviewer bias
 - e. Non-response bias

Jawaban: a

9. Laju insidensi dihitung dengan rumus...
- a. Jumlah kasus baru dibagi total populasi pada awal periode
 - b. Jumlah kasus baru dibagi total orang-waktu risiko
 - c. Jumlah kasus lama dan baru dibagi total populasi
 - d. Jumlah kematian dibagi populasi yang sakit
 - e. Jumlah kasus baru dikalikan waktu pengamatan

Jawaban: b

10. Prevalensi periode mengukur...
- a. Proporsi kasus aktif pada satu titik waktu
 - b. Proporsi semua kasus lama dan baru selama periode tertentu
 - c. Jumlah kematian selama periode tertentu
 - d. Risiko individu terkena penyakit
 - e. Laju penyebaran penyakit

Jawaban: b

BAB 4

PENGGUNAAN INDEKS MORBIDITAS DAN MORTALITAS DALAM STUDI WABAH

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Dapat menjelaskan hubungan matematis antara ukuran-ukuran frekuensi penyakit.
2. Dapat memberikan contoh-contoh ukuran frekuensi penyakit yang umum digunakan dalam kesehatan masyarakat.

A. PENDAHULUAN

Studi epidemiologi tentang wabah penyakit merupakan pilar utama dalam kesehatan masyarakat, dan salah satu elemen terpentingnya adalah penggunaan indeks morbiditas dan mortalitas. Indeks-indeks ini tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif tentang frekuensi dan keparahan penyakit, tetapi juga menjadi alat vital untuk memahami dinamika penyebaran wabah. Morbiditas mengacu pada angka penyakit (misalnya, jumlah kasus baru atau total kasus), sementara mortalitas mengacu pada angka kematian akibat penyakit tersebut. Dengan menganalisis kedua indeks ini, para ahli epidemiologi dapat melacak jejak wabah, mengidentifikasi populasi yang paling rentan, dan mengukur efektivitas respons kesehatan yang diterapkan.

Pemanfaatan indeks morbiditas dan mortalitas dalam studi wabah memungkinkan pengambilan keputusan yang berbasis bukti. Misalnya, insidensi yang tinggi dapat mengindikasikan penyebaran yang cepat, sementara rasio kasus-kematian (case-

fatality ratio) yang tinggi menunjukkan tingkat keparahan penyakit yang parah. Informasi ini sangat krusial untuk mengalokasikan sumber daya, merancang intervensi yang tepat, dan memprediksi arah wabah di masa depan. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang indeks-indeks ini adalah fondasi yang tak terpisahkan dalam upaya kita untuk mengendalikan dan memitigasi dampak dari suatu wabah.

B. KARAKTERISTIK INSIDENSI DAN PREVALENSI

Untuk memahami dan mengendalikan wabah, seorang epidemiolog harus mahir dalam membedakan dan menggunakan dua indeks morbiditas (kesakitan) utama: insidensi dan prevalensi. Meskipun keduanya mengukur frekuensi penyakit, mereka memiliki arti dan kegunaan yang sangat berbeda.

- 1. Insidensi** berfokus pada kasus baru. Ini mengukur seberapa cepat penyakit baru muncul dalam suatu populasi yang berisiko selama periode waktu tertentu. Insidensi sangat penting dalam studi wabah karena memberikan gambaran tentang dinamika penularan, atau seberapa cepat suatu penyakit menyebar. Ketika sebuah wabah terjadi, laju insidensi akan meningkat tajam.
- 2. Prevalensi** berfokus pada kasus yang ada. Ini mengukur proporsi populasi yang memiliki penyakit pada titik waktu tertentu. Prevalensi mencerminkan total beban penyakit, baik kasus baru maupun lama. Dalam konteks wabah, prevalensi akan meningkat seiring dengan bertambahnya kasus baru, dan akan menurun seiring dengan kasus yang sembuh atau meninggal.

Tabel 1: Perbedaan Utama Antara Insidensi dan Prevalensi

| Karakteristik | Insidensi | Prevalensi |
|-----------------------|---|---|
| Fokus | Kasus baru | Semua kasus (lama dan baru) |
| Tujuan | Mengukur risiko atau laju penularan penyakit | Mengukur beban penyakit di populasi |
| Waktu | Dihitung selama periode waktu | Dihitung pada titik atau periode waktu |
| Kegunaan Utama | Studi etiologi, prediksi wabah, evaluasi efektivitas program pencegahan primer. | Perencanaan layanan kesehatan, alokasi sumber daya. |

C. INDEKS KEMATIAN (MORTALITY INDEX)

Indeks kematian adalah ukuran frekuensi kematian dalam suatu populasi. Ada beberapa jenis indeks yang digunakan tergantung pada tujuan pengukuran.

1. Crude Mortality Rate (CMR) - Laju Kematian Kasar

Laju kematian kasar adalah laju kematian dari semua penyebab dalam populasi. Ini adalah ukuran yang paling sederhana namun sering kali tidak akurat untuk perbandingan antar populasi karena tidak memperhitungkan struktur umur.

Rumus:

$$\text{CMR} = \frac{\text{Total kematian dari semua penyebab dalam 1 tahun}}{\text{Total populasi rata-rata pada tahun yang sama}} \times 1000$$

2. Specific Mortality Rates - Laju Kematian Spesifik

Laju kematian spesifik adalah laju kematian yang dihitung untuk kelompok populasi atau penyebab tertentu.

- Berdasarkan Umur (Age-Specific Mortality Rate): Mengukur laju kematian dalam kelompok usia tertentu. Contoh: Di Indonesia, laju kematian bayi (Infant Mortality Rate) adalah laju kematian spesifik berdasarkan umur, yaitu kematian bayi di bawah 1 tahun per 1000 kelahiran hidup.
- Berdasarkan Penyebab (Cause-Specific Mortality Rate): Mengukur laju kematian akibat penyebab tertentu.

Rumus:

$$\text{Laju Kematian Spesifik} = \frac{\text{Total kematian akibat penyebab tertentu}}{\text{Total populasi rata-rata}} \times 100.000$$

Contoh: Di Indonesia, laju kematian akibat TBC diukur per 100.000 populasi.

- Berdasarkan Umur dan Penyebab (Age and Cause-Specific Mortality Rate): Mengukur laju kematian di kelompok usia tertentu akibat penyebab tertentu. Contoh: Laju kematian akibat COVID-19 pada populasi lansia (>60 tahun).

3. Case Fatality Rate (CFR) - Laju Fatalitas Kasus

CFR adalah proporsi individu yang didiagnosis dengan penyakit tertentu yang akhirnya meninggal akibat penyakit tersebut. CFR mengukur tingkat keparahan suatu penyakit.

Rumus:

$$\text{CFR} = \frac{\text{Jumlah kematian akibat penyakit tertentu}}{\text{Total kasus penyakit yang didiagnosis}} \times 100\%$$

Contoh: Saat pandemi COVID-19, CFR bervariasi antar negara. Di Indonesia, data awal menunjukkan CFR yang lebih tinggi pada kelompok lansia dan individu dengan komorbiditas, menunjukkan tingkat keparahan penyakit yang berbeda di antara kelompok populasi.

4. **Proportionate Mortality Rate (PMR) - Angka Kematian Proporsional**

PMR adalah proporsi kematian dari penyebab tertentu dibandingkan dengan total kematian dari semua penyebab pada periode waktu yang sama. PMR berguna untuk menunjukkan kontribusi relatif suatu penyakit terhadap total kematian.

Rumus:

$$\text{PMR} = \frac{\text{Jumlah kematian akibat penyebab tertentu}}{\text{Total kematian dari semua penyebab}} \times 100\%$$

5. **Standardized Mortality Ratio (SMR) - Rasio Kematian Standar**

SMR adalah rasio antara jumlah kematian yang diamati (observed) dalam suatu populasi studi dengan jumlah kematian yang diharapkan (expected) jika populasi studi memiliki laju kematian yang sama dengan populasi standar. SMR digunakan untuk membandingkan laju kematian antara dua populasi yang memiliki struktur umur yang berbeda.

6. **Adjusted Rates - Laju yang Disesuaikan**

Laju yang disesuaikan adalah laju yang telah disesuaikan untuk menghilangkan efek dari variabel-variabel pengganggu, terutama umur, sehingga memungkinkan perbandingan yang adil antar populasi. Ada dua metode utama:

- a. Penyesuaian Langsung (Direct Adjustment): Mengaplikasikan laju kematian spesifik umur dari populasi studi ke populasi standar.
- b. Penyesuaian Tidak Langsung (Indirect Adjustment): Mengaplikasikan laju kematian spesifik umur dari populasi standar ke populasi studi untuk menghitung SMR.

D. PERBEDAAN ATAU KECENDERUNGAN (TREND) MORTALITAS

Ketika membandingkan laju kematian antar populasi atau dari waktu ke waktu, perbedaan yang teramati bisa jadi semu (spurious) atau nyata (real). Memahami penyebabnya adalah kunci untuk interpretasi data yang benar.

1. Perbedaan Trend itu Semu (Spurious)

Perbedaan yang semu tidak mencerminkan perubahan nyata dalam kesehatan populasi, melainkan disebabkan oleh masalah dalam pengumpulan atau klasifikasi data.

a. Masalah-masalah dengan Numerator (Pembilang):

- Kekeliruan Diagnosis: Jika kriteria diagnosis berubah dari waktu ke waktu atau berbeda antar wilayah, jumlah kasus dan kematian yang tercatat bisa tidak konsisten.
- Perubahan Aturan Main: Perubahan pedoman pelaporan kasus atau kematian dapat membuat data terlihat berbeda.
- Perubahan Klasifikasi: Revisi pada klasifikasi penyakit (misalnya, ICD-10 ke ICD-11) dapat menyebabkan penyakit dikelompokkan secara berbeda.
- Contoh: Peningkatan kasus COVID-19 di awal pandemi mungkin terlihat sangat tajam sebagian karena peningkatan kapasitas tes dan bukan hanya karena penularan yang meningkat.

b. Masalah-masalah dengan Denominator (Penyebut):

- Pendefinisian Populasi At Risk: Jika populasi yang berisiko tidak didefinisikan secara akurat, laju yang dihitung bisa salah.
- Penghitungan Populasi: Perkiraan populasi yang tidak akurat (misalnya, di antara sensus penduduk) dapat mendistorsi laju kematian.

2. Perbedaan atau Trend itu Nyata (Real)

Perbedaan yang nyata mencerminkan perubahan sesungguhnya dalam status kesehatan populasi.

a. Bentuk Ketahanan Hidup (Survivorship) Telah Berubah Tanpa Adanya Perubahan pada Insiden:

- Kemajuan pengobatan dapat meningkatkan kelangsungan hidup pasien, sehingga prevalensi meningkat tetapi insidensi dan mortalitas menurun.

- Contoh: Peningkatan akses terhadap terapi antiretroviral (antiretroviral therapy) di Indonesia telah mengubah HIV/AIDS dari penyakit fatal menjadi penyakit kronis yang dapat dikelola.
- b. Insidensi Telah Berubah:
- Perubahan perilaku atau faktor lingkungan dapat memengaruhi laju munculnya kasus baru.
 - Contoh: Kampanye anti-merokok dan regulasi yang ketat dapat menyebabkan penurunan insidensi kanker paru-paru.
- c. Komposisi Umur dari Populasi Telah Berubah:
Populasi yang menua (proporsi lansia lebih besar) secara alami akan memiliki laju kematian kasar yang lebih tinggi, bahkan jika laju kematian spesifik umur tetap konstan. Ini adalah alasan utama mengapa penyesuaian laju (direct atau indirect) sangat penting untuk perbandingan yang valid.
- d. Kombinasi dari Faktor-Faktor di Atas. Seringkali, tren mortalitas adalah hasil dari kombinasi kompleks dari faktor-faktor ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, H. (2023). *Epidemiologi: Konsep dan Aplikasi dalam Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Penerbit Kesehatan Nusantara.
- Gordis, L. (2014). *Epidemiology*. 5th Edition. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Rothman, K.J., Greenland, S., & Lash, T.L. (2008). *Modern Epidemiology*. 3rd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Friis, R.H., & Sellers, T.A. (2020). *Epidemiology for Public Health Practice*. 6th Edition. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- World Health Organization. (2020). *Epidemiology and Demography*. WHO Press.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Laporan Wabah dan Statistik Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Last, J.M. (2001). *A Dictionary of Epidemiology*. 4th Edition. New York: Oxford University Press.
- Porta, M. (Ed.). (2014). *A Dictionary of Epidemiology*. 6th Edition. New York: Oxford University Press.
- Bhopal, R.S. (2008). *Concepts of Epidemiology: Integrating the Ideas, Theories, Principles and Methods of Epidemiology*. 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press.
- Nurhasanah, S., & Sulistyawati, D. (2025). *Indeks Morbiditas dan Mortalitas dalam Studi Wabah*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(1), 15-26.

LATIHAN SOAL

1. Indeks morbiditas dalam studi wabah mengacu pada...
 - a. Jumlah kematian akibat wabah
 - b. Jumlah penyakit baru dan total kasus penyakit
 - c. Jumlah populasi yang tidak terkena wabah
 - d. Jumlah vaksinasi pada populasi
 - e. Jumlah orang yang sembuh dari wabah

Jawaban: b
2. Laju insidensi dalam konteks wabah digunakan untuk...
 - a. Mengukur jumlah kasus lama penyakit
 - b. Mencerminkan total beban penyakit
 - c. Mengukur kecepatan munculnya penyakit baru
 - d. Menilai tingkat kematian pada wabah
 - e. Menghitung total populasi yang rentan

Jawaban: c
3. Case Fatality Rate (CFR) menunjukkan...
 - a. Rasio total kematian terhadap seluruh populasi
 - b. Proporsi kasus penyakit yang meninggal akibat penyakit itu
 - c. Jumlah vaksin yang diberikan
 - d. Rasio kasus baru terhadap kasus lama
 - e. Jumlah pasien yang sembuh

Jawaban: b
4. Crude Mortality Rate (CMR) adalah...
 - a. Laju kematian akibat penyakit tertentu
 - b. Laju kematian kasar dari semua penyebab dalam populasi
 - c. Rasio kasus baru terhadap populasi berisiko
 - d. Jumlah kasus penyakit pada satu waktu
 - e. Rasio kematian bayi per kelahiran hidup

Jawaban: b
5. Laju kematian spesifik berdasarkan umur mengukur...
 - a. Laju kematian pada kelompok usia tertentu
 - b. Laju kematian keseluruhan populasi
 - c. Proporsi pasien sembuh
 - d. Jumlah kasus baru pada anak-anak
 - e. Rasio kematian terhadap risiko infeksi

Jawaban: a
6. Perbedaan nyata dalam tren mortalitas dapat disebabkan oleh...

- a. Kesalahan dalam pengumpulan data
- b. Perubahan struktur umur populasi
- c. Kesalahan klasifikasi penyakit
- d. Ketidakakuratan perkiraan populasi
- e. Perubahan aturan pelaporan data

Jawaban: b

7. Salah satu kekurangan data rumah sakit dalam studi wabah adalah...
- a. Data terlalu luas dan tidak fokus
 - b. Hanya mencakup kasus berat yang dirawat di rumah sakit
 - c. Semua kasus penyakit tercatat di rumah sakit
 - d. Data lengkap dan tanpa bias
 - e. Menyediakan data populasi umum

Jawaban: b

8. Rasio kematian yang membandingkan jumlah kematian yang diamati dengan yang diharapkan disebut...
- a. Proportionate Mortality Rate (PMR)
 - b. Case Fatality Rate (CFR)
 - c. Standardized Mortality Ratio (SMR)
 - d. Crude Death Rate (CDR)
 - e. Incidence Rate

Jawaban: c

9. Prevalensi dalam konteks wabah menunjukkan...
- a. Risiko seseorang terkena penyakit
 - b. Jumlah kasus baru yang muncul
 - c. Jumlah total kasus penyakit pada titik waktu tertentu
 - d. Laju kematian selama wabah
 - e. Jumlah populasi yang divaksinasi

Jawaban: c

10. Penyesuaian langsung dalam perhitungan laju kematian digunakan untuk...
- a. Menghilangkan efek variabel lain seperti umur agar perbandingan adil
 - b. Menghitung jumlah kasus baru
 - c. Menentukan populasi risiko
 - d. Menghitung prevalensi penyakit
 - e. Mengukur jumlah kematian mentah

Jawaban: a

BAB 5

EVALUASI ALAT-ALAT TES DIAGNOSIS DAN SKRINING

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Dapat menjelaskan fitur-fitur penting dari tes skrining.
2. Dapat mendefinisikan dan hitung sensitivitas, spesifisitas, nilai prediksi positif, dan nilai prediksi negatif.
3. Dapat mendiskusikan ukuran hasil dan desain studi untuk mengevaluasi efektivitas suatu program skrining.

A. PENDAHULUAN

Dalam dunia kesehatan masyarakat, **evaluasi alat-alat tes diagnosis dan skrining** adalah langkah fundamental untuk memastikan keakuratan dan keefektifan program deteksi penyakit. Tes diagnosis digunakan untuk mengonfirmasi keberadaan penyakit pada individu yang menunjukkan gejala, sementara tes skrining dirancang untuk mengidentifikasi individu yang berpotensi sakit dalam populasi yang tampaknya sehat. Proses evaluasi ini sangat penting karena hasil yang tidak akurat dapat menyebabkan diagnosis yang salah, kecemasan yang tidak perlu, atau bahkan penundaan pengobatan. Oleh karena itu, memahami bagaimana menilai kinerja suatu tes, termasuk metrik seperti sensitivitas dan spesifisitas, adalah kunci untuk merancang dan mengimplementasikan program kesehatan yang aman, efisien, dan efektif.

B. VALIDITAS

Validitas sebuah tes diagnosis atau skrining adalah kemampuan tes tersebut untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam konteks epidemiologi, validitas mengacu pada **akurasi** suatu tes, yaitu seberapa baik tes tersebut dapat mengklasifikasikan individu sebagai memiliki penyakit atau tidak.

1. Variasi Biologis Populasi

Faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, genetik, atau faktor lingkungan dapat memengaruhi hasil tes. Misalnya, kadar glukosa darah normal dapat bervariasi berdasarkan usia. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan variasi biologis ini saat menetapkan ambang batas untuk sebuah tes.

2. Validitas (Akurasi) Suatu Alat Tes

Validitas suatu tes diukur menggunakan empat kategori hasil utama yang dibandingkan dengan "standar emas" (*gold standard*) atau diagnosis definitif.

- a. **Sensitivitas:** Kemampuan suatu tes untuk secara benar mengidentifikasi orang-orang yang berpenyakit (true positives).

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\text{Jumlah True Positives}}{\text{Jumlah True Positives} + \text{Jumlah False Negatives}} = \frac{a}{a+c}$$
Tingkat sensitivitas yang tinggi berarti tes ini sangat baik dalam "menangkap" semua kasus penyakit.

- b. **Spesifisitas:** Kemampuan suatu tes untuk secara benar mengidentifikasi orang-orang yang tidak berpenyakit (true negatives).

$$\text{Spesifisitas} = \frac{\text{Jumlah True Negatives}}{\text{Jumlah True Negatives} + \text{Jumlah False Positives}} = \frac{b}{b+d}$$
Tingkat spesifisitas yang tinggi berarti tes ini sangat baik dalam "menyaring" orang yang sehat.

- c. **False-Positives:** Hasil tes positif, tetapi orang tersebut sebenarnya tidak berpenyakit.
- d. **False-Negatives:** Hasil tes negatif, tetapi orang tersebut sebenarnya berpenyakit.

- e. Hubungan antara Sensitivitas dan Spesifisitas: Sensitivitas dan spesifisitas memiliki hubungan timbal balik. Ketika kita mengubah ambang batas (cut-off) suatu tes, salah satu nilai akan meningkat sementara yang lain menurun. Misalnya, jika kita menurunkan ambang batas suatu tes untuk mendeteksi penyakit (membuatnya lebih mudah mendapatkan hasil positif), sensitivitas akan meningkat, tetapi spesifisitas akan menurun. Sebaliknya, jika kita menaikkan ambang batas, spesifisitas akan meningkat, tetapi sensitivitas akan menurun. Pilihan ambang batas tergantung pada tujuan skrining.
- f. Efek dari Skrining Berulang:
Skrining berulang dapat meningkatkan kemungkinan deteksi penyakit. Namun, ada risiko bias waktu tunggu (lead time bias), di mana deteksi dini hanya membuat pasien tahu lebih awal tentang penyakitnya tanpa benar-benar memperpanjang kelangsungan hidup.

C. SENSITIVITAS DAN SPESIFISITAS SUATU TES

Untuk menghitung sensitivitas dan spesifisitas, kita menggunakan tabel kontingensi 2x2.

Tabel 1: Tabel Kontingensi untuk Tes Skrining

| | Kondisi penyakit (gold standard) | |
|-------------|----------------------------------|---------------------|
| Hasil tes | Sakit (+) | Tidak sakit (-) |
| Positif (+) | A (true positives) | B (false positives) |
| Negatif (-) | C (false negatives) | D (true negatives) |
| Total | A + c | B + d |

Sensitivitas = $\frac{a}{a+c}$

Spesifisitas = $\frac{d}{b+d}$

D. PREDICTIVE VALUE SUATU ALAT TES

Nilai Prediktif (Predictive Value) dalam Tes Diagnostik
Nilai prediktif mengukur **kegunaan tes dalam praktik klinis**, berbeda dengan sensitivitas dan spesifisitas yang mengukur akurasi tes.

1. Nilai Prediktif Positif (NPP) / Positive Predictive Value (PPV)

Definisi: Probabilitas bahwa individu dengan hasil tes positif benar-benar memiliki penyakit.

Pertanyaan Kunci: "Jika hasil tes saya positif, seberapa besar kemungkinan saya benar-benar sakit?"

Rumus:

$$NPP = \frac{\text{Jumlah True Positives (TP)}}{\text{Jumlah True Positives (TP)} + \text{Jumlah False Positives (FP)}} = \frac{a}{a+b}$$

2. Nilai Prediktif Negatif (NPN) / Negative Predictive Value (NPV)

Definisi: Probabilitas bahwa individu dengan hasil tes negatif benar-benar tidak memiliki penyakit.

Pertanyaan Kunci: "Jika hasil tes saya negatif, seberapa besar kemungkinan saya benar-benar sehat?"

Rumus:

$$NPN = \frac{\text{Jumlah True Negatives (TN)}}{\text{Jumlah True Negatives (TN)} + \text{Jumlah False Negatives (FN)}} = \frac{c}{c + d}$$

Penjelasan Simbol pada Rumus

| Simbol | Definisi |
|--------|---------------------------------|
| a (TP) | True Positives (positif benar) |
| b (FP) | False Positives (positif palsu) |
| c (TN) | True Negatives (negatif benar) |
| d (FN) | False Negatives (negatif palsu) |

Dengan rumus di atas, nilai prediktif memberikan informasi langsung tentang **kepercayaan hasil tes** di kehidupan nyata, sehingga sangat berguna dalam pengambilan keputusan klinis.

E. TRUE POSITIVE, FALSE POSITIVE, FALSE NEGATIVE, TRUE NEGATIVES

1. **True positive (tp):** individu yang memiliki penyakit (menurut *gold standard*) dan hasil tesnya positif.
2. **False positive (fp):** individu yang tidak memiliki penyakit, tetapi hasil tesnya positif. Ini bisa menyebabkan kecemasan yang tidak perlu dan biaya tambahan untuk tes lanjutan.
3. **False negative (fn):** individu yang memiliki penyakit, tetapi hasil tesnya negatif. Ini adalah hasil yang paling berbahaya karena dapat menunda pengobatan dan meningkatkan risiko komplikasi atau kematian.
4. **True negative (tn):** individu yang tidak memiliki penyakit dan hasil tesnya negatif.

F. CONTOH HYPOTHETICAL EXAMPLE OF A 2-STAGE SCREENING PROGRAM

Sebuah program skrining dua tahap untuk mendeteksi penyakit langka.

1. Tahap 1: tes sensitif dan murah. Tujuannya untuk menyaring populasi yang besar dan mengidentifikasi semua kasus yang mungkin.
2. Tahap 2: tes spesifik dan mahal (*gold standard*). Tujuannya untuk mengonfirmasi hasil positif dari tahap 1.

Skenario: skrining penyakit X di populasi 10.000 orang. Prevalensi penyakit X adalah 1%. Tes tahap 1 memiliki sensitivitas 90% dan spesifisitas 95%.

1. Hitung kasus sebenarnya:
Sakit = $10.000 \times 1\% = 100$ orang
Tidak sakit = $10.000 - 100 = 9.900$ orang
2. Hasil tes tahap 1:
True positives (tp): $100 \times 90\% = 90$
False negatives (fn): $100 - 90 = 10$
True negatives (tn): $9.900 \times 95\% = 9.405$
False positives (fp): $9.900 - 9.405 = 495$

Tabel 2: hasil skrining tahap 1

| Hasil tes tahap 1 | Kondisi penyakit (gold standard) | |
|-------------------|----------------------------------|-----------------|
| | Sakit (+) | Tidak sakit (-) |
| Positif (+) | 90 | 495 |
| Negatif (-) | 10 | 9.405 |
| Total | 100 | 9.900 |

Npp tes tahap 1: $58590=0.154$ atau 15.4%.

Hanya sekitar 15% dari hasil tes positif yang benar-benar sakit. Ini menunjukkan mengapa tes dengan npp rendah perlu dikonfirmasi dengan tes lanjutan.

G. RELATIONSHIP OF SPECIFICITY & PREDICTIVE VALUE

Nilai prediktif sangat dipengaruhi oleh prevalensi penyakit di populasi yang diuji.

1. Jika prevalensi penyakit **rendah**, bahkan tes dengan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi akan memiliki NPP yang rendah. Ini karena jumlah false positives (yang dipengaruhi oleh spesifisitas) akan lebih besar daripada jumlah true positives (yang dipengaruhi oleh prevalensi).
2. Jika prevalensi penyakit **tinggi**, NPP dari tes tersebut akan meningkat.

Ini adalah alasan mengapa tes skrining massal untuk penyakit langka sering menghasilkan banyak hasil positif palsu.

H. RELATIONSHIP BETWEEN DISEASE PREVALENCE AND THE PREDICTIVE VALUE OF A POSITIVE RESULT OF A SCREENING TEST WITH 95% SENSITIVITY AND SPECIFICITY

Mari kita lihat bagaimana npp berubah pada tes dengan sensitivitas 95% dan spesifisitas 95% pada tingkat prevalensi yang berbeda.

| Prevalensi (%) | Npp (%) |
|----------------|---------|
| 1% | 16% |
| 5% | 50% |
| 10% | 68% |
| 20% | 83% |
| 50% | 95% |

Tabel ini menunjukkan dengan jelas bahwa pada prevalensi yang sangat rendah (1%), bahkan tes yang sangat baik sekalipun (sensitivitas & spesifisitas 95%) hanya memiliki npp sebesar 16%. Ini berarti dari 100 orang yang dites positif, hanya 16 yang benar-benar sakit.

I. HUBUNGAN SPESIFITAS DAN NILAI PREDIKTIF

Spesifisitas memiliki dampak signifikan pada nilai prediktif positif, terutama ketika prevalensi penyakit rendah.

- Peningkatan spesifisitas akan menurunkan jumlah *false positives* (b), yang pada gilirannya akan meningkatkan npp ($a+ba$).
- Dalam konteks skrining untuk penyakit yang jarang terjadi, memaksimalkan spesifisitas adalah hal yang sangat penting untuk menghindari banyaknya hasil positif palsu yang dapat menyebabkan kecemasan dan biaya yang tidak perlu.

J. HUBUNGAN SPESIFITAS DAN NILAI PREDIKTIF

Sensitivitas memiliki dampak signifikan pada nilai prediktif negatif.

- Peningkatan sensitivitas akan menurunkan jumlah false negatives (c), yang pada gilirannya akan meningkatkan NPN ($c+dd$).
- Dalam konteks skrining di mana kita tidak boleh melewatkan kasus (misalnya, skrining penyakit menular yang sangat berbahaya), memaksimalkan sensitivitas sangatlah penting. NPN yang tinggi memberikan kepastian yang lebih besar bahwa hasil negatif berarti orang tersebut benar-benar tidak sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, H. (2023). *Epidemiologi: Konsep dan Aplikasi dalam Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Penerbit Kesehatan Nusantara.
- Gordis, L. (2014). *Epidemiology*. 5th Edition. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Rothman, K.J., Greenland, S., & Lash, T.L. (2008). *Modern Epidemiology*. 3rd Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Friis, R.H., & Sellers, T.A. (2020). *Epidemiology for Public Health Practice*. 6th Edition. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Last, J.M. (2001). *A Dictionary of Epidemiology*. 4th Edition. New York: Oxford University Press.
- Bhopal, R.S. (2008). *Concepts of Epidemiology: Integrating the Ideas, Theories, Principles and Methods of Epidemiology*. 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press.
- Newman, T.B., & Brown, A. (1997). Formal systematic reviews by the Drug Effectiveness Review Project. *American Journal of Public Health*, 87(9), 1579-1581.
- World Health Organization. (2019). *Screening Programmes: A Short Guide*. WHO Press.
- Fletcher, R.H., Fletcher, S.W., & Wagner, E.H. (2014). *Clinical Epidemiology: The Essentials*. 5th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bossuyt, P.M., Reitsma, J.B., Bruns, D.E., et al. (2003). The STARD statement for reporting studies of diagnostic accuracy: explanation and elaboration. *Clinical Chemistry*, 49(1), 7-18.

LATIHAN SOAL-SOAL

1. Apa tujuan utama dari program skrining dalam kesehatan masyarakat?
 - a. Mengobati semua pasien
 - b. Mengidentifikasi individu yang mungkin sakit dalam populasi sehat
 - c. Mengganti diagnosis definitif
 - d. Menilai efektivitas pengobatan
 - e. Menentukan prevalensi penyakit

Jawaban: b

2. Sensitivitas suatu tes skrining adalah kemampuan tes untuk...
 - a. Secara benar mengidentifikasi individu yang sehat
 - b. Secara benar mengidentifikasi individu yang berpenyakit
 - c. Menyaring hasil negatif palsu
 - d. Memberikan hasil yang konsisten
 - e. Mengidentifikasi faktor risiko penyakit

Jawaban: b

3. Spesifisitas tes berkaitan dengan...
 - a. Mengidentifikasi individu sakit secara benar
 - b. Menghasilkan hasil positif palsu
 - c. Mengidentifikasi individu sehat secara benar
 - d. Mengukur prevalensi penyakit
 - e. Mengukur insidensi penyakit

Jawaban: c

4. Apa yang dimaksud dengan false negative?
 - a. Hasil tes positif pada individu sehat
 - b. Hasil tes negatif pada individu sakit
 - c. Hasil tes positif pada individu sakit
 - d. Hasil tes negatif pada individu sehat
 - e. Kesalahan data laboratorium

Jawaban: b

5. Nilai Prediktif Positif (NPP) menjawab pertanyaan...
 - a. Seberapa akurat tes dalam populasi umum
 - b. Jika hasil tes positif, seberapa besar kemungkinan individu benar-benar sakit
 - c. Seberapa cepat penyakit menyebar
 - d. Jika hasil tes negatif, seberapa besar kemungkinan individu

sehat

e. Berapa banyak kasus baru dalam populasi

Jawaban: b

6. Dalam skenario tes dua tahap, tahap pertama biasanya merupakan tes yang...
- a. Mahal dan sangat spesifik
 - b. Murah dan sangat sensitif
 - c. Mahal dan sangat sensitif
 - d. Murah dan sangat spesifik
 - e. Digunakan untuk konfirmasi hasil positif

Jawaban: b

7. Jika prevalensi penyakit rendah dalam populasi, maka nilai prediktif positif dari tes sering kali...
- a. Tinggi
 - b. Rendah
 - c. Tidak terpengaruh
 - d. Sama dengan spesifisitas
 - e. Sama dengan sensitivitas

Jawaban: b

8. Hubungan antara sensitivitas dan spesifisitas adalah...
- a. Keduanya meningkat bersamaan
 - b. Salah satu meningkat, yang lain menurun saat ambang batas diubah
 - c. Tidak berhubungan
 - d. Sensitivitas selalu lebih tinggi
 - e. Spesifisitas lebih penting daripada sensitivitas

Jawaban: b

9. False positive dapat menyebabkan...
- a. Penghematan biaya pemeriksaan
 - b. Kecemasan dan tindakan medis yang tidak perlu
 - c. Penundaan pengobatan
 - d. Peningkatan sensitivitas tes
 - e. Peningkatan prevalensi penyakit

Jawaban: b

10. Nilai Prediktif Negatif (NPN) memberikan informasi tentang...
- a. Kemungkinan hasil tes negatif benar-benar sehat
 - b. Jumlah false positive

- c. Akurasi tes secara umum
- d. Risiko kematian penyakit
- e. Jumlah kasus baru penyakit

Jawaban: a

BAB 6 | OBSERVASIONAL STUDI

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mahasiswa dapat menjelaskan karakteristik utama dari observasional studi dan ekologis terkait pemilihan subjek, pengumpulan data, dan analisis.
2. Mengidentifikasi desain dari suatu penelitian tertentu
3. Mendiskusikan faktor-faktor yang menentukan kapan suatu desain penelitian tertentu tepat digunakan

A. Pendahuluan

Observational study merupakan salah satu pendekatan utama dalam penelitian epidemiologi yang berfokus pada pengamatan hubungan antara paparan (exposure) dan penyakit atau outcome kesehatan tanpa adanya intervensi langsung dari peneliti. Berbeda dengan studi eksperimental, dalam observational study peneliti tidak menentukan siapa yang mendapat paparan dan siapa yang tidak, melainkan hanya mengamati kondisi yang terjadi secara alami di masyarakat.

Metode ini banyak digunakan dalam ilmu kesehatan masyarakat dan kedokteran karena sering kali tidak etis atau tidak memungkinkan untuk melakukan eksperimen secara langsung terhadap manusia. Misalnya, tidak mungkin secara sengaja memberikan rokok kepada kelompok tertentu hanya untuk membuktikan bahwa merokok menyebabkan kanker paru. Oleh karena itu, studi observasional menjadi pilihan

penting untuk memahami pola penyakit, faktor risiko, serta hubungan sebab-akibat dalam konteks kehidupan nyata.

Observational study memiliki beberapa desain utama, seperti cross-sectional, case-control, cohort, dan ecological studies, masing-masing dengan kelebihan dan keterbatasannya. Melalui studi ini, peneliti dapat memperoleh gambaran epidemiologi yang luas, mengidentifikasi faktor risiko, serta menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan kesehatan maupun penelitian lanjutan.

B. Studi Prospektif

1) Pengertian studi prospektif

Studi prospektif adalah desain penelitian epidemiologi di mana sekelompok individu yang pada awal pengamatan belum mengalami penyakit tertentu diikuti ke depan dalam jangka waktu tertentu untuk melihat apakah mereka mengalami penyakit atau outcome yang diteliti. Dalam studi ini, paparan (exposure) diukur terlebih dahulu sebelum outcome terjadi, sehingga hubungan temporal antara paparan dan penyakit dapat ditentukan dengan lebih jelas.

Peneliti memilih populasi penelitian yang terdiri dari individu terpapar dan tidak terpapar, kemudian melakukan tindak lanjut pada kedua kelompok tersebut untuk membandingkan insidensi penyakit (atau angka kematian akibat penyakit) di antara keduanya. (Desain ini dapat mencakup lebih dari 2 kelompok).



THEN : Follow to see whether

| | | Disease Develops | Disease Doesn't Develop | Totals | Incidence Rates Of Disease | |
|------------------|-------------|------------------|-------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|
| First: Select | Exposed | a | b | a + b | $\frac{a}{a + b}$ | = Incidence in Exposed |
| | Not Exposed | c | d | c + d | $\frac{c}{c + d}$ | = Incidence in Non-exposed |

2) Tujuan Studi Prospektif

1. Menilai hubungan sebab-akibat (kausalitas)
Mengetahui apakah suatu paparan (exposure) benar-benar berhubungan dengan kejadian penyakit atau outcome kesehatan tertentu.
2. Mengukur insidensi penyakit
Menghitung berapa banyak kasus baru penyakit yang muncul pada kelompok terpapar dan tidak terpapar dalam periode waktu tertentu.
3. Membandingkan risiko antar kelompok
seberapa besar perbedaan risiko penyakit antara individu yang terpapar dan tidak terpapar.
4. Mengidentifikasi faktor risiko
Menemukan faktor-faktor yang berperan dalam meningkatkan atau menurunkan peluang terjadinya penyakit.
5. Memberikan dasar bagi kebijakan kesehatan
Hasil studi prospektif digunakan untuk merancang program pencegahan, intervensi, serta pedoman klinis berbasis bukti.

3) Perbedaan randomised control trial dengan prospektif studi

1. Randomized Trial (RCT)

Populasi: Sekelompok orang yang memenuhi kriteria penelitian (misalnya pasien dengan penyakit tertentu atau individu sehat yang berisiko).

Sampel: Dipilih dari populasi sesuai kriteria inklusi-eksklusi, kemudian dibagi secara acak (randomisasi) menjadi kelompok intervensi dan kelompok kontrol.

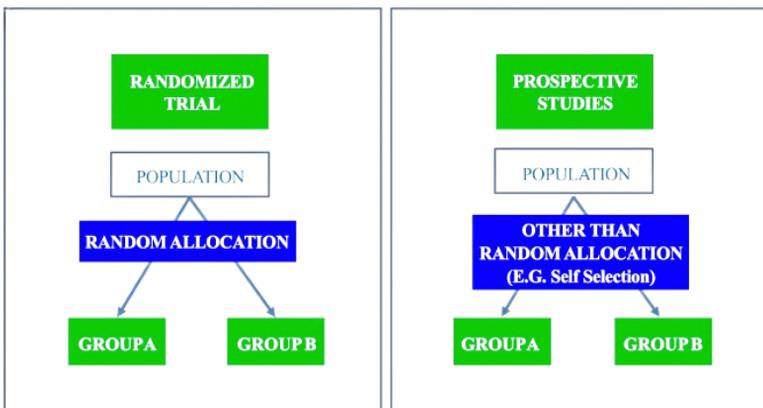
Contoh: 1.000 orang sehat → dipilih 400 orang sesuai kriteria → diacak menjadi 200 kelompok vaksin dan 200 kelompok plasebo.

2. Studi Prospektif (Cohort Prospektif)

Populasi: Sekelompok orang yang pada awal penelitian belum mengalami penyakit yang diteliti.

Sampel: Dibagi berdasarkan paparan alami (bukan randomisasi). Ada kelompok terpapar dan kelompok tidak terpapar.

Contoh: Dari 1.000 orang sehat → dipilih 500 perokok (terpapar) dan 500 bukan perokok (tidak terpapar) → keduanya diikuti selama beberapa tahun untuk melihat insidensi penyakit.

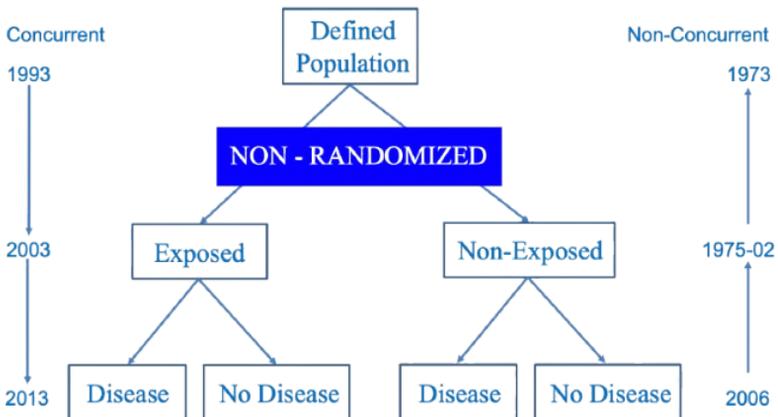


4) CARA PEMILIHAN POPULASI STUDI

1. Menentukan populasi studi dengan memilih kelompok-kelompok untuk memasukan kedalam studi berdasarkan ada tidaknya exposure (paparan).

2. Menentukan populasi studi berdasarkan beberapa faktor yang tidak terkait dengan faktor pemaparan (exposure), seperti tempat tinggal masyarakat
 - a) Ambil riwayat tentang seluruh populasi atau melakukan test seperti test darah pada seluruh populasi
 - b) Gunakan hasil dari riwayat dan/atau test tersebut untuk memisahkan individu-individu kedalam kelompok terpapar dan tidak terpapar (mereka yang punya dan mereka yang tidak punya karakteristik biologis tertentu)
 - c) Dalam beberapa kasus, apabila pendekatan kedua (b) digunakan, populasi teridentifikasi, tetapi faktor pemaparan mungkin tidak terjadi sampai beberapa saat, bahkan beberapa tahun setelah populasi ditentukan.

Kerangka Waktu untuk Studi Prospektif Hipotetik Konkuren dan Studi Prospektif Hipotetik Non-Konkuren yang Dilakukan pada Tahun 1993



3. Beberapa faktor yang terlibat dalam rancangan studi prospektif:
 - a) Pemilihan kelompok terpapar

Definisi: Kelompok individu yang memiliki faktor risiko atau paparan tertentu yang ingin diteliti hubungannya dengan penyakit.

Contoh: Perokok aktif, pekerja di pabrik kimia, atau orang dengan pola makan tinggi lemak.

Hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Paparan harus dapat diukur secara jelas (jumlah rokok per hari, lama bekerja, frekuensi konsumsi makanan tertentu).
- 2) Kelompok harus cukup besar untuk memungkinkan munculnya kasus penyakit selama periode follow-up.
- 3) Hindari bias pemilihan: pastikan kelompok representatif dari populasi sebenarnya.

b) Pemilihan kelompok tak terpapar

Definisi: Kelompok individu yang tidak memiliki paparan tersebut, sehingga berfungsi sebagai pembanding (baseline).

Contoh: Bukan perokok, pekerja kantoran (tanpa paparan kimia), atau orang dengan pola makan rendah lemak.

Hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Harus memiliki karakteristik dasar (usia, jenis kelamin, status sosial-ekonomi) yang sebanding dengan kelompok terpapar, agar perbedaan hasil lebih valid.
- 2) Jangan memilih kelompok yang terlalu berbeda secara ekstrem, karena bisa menimbulkan confounding.
- 3) Sebaiknya berasal dari populasi sumber yang sama dengan kelompok terpapar (misalnya satu kota, satu perusahaan, atau satu komunitas).

4. Macam-macam penelitian prospektif

a) Concurrent Prospective Studi (Cohort, longitudinal)

- 1) Exposure dan Non-Exposure dicari pada saat sekarang. Pada awal penelitian, peneliti

mengidentifikasi individu yang terpapar dan tidak terpapar faktor risiko. Semua peserta masih dalam kondisi belum menderita penyakit yang diteliti. Contoh: Pada tahun 2025, peneliti mengelompokkan pekerja pabrik cat (terpapar bahan kimia) dan pekerja administrasi (tidak terpapar).

- 2) Kelompok-kelompok studi di follow up untuk beberapa waktu dan incidence diukur

Setelah kelompok terpapar dan tidak terpapar dipilih, keduanya diikuti (follow-up) dalam periode tertentu, bisa beberapa tahun hingga puluhan tahun. Tujuannya adalah untuk mencatat kejadian baru (insidensi) dari penyakit atau outcome kesehatan yang diteliti.

Selama follow-up, peneliti mengamati: Siapa saja yang tetap sehat, Siapa saja yang kemudian sakit, Kapan penyakit muncul.

- b) Non-concurrent prospective study (retrospective cohort)

- 1) Exposure dicari dari catatan medik yang objective pada masa lalu

Paparan (exposure) tidak ditanyakan sekarang, tetapi ditelusuri dari data atau catatan lama seperti rekam medis, catatan pekerjaan, atau arsip laboratorium. Contoh: Data tahun 2010 menunjukkan siapa saja pekerja yang terpapar asbes dan siapa yang tidak.

- 2) Outcome dicari pada saat sekarang

Setelah kelompok terpapar dan tidak terpapar diidentifikasi dari data lama, peneliti kemudian melihat kondisi mereka saat ini (misalnya tahun 2025). Apakah mereka mengalami penyakit yang diteliti atau tidak. Contoh: Dari catatan tahun 2010 → pekerja pabrik (terpapar) vs pekerja kantor

(tidak terpapar). Pada tahun 2025, peneliti mengecek siapa yang terkena kanker paru.

c) Kombinasi antara concurrent dan non-concurrent prospective study

1) Exposure didapat dari catatan medik yang obyektif dimasa lalu (seperti pada study non-concurrent prospective study)

Dalam *non-concurrent prospective study* (retrospective cohort), paparan (exposure) tidak ditentukan pada saat penelitian dimulai, melainkan ditelusuri dari data yang sudah ada di masa lalu.

Data paparan ini biasanya diperoleh dari catatan medis atau sumber data obyektif lain yang terdokumentasi dengan baik, misalnya: Rekam medis pasien di rumah sakit, Catatan hasil laboratorium, Riwayat pekerjaan yang tersip, Data registri penyakit.

Karena catatan tersebut bersifat obyektif dan dibuat pada waktu kejadian, maka risiko bias berkurang dibandingkan hanya berdasarkan ingatan (recall) responden.

2) Follow-up dan pengukuran outcome dilanjutkan kedepan

Setelah peneliti menentukan kelompok terpapar dan tidak terpapar dari catatan medis masa lalu, penelitian tidak berhenti di situ. Peneliti kemudian melakukan pengamatan (follow-up) terhadap kedua kelompok mulai dari saat ini hingga periode tertentu ke depan. Tujuan follow-up adalah untuk melihat kejadian outcome (misalnya timbulnya penyakit, kematian, atau komplikasi tertentu) selama periode pengamatan.

5. Macam-macam bias yang muncul dalam studi prospektif

a) Bias Seleksi (Selection Bias)

Terjadi ketika pemilihan kelompok terpapar (exposed) dan tidak terpapar (non-exposed) tidak mewakili populasi sebenarnya. Contoh: hanya memilih pekerja sehat dalam kelompok tidak terpapar, sementara dalam kelompok terpapar ada pekerja sakit. Ini bisa membuat hasil tidak adil.

b) Bias Informasi (Information Bias)

Umumnya lebih sering pada non-concurrent study, karena informasi paparan diambil dari catatan masa lalu. Bila catatan medis tidak lengkap atau tidak akurat, maka status paparan bisa salah tercatat. Contoh: rekam medis tidak menuliskan detail jumlah rokok per hari, sehingga intensitas paparan tidak jelas.

c) Bias dalam Penilaian Outcome (Outcome Assessment Bias)

Terjadi jika pengukuran outcome tidak obyektif atau tidak konsisten antara kelompok. Contoh: dokter lebih teliti mencari tanda penyakit pada kelompok terpapar dibandingkan yang tidak terpapar.

d) Bias Non-Response

Bias ini muncul jika sebagian responden tidak bersedia atau tidak dapat diikuti selama follow-up. Jika yang keluar dari penelitian (loss to follow-up) berbeda antara kelompok terpapar dan tidak terpapar, hasil akan bias. Contoh: kelompok pekerja terpapar lebih sering pindah kerja sehingga sulit dilacak.

e) Bias Analisis (Analysis Bias)

Terjadi jika analisis data dilakukan dengan metode yang kurang tepat atau tidak mempertimbangkan faktor perancu (confounder). Contoh: menghitung risiko kanker paru hanya berdasarkan status merokok tanpa mengontrol faktor lain seperti usia atau polusi.

6. Kapan Studi prospective menjanjikan?

- a) Apabila ada bukti yang baik adanya suatu hubungan antara suatu penyakit dengan exposure (dari observasi klinik dan studi kasus kontrol)

- b) Apabila exposure itu jarang tetapi insiden dari suatu penyakit diantara kelompok terekspose itu tinggi (kelompok tertentu: industri, radiasi)
- c) Apabila waktu antara exposure dan penyakit itu pendek (misalnya infeksi selama kehamilan dan malformasi bawaan dari bayi)
- d) Apabila tersedia banyak uang
- e) Apabila peneliti mempunyai life expectancy panjang

C. STUDI KASUS-KONTROL

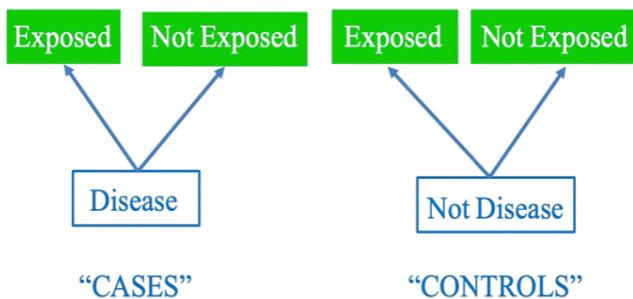
1) Pengertian studi kasus-kontrol

Studi kasus-kontrol adalah salah satu desain penelitian observasional yang digunakan untuk menyelidiki hubungan antara paparan (exposure) dengan penyakit atau outcome tertentu. Dalam studi ini, peneliti memulai dengan mengidentifikasi dua kelompok:

Kelompok kasus (case): individu yang sudah menderita penyakit atau outcome yang diteliti.

Kelompok kontrol (control): individu yang tidak menderita penyakit tersebut, tetapi berasal dari populasi yang sama dengan kasus.

Setelah itu, peneliti menelusuri kembali riwayat paparan (exposure) dari kedua kelompok untuk melihat apakah paparan lebih sering terjadi pada kelompok kasus dibandingkan kontrol.



2) Pemilihan Sampel dalam Case-Control

1) Pemilihan kasus

Kasus adalah individu yang sudah menderita penyakit atau outcome yang sedang diteliti.

Syarat pemilihan kasus:

- a) Diagnosis jelas dan valid (misalnya kanker paru harus dibuktikan dengan pemeriksaan klinis/laboratorium).
- b) Kasus harus baru (incident cases), bukan yang sudah lama, agar tidak bias oleh faktor survival.
- c) Kasus diambil dari populasi yang sama dengan kontrol (misalnya wilayah atau rumah sakit yang sama).

Contoh: Pasien kanker paru yang baru terdiagnosis di rumah sakit X tahun 2024.

2) Pemilihan kontrol

Kontrol adalah individu yang tidak memiliki penyakit yang diteliti, tetapi berasal dari populasi yang sama dengan kasus.

Syarat pemilihan kontrol:

- a) Harus berasal dari populasi yang berpotensi menjadi kasus bila terpapar.
- b) Tidak boleh memiliki outcome yang sama dengan kasus.
- c) Karakteristik dasar (usia, jenis kelamin, tempat tinggal) sebaiknya serupa dengan kasus.

Sumber kontrol:

- a) Populasi umum (misalnya masyarakat sekitar).
- b) Rumah sakit (pasien dengan penyakit lain yang tidak berhubungan dengan exposure).
- c) Teman, tetangga, atau anggota keluarga kasus (dengan hati-hati agar tidak menimbulkan bias).

3) Ratio kasus dan kontrol

- a) Umumnya 1:1 (satu kontrol untuk satu kasus).
- b) Untuk meningkatkan kekuatan studi, dapat digunakan 1:2 atau 1:4 (lebih banyak kontrol daripada kasus).

c) Lebih dari 1:4 biasanya tidak memberi manfaat signifikan.

3. Kapan Studi Case Control menjajikan?

- 1) Ketika Penyakit Jarang (*Rare Disease*)
Case-control adalah desain yang paling efisien bila penyakit yang diteliti jarang terjadi. Karena peneliti langsung mencari kasus (penderita), tidak perlu menunggu munculnya penyakit baru seperti pada studi prospektif. Contoh: kanker langka, sindrom genetik tertentu.
- 2) Ketika Penyakit Memiliki Masa Laten Panjang
Banyak penyakit kronis (misalnya kanker) butuh waktu puluhan tahun dari paparan hingga muncul gejala. Case-control efisien karena peneliti tidak perlu follow-up lama, cukup menelusuri paparan di masa lalu. Contoh: hubungan paparan asbes dengan kanker paru.
- 3) Ketika Paparan Sulit atau Tidak Etis Diteliti Secara Eksperimental
Tidak mungkin secara etis memberikan paparan berbahaya (rokok, radiasi, zat toksik) secara sengaja. Case-control memungkinkan peneliti mengamati hubungan tersebut secara observasional.
- 4) Ketika Sumber Daya (Dana, Waktu, Tenaga) Terbatas
Studi case-control biasanya lebih cepat, murah, dan praktis dibanding cohort atau randomized trial. Cocok untuk studi pendahuluan sebelum melakukan penelitian yang lebih mahal.
- 5) Ketika Ingin Mengkaji Banyak Faktor Risiko untuk Satu Penyakit
Case-control fleksibel untuk menggali berbagai paparan pada satu penyakit. Contoh: pada kasus kanker paru, peneliti dapat mempelajari merokok, polusi, riwayat pekerjaan, dan faktor genetik sekaligus.

4. Perbandingan Case-Control dan Prospective studi

| Item Comparison | Case Control | Prospective studi | |
|---|---|--|--|
| | | Concurrent | Non-concurrent |
| Ukuran resiko | Odds ratio Atributable Risk | Absolute Risk Relative Risk Odds ratio Atributable Risk | Absolute Risk Relative Risk Odds ratio Atributable Risk |
| Hubungan temporal antara paparan dan penyakit | Kadang sulit untuk dibuktikan | Mudah dibuktikan | Kadang sulit untuk dibuktikan |
| Asosiasi ganda | Dapat mempelajari hubungan suatu penyakit dengan beberapa paparan atau faktor | Dapat mempelajari hubungan satu paparan dengan beberapa penyakit | Dapat mempelajari hubungan satu paparan dengan beberapa penyakit |
| Lama studi | Relative pendek | Umumnya lama | Mungkin pendek |
| Biaya studi | Relative tidak mahal | mahal | Umumnya lebih murah daripada concurrent studi |
| Ukuran populasi yang dibutuhkan | Relative kecil | Relatif besar | Relative besar |
| Bias yang mungkin | Pengukuran exposure | Pengukuran outcome | Rentan terhadap |

| | | | |
|---------------------|---|---|---|
| muncul | | | bias, baik dalam penilaian paparan maupun penilaian hasil (outcome) |
| Paling baik Jika | penyakit jarang, tapi orang yang terkena penyakit itu biasanya punya faktor paparan yang sama. | Paparan jarang terjadi, tetapi penyakit sering muncul di antara yang terpapar | Paparan jarang terjadi, tetapi penyakit sering muncul di antara yang terpapar |
| Masalah | Pemilihan kontrol yang tepat sering kali sulit. Informasi tidak lengkap pada kelompok exposure | Pemilihan kelompok perbandingan yang tidak terpapar sering kali sulit kehilangan peserta saat tindak lanjut Perubahan kriteria dan metode seiring waktu | Pemilihan kelompok perbandingan yang tidak terpapar sering kali sulit kehilangan peserta saat tindak lanjut Perubahan kriteria dan metode seiring waktu |

D. STUDI CROSS-SECTIONAL

1) Pengertian studi cross-sectional

Studi cross-sectional adalah jenis penelitian observasional yang dilakukan untuk mengamati suatu populasi pada satu titik waktu tertentu. Dalam studi ini, peneliti mengumpulkan data mengenai paparan (misalnya kebiasaan merokok, pola makan, atau aktivitas fisik) dan hasil atau penyakit (misalnya hipertensi, obesitas, atau diabetes) secara bersamaan.

2) Karakteristik utama dari studi cross sectional:

- a) Satu titik waktu: Penelitian hanya dilakukan sekali, sehingga peneliti tidak mengikuti peserta dari waktu ke waktu.
- b) Mengukur prevalensi: Studi ini ideal untuk mengetahui berapa banyak orang yang memiliki penyakit atau kondisi tertentu di populasi pada saat penelitian dilakukan.
- c) Hubungan, bukan sebab-akibat: Karena data dikumpulkan sekaligus, studi ini hanya bisa menunjukkan adanya asosiasi antara paparan dan penyakit, tetapi tidak bisa memastikan apakah paparan menyebabkan penyakit.
- d) Cepat dan efisien: Karena tidak perlu tindak lanjut lama, studi cross-sectional relatif lebih murah dan lebih mudah dilakukan dibandingkan studi kohort.

3) Pemilihan populasi dan sampel dalam studi cross sectional: Pemilihan Populasi

Pemilihan populasi dalam studi cross-sectional sangat penting karena menentukan kelompok target penelitian. Populasi harus jelas didefinisikan agar hasil penelitian bisa digeneralisasikan. Peneliti biasanya menentukan kriteria inklusi (siapa saja yang masuk populasi) dan kriteria eksklusi (siapa yang dikecualikan).

Contoh:

Jika penelitian ingin mengetahui prevalensi hipertensi pada orang dewasa di kota X, populasi yang dipilih bisa semua penduduk berusia ≥ 18 tahun yang tinggal di kota X. Kriteria eksklusinya mungkin orang yang sedang hamil atau memiliki penyakit serius yang mengganggu pengukuran tekanan darah.

Pemilihan Sampel

Karena tidak mungkin meneliti seluruh populasi, peneliti mengambil sampel, yaitu sebagian individu yang mewakili populasi. Pemilihan sampel harus representatif untuk mengurangi bias. Ada beberapa metode pemilihan sampel:

- a) Random sampling (acak) – Setiap anggota populasi punya peluang yang sama untuk terpilih.
- b) Stratified sampling (acak berlapis) – Populasi dibagi kelompok tertentu (misal usia atau jenis kelamin), lalu sampel diambil dari tiap kelompok.
- c) Convenience sampling (sampel mudah dijangkau) – Mengambil sampel yang mudah diakses, tetapi risiko bias lebih tinggi.

4) Kapan Penelitian crosssectional menjanjikan?

Penelitian cross-sectional menjanjikan atau tepat digunakan dalam kondisi berikut:

- a) Untuk mengukur prevalensi penyakit atau kondisi
Jika tujuan utama adalah mengetahui berapa banyak orang yang menderita suatu penyakit atau memiliki faktor risiko tertentu pada saat tertentu.
- b) Untuk menilai hubungan atau asosiasi antara paparan dan outcome
Cocok untuk melihat hubungan antara faktor risiko dan penyakit, meskipun tidak bisa membuktikan sebab-akibat.
- c) Ketika sumber daya terbatas
Karena pengumpulan data dilakukan sekali saja, penelitian ini lebih cepat dan lebih murah dibandingkan studi kohort atau eksperimen.
Untuk perencanaan studi lanjutan

- d) Data cross-sectional bisa digunakan sebagai dasar untuk merancang studi kohort atau intervensi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Cuschieri, S. (2023). *Conducting an Observational Epidemiological Study: From Idea to Publication*. London: Routledge.

Kelsey, J.L., Whittemore, A.S., Evans, A.S., & Thompson, W.D. (2014). *Methods in Observational Epidemiology* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.

Vandenbroucke, J.P., von Elm, E., Altman, D.G., et al. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *PLOS Med*, 4(10), e296.

Rothman, K.J., Greenland, S., & Lash, T.L. (2008). *Modern Epidemiology* (3rd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Hernán, M.A., & Robins, J.M. (2020). *Causal Inference: What If*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

Breslow, N.E., & Day, N.E. (1980). *Statistical Methods in Cancer Research, Volume I: The Analysis of Case-Control Studies*. Lyon: International Agency for Research on Cancer.

Pearl, J. (2009). *Causality: Models, Reasoning, and Inference* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Baker, S.G., & Kramer, B.S. (2003). *Design and Analysis of Observational Studies*. New York: Springer.

Cochran, W.G., & Cox, G.M. (1957). *Experimental Designs* (2nd ed.). New York: Wiley.

Schlesselman, J.J. (1982). *Case-Control Studies: Design, Conduct, Analysis*. New York: Oxford University Press.

LATIHAN SOAL

Soal 1 – Identifikasi Desain Studi

Sebuah tim peneliti ingin mengetahui apakah paparan asap rokok pada ibu hamil berhubungan dengan berat lahir rendah pada bayi. Mereka mengikuti sekelompok ibu hamil yang terpapar asap rokok dan sekelompok ibu hamil yang tidak terpapar, kemudian mencatat berat lahir bayi.

Pertanyaan:

- a) Jenis studi observasional apa yang dilakukan oleh peneliti tersebut?
- b) Sebutkan satu kelebihan dan satu keterbatasan dari desain studi ini.

Soal 2 – Case-Control Study

Dalam sebuah rumah sakit, peneliti ingin mengetahui faktor risiko terjadinya kanker paru-paru. Mereka memilih 200 pasien dengan kanker paru-paru (kasus) dan 200 pasien tanpa kanker paru-paru (kontrol). Peneliti menanyakan riwayat merokok kepada semua peserta.

Pertanyaan:

- a) Apa desain studi ini? Jelaskan ciri-cirinya.
- b) Mengapa studi ini lebih cocok digunakan untuk penyakit yang jarang terjadi?

Soal 3 – Cohort Study

Peneliti ingin mempelajari hubungan antara konsumsi minuman manis dan obesitas pada remaja. Mereka mengikuti 500 remaja yang rutin minum minuman manis dan 500 remaja yang jarang minum selama 5 tahun untuk melihat siapa yang menjadi obesitas.

Pertanyaan:

- a) Jenis studi observasional apa yang digunakan dalam penelitian ini?
- b) Sebutkan dua keuntungan dari desain studi ini dibandingkan studi case-control.

BAB 7

STUDI EKSPERIMEN

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mahasiswa dapat menjelaskan karakteristik utama dari studi eksperimen dan ekologis terkait pemilihan subjek, pengumpulan data, dan analisis.
2. Mengidentifikasi desain dari suatu penelitian tertentu
3. Mendiskusikan faktor-faktor yang menentukan kapan suatu desain penelitian tertentu tepat digunakan

A. Pendahuluan

Pada penelitian observasional, peneliti mempelajari subjek dalam kondisi apa adanya. Konsekuensinya, subjek yang terpapar suatu faktor risiko sering kali memiliki karakteristik yang berbeda dengan subjek yang tidak terpapar, dan perbedaan tersebut dapat secara independen memengaruhi risiko terjadinya penyakit. Faktor perancu (*confounding*) yang telah diketahui dapat dikendalikan melalui perancangan atau analisis penelitian. Namun, selalu terdapat kemungkinan keberadaan faktor perancu yang tidak teridentifikasi.

Sebaliknya, penelitian eksperimental relatif lebih terlindungi dari pengaruh faktor perancu karena peneliti memiliki kendali penuh untuk menentukan siapa yang akan mendapatkan paparan dan siapa yang tidak. Terutama ketika alokasi paparan dilakukan secara acak (randomisasi) dan jumlah kelompok atau subjek yang diacak cukup besar, maka pengaruh faktor perancu yang tidak dikenali sekalipun menjadi sangat kecil kemungkinan muncul secara statistik.

B. Pengertian Studi Eksperimen

Studi eksperimen merupakan salah satu bentuk penelitian kuantitatif yang dirancang untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel. Melalui studi ini, peneliti secara sengaja memberikan perlakuan atau intervensi terhadap suatu kelompok, kemudian membandingkan hasilnya dengan kelompok lain yang tidak menerima perlakuan. Dengan demikian, studi eksperimen memungkinkan peneliti untuk menilai secara lebih pasti pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

C. Tujuan Studi Eksperimen

Beberapa tujuan studi eksperimen adalah mengevaluasi cara-cara baru untuk terapi dan pencegahan penyakit, diantaranya:

1. Obat-obat dan cara pengobatan baru dari suatu penyakit

Obat-obat dan cara pengobatan baru merupakan inovasi medis yang terus dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas, keamanan, dan kemudahan dalam pengobatan berbagai penyakit. Inovasi ini meliputi pengembangan obat dengan mekanisme kerja yang lebih spesifik, durasi pengobatan yang lebih singkat, serta metode pemberian obat yang lebih praktis dan nyaman bagi pasien.

2. Teknologi kedokteran dan pelayanan kesehatan baru

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kedokteran mendorong lahirnya berbagai inovasi, baik berupa alat diagnostik, metode terapi, maupun bentuk pelayanan kesehatan yang lebih efektif dan efisien. Contohnya adalah penggunaan teknologi pencitraan medis terkini, perangkat kesehatan berbasis digital, obat-obatan baru, hingga model pelayanan kesehatan berbasis telemedicine. Inovasi tersebut menawarkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas hidup dan memperpanjang harapan hidup masyarakat.

Setiap teknologi dan pelayanan kesehatan baru harus melalui proses pengujian yang ketat sebelum dapat diterapkan secara luas. Melalui penelitian eksperimental,

peneliti dapat menilai keamanan, efektivitas, serta manfaat klinis suatu teknologi atau layanan kesehatan dengan menggunakan kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Proses ini memastikan bahwa manfaat yang diperoleh benar-benar berasal dari teknologi atau pelayanan baru tersebut, bukan dari faktor lain.

3. Metode-metode pencegahan primer yang baru

Pencegahan primer bertujuan mencegah timbulnya penyakit sebelum terjadi, misalnya melalui imunisasi, promosi kesehatan, peningkatan gizi, dan perubahan gaya hidup. Untuk memastikan bahwa metode pencegahan primer tersebut efektif dan aman, penelitian eksperimental menjadi pendekatan utama. Melalui desain eksperimen, peneliti dapat menguji dampak suatu intervensi dengan membandingkan kelompok yang mendapat intervensi dengan kelompok kontrol. Misalnya, uji klinis vaksin baru atau penelitian mengenai efektivitas aplikasi digital dalam menurunkan perilaku berisiko.

4. Program-program baru untuk skrining dan deteksi dini suatu penyakit

Skrining dan deteksi dini merupakan strategi penting dalam upaya menurunkan morbiditas dan mortalitas suatu penyakit. Agar program tersebut dapat diimplementasikan secara luas, diperlukan penelitian eksperimental untuk menilai keakuratan, efektivitas, serta manfaatnya bagi masyarakat. Melalui desain eksperimen, peneliti dapat membandingkan hasil skrining baru dengan metode standar, sekaligus menilai dampaknya terhadap pencegahan dan perbaikan kualitas layanan kesehatan. Dengan demikian, studi eksperimen menjadi dasar ilmiah dalam memastikan bahwa program skrining dan deteksi dini benar-benar bermanfaat dan layak digunakan dalam praktik kesehatan masyarakat.

5. Cara-cara baru untuk mengorganisasikan dan memberikan pelayanan kesehatan

Salah satu bentuk inovasi yang bertujuan meningkatkan kualitas, efisiensi, dan aksesibilitas layanan kesehatan. Inovasi tersebut dapat meliputi pengembangan struktur organisasi yang lebih responsif, integrasi berbagai layanan kesehatan, pemanfaatan teknologi informasi, serta model pelayanan yang berorientasi pada kebutuhan pasien dan masyarakat.

Keterkaitan dengan studi eksperimen sangat penting karena inovasi dalam pelayanan kesehatan harus diuji secara sistematis untuk menilai efektivitas dan dampaknya pada kualitas layanan. Studi eksperimen dalam konteks organisasi pelayanan kesehatan biasanya dilakukan dengan desain yang melibatkan kelompok kontrol dan perlakuan untuk membandingkan metode baru dengan metode yang sudah ada. Evaluasi dilakukan terhadap berbagai aspek seperti kepuasan pasien, waktu pelayanan, biaya, dan hasil kesehatan.

6. Dampak dari kebijakan-kebijakan baru dalam pelayanan kesehatan dan pendanaan pelayanan kesehatan

Kebijakan-kebijakan baru dalam pelayanan kesehatan dan pendanaan pelayanan kesehatan memiliki dampak signifikan terhadap akses, kualitas, dan pemerataan layanan kesehatan. Studi eksperimen menjadi alat penting untuk mengevaluasi dampak kebijakan tersebut secara objektif dan sistematis.

Dalam konteks pelayanan kesehatan, studi eksperimen dapat digunakan untuk mengukur bagaimana kebijakan baru mempengaruhi kepuasan pasien, kinerja tenaga kesehatan, dan efektivitas pelayanan yang diberikan. Adapun di bidang pendanaan kesehatan, studi eksperimen memungkinkan evaluasi secara kuantitatif terhadap efektivitas alokasi dana, efisiensi penggunaan anggaran, dan dampak jangka panjang pada status kesehatan masyarakat.

D. Jenis -Jenis Penelitian Eksperimen

Studi eksperimental dibagi menjadi dua jenis utama yaitu uji klinik acak dan non acak, yang berbeda terutama pada cara penentuan subjek penelitian dan kontrol variabel.

Uji klinik acak (*Randomised Clinical Trials (RCTs)*) adalah jenis studi eksperimental yang khusus digunakan dalam penelitian klinis untuk menguji efektivitas dan keamanan intervensi medis seperti obat, terapi, atau prosedur kesehatan pada manusia. Pada RCT, peserta secara acak (random) dibagi ke dalam kelompok intervensi (mendapatkan pengobatan atau terapi baru) dan kelompok kontrol (mendapatkan plasebo atau terapi standar). Proses randomisasi ini bertujuan untuk menyeimbangkan variabel yang berpotensi mempengaruhi hasil antara kedua kelompok sehingga hasil yang diperoleh mencerminkan efek intervensi, bukan faktor lain. RCT dianggap sebagai "gold standard" dalam penelitian klinis karena memberikan tingkat validitas internal yang sangat tinggi dan memungkinkan peneliti menarik kesimpulan kausal dengan lebih kuat. Selain itu, RCT mencakup beberapa fase mulai dari fase awal untuk menguji keamanan sampai fase akhir untuk mengevaluasi efektivitas dan efek samping pada populasi yang lebih besar.

Uji klinik non acak adalah jenis uji klinis di mana penentuan peserta penelitian ke dalam kelompok perlakuan dan kontrol tidak dilakukan secara acak. Biasanya, peserta direkrut secara berturut-turut (sampling konsekutif) atau dipilih berdasarkan kriteria tertentu tanpa prosedur randomisasi. Karena tidak menggunakan randomisasi, uji klinik non acak lebih rentan terhadap bias seleksi yang dapat mempengaruhi validitas internal penelitian. Uji klinik non acak sering dilakukan ketika randomisasi sulit atau tidak memungkinkan secara etika, praktis, atau logistik. Contohnya pada situasi dengan jumlah calon peserta yang sangat terbatas atau kondisi

klinis tertentu yang tidak memungkinkan pembagian acak. Dalam uji klinik non acak ini, peneliti tetap memberikan intervensi dan mengamati efeknya, biasanya dengan kelompok kontrol sebagai pembanding, namun pengendalian variabel luar dan bias menjadi lebih menantang dibandingkan uji klinik acak. Meskipun validitas internalnya lebih rendah daripada uji klinik acak, uji klinik non acak tetap memberikan informasi yang berharga terutama dalam konteks awal pengujian obat atau terapi baru.

E. Beberapa Elemen Penting Dalam Rancangan Penelitian Uji Klinik

Uji klinik merupakan bentuk penelitian eksperimen yang bertujuan menilai keamanan dan efektivitas suatu intervensi medis, seperti obat, vaksin, atau prosedur baru. Agar hasil penelitian dapat dipercaya, rancangan uji klinik perlu memperhatikan beberapa elemen penting. Elemen tersebut mencakup perumusan tujuan dan hipotesis yang jelas, pemilihan subjek dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang tepat, serta penerapan randomisasi untuk meminimalkan bias. Selain itu, penggunaan kelompok kontrol dan penerapan blinding penting untuk menjaga objektivitas hasil penelitian.

Ukuran sampel yang memadai, instrumen pengukuran yang valid, serta prosedur penelitian yang sesuai standar menjadi syarat lain yang harus dipenuhi. Pertimbangan etik juga wajib diperhatikan untuk melindungi hak dan keselamatan subjek penelitian. Terakhir, analisis data yang dirancang dengan tepat memastikan bahwa hasil penelitian dapat memberikan kesimpulan yang sah. Dengan memperhatikan elemen-elemen tersebut, penelitian uji klinik dapat menjadi dasar ilmiah yang kuat bagi penerapan inovasi kedokteran dan pelayanan kesehatan.

F. Seleksi Subjek Penelitian: Kriteria Memenuhi Syarat Penelitian (*Criteria for Eligibility*)

Dalam penelitian eksperimen, pemilihan subjek penelitian merupakan tahap penting untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh valid dan dapat digeneralisasi. Seleksi subjek dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi yang ditetapkan secara jelas sejak awal penelitian. **Kriteria inklusi** adalah syarat yang harus dipenuhi agar seseorang dapat ikut serta dalam penelitian, misalnya usia tertentu, jenis penyakit, atau kondisi klinis spesifik yang relevan dengan tujuan penelitian. **Kriteria eksklusi** adalah kondisi atau karakteristik yang menyebabkan calon peserta tidak dapat diikutsertakan, misalnya adanya penyakit penyerta berat, kehamilan, atau penggunaan terapi lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian.

Dengan menetapkan kriteria eligibilitas yang tepat, penelitian eksperimen dapat menjaga homogenitas kelompok, meningkatkan validitas internal, serta melindungi keselamatan subjek. Proses ini juga penting agar hasil penelitian benar-benar mencerminkan efek intervensi yang diuji, bukan dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak terkendali.

G. Alokasi Subjek Penelitian Untuk Kelompok Perlakuan dan Non Perlakuan

1. Beberapa masalah yang terkait dengan rancangan penelitian bukan uji klinik

a. Tanpa pembandingan

Dalam penelitian eksperimen yang bukan uji klinik, salah satu masalah utama adalah tidak adanya kelompok pembandingan (*control group*). Hal ini menyebabkan peneliti sulit memastikan apakah hasil atau perubahan yang diamati benar-benar disebabkan oleh intervensi yang diberikan atau justru dipengaruhi oleh faktor lain. Ketiadaan pembandingan menjadikan validitas internal

penelitian lemah dan kesimpulan yang ditarik sering kali bersifat terbatas.

Contoh yang sering dijumpai adalah laporan kasus (case report) dan seri kasus (case series). Pada laporan kasus, peneliti hanya mendeskripsikan pengalaman dari satu pasien tertentu, misalnya respon unik terhadap obat baru. Sementara itu, seri kasus menggambarkan sejumlah pasien dengan kondisi atau intervensi serupa, misalnya penggunaan terapi tertentu pada sekelompok pasien di rumah sakit. Meskipun bermanfaat sebagai informasi awal, kedua bentuk penelitian ini tidak memiliki kelompok kontrol, sehingga hasilnya tidak bisa langsung digeneralisasi atau digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan klinis yang kuat.

b. Dengan pembandingan

Selain penelitian tanpa pembandingan, terdapat juga rancangan penelitian non-uji klinik yang menggunakan kelompok pembandingan. Namun, penggunaan pembandingan pada desain ini masih memiliki keterbatasan, terutama karena tidak dilakukan secara acak (randomisasi) sehingga rawan bias. Dua bentuk yang sering digunakan adalah:

- 1) Sebelum dan sesudah ada perlakuan (*historical controls*). Pada desain ini, hasil kelompok yang diberi perlakuan dibandingkan dengan data sebelum intervensi atau dengan data pasien di masa lalu. Misalnya, angka kesembuhan pasien sebelum adanya penggunaan obat baru dibandingkan dengan angka kesembuhan setelah obat digunakan. Kelemahannya, terdapat kemungkinan perbedaan kondisi lingkungan, praktik medis, atau karakteristik pasien antara periode lama dan baru, sehingga

hasil penelitian bisa dipengaruhi faktor luar yang tidak terkontrol.

- 2) Kontrol tanpa acak dan simultan (*Simultaneous non-randomized control*). Dalam desain ini, kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang diambil pada waktu yang sama, namun tanpa alokasi acak. Misalnya, pasien di satu rumah sakit mendapat perlakuan baru, sedangkan pasien di rumah sakit lain mendapat terapi standar. Kelemahannya adalah perbedaan karakteristik antara kedua kelompok (misalnya fasilitas, kondisi pasien, atau sumber daya) dapat memengaruhi hasil, sehingga potensi bias tetap tinggi.

2. Randomisasi

Randomisasi adalah proses pengalokasian subjek penelitian ke dalam kelompok intervensi dan kontrol secara acak. Tujuannya adalah agar setiap subjek memiliki peluang yang sama untuk masuk ke kelompok mana pun, sehingga faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil penelitian terdistribusi secara merata. Dengan randomisasi, bias seleksi dapat diminimalkan dan validitas internal penelitian meningkat. Contoh: dalam uji klinis obat baru, pasien dibagi ke dalam kelompok perlakuan (mendapat obat) dan kelompok kontrol (mendapat plasebo) secara acak menggunakan komputer atau undian.

3. Stratifikasi dan randomisasi

Stratifikasi adalah pembagian subjek penelitian ke dalam strata atau lapisan tertentu berdasarkan karakteristik penting (misalnya usia, jenis kelamin, tingkat keparahan penyakit), sebelum dilakukan randomisasi. Tujuannya adalah agar distribusi faktor-faktor penting tetap seimbang di setiap kelompok, sehingga hasil penelitian lebih valid.

Stratifikasi kemudian diikuti dengan randomisasi di dalam masing-masing strata. Dengan cara ini, penelitian dapat mengurangi risiko ketidakseimbangan variabel perancu yang mungkin memengaruhi hasil. Contoh: pada penelitian efektivitas vaksin, peserta dikelompokkan dulu berdasarkan kelompok usia (misalnya <18 tahun dan ≥18 tahun), lalu dilakukan randomisasi dalam setiap kelompok tersebut.

H. PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian eksperimen, pengumpulan data merupakan tahap krusial untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh valid dan dapat dipertanggungjawabkan. Beberapa aspek penting dalam pengumpulan data meliputi:

- 1) Treatment (dialokasikan dan diterima)
Data harus mencatat dengan jelas intervensi yang dialokasikan melalui proses randomisasi serta intervensi yang benar-benar diterima oleh subjek penelitian. Hal ini penting untuk menilai kepatuhan dan memastikan bahwa perlakuan sesuai dengan rancangan penelitian.
- 2) Outcome (termasuk manfaat dan efek samping)
Outcome yang diukur mencakup manfaat utama intervensi (misalnya perbaikan kondisi klinis) sekaligus efek samping atau risiko yang mungkin timbul. Pengukuran outcome harus objektif, terstandar, dan konsisten pada semua kelompok.
- 3) Profil prognosis saat masuk
Informasi tentang kondisi awal subjek (baseline characteristics), seperti usia, jenis kelamin, tingkat keparahan penyakit, atau faktor risiko lain, harus dicatat secara lengkap. Profil ini digunakan untuk menilai kesetaraan antar kelompok sejak awal penelitian.

- 4) Kualitas kesebandingan data di semua kelompok perlakuan
Data harus diperiksa untuk memastikan bahwa kelompok intervensi dan kontrol memiliki karakteristik dasar yang sebanding. Kesebandingan ini penting agar perbedaan hasil yang muncul dapat diatribusikan pada intervensi, bukan karena faktor luar.

I. Pembutaan (Blinding/Masking)

Pembutaan atau blinding adalah teknik dalam penelitian eksperimen untuk menyembunyikan informasi mengenai alokasi perlakuan dari pihak-pihak yang terlibat, sehingga dapat mengurangi bias dalam pengukuran maupun interpretasi hasil. Tingkat pembutaan dapat bervariasi tergantung rancangan penelitian.

- 1) Subjek Penelitian (gunakan Placebo)
Subjek tidak mengetahui apakah ia menerima perlakuan aktif atau plasebo. Cara ini mencegah efek psikologis (*placebo effect*) atau ekspektasi subjek memengaruhi hasil penelitian.
- 2) Pengumpul data
Peneliti atau tenaga kesehatan yang mengumpulkan data tidak mengetahui kelompok perlakuan subjek. Hal ini mengurangi risiko subjektivitas dalam pencatatan outcome, terutama untuk variabel yang membutuhkan observasi langsung.
- 3) Penganalisa data
Analisis statistik tidak diberi informasi tentang kelompok mana yang menerima perlakuan atau kontrol. Dengan demikian, interpretasi hasil tetap objektif dan bebas dari pengaruh harapan peneliti.

J. Mengukur Outcome

Pengukuran outcome merupakan aspek kunci dalam penelitian eksperimen karena menjadi dasar penarikan kesimpulan mengenai efektivitas suatu

intervensi. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas hasil, terdapat dua hal penting yang perlu diperhatikan:

- 1) Perlu kriteria yang jelas
Outcome yang diukur harus didefinisikan secara operasional dengan kriteria yang jelas, spesifik, dan dapat diuji. Hal ini bertujuan agar penilaian tidak bersifat subjektif serta dapat direplikasi oleh peneliti lain.
- 2) Perlu Pengukuran yang sama pada dua kelompok
Metode dan instrumen pengukuran harus diterapkan secara konsisten pada kelompok intervensi maupun kelompok kontrol. Keseragaman pengukuran ini mencegah terjadinya bias dan memastikan bahwa perbedaan hasil yang muncul benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan, bukan oleh perbedaan metode evaluasi.

K. ISU MENGENAI RANCANGAN STUDI EKSPERIMENTAL

Meskipun studi eksperimental merupakan pendekatan yang paling kuat untuk menilai hubungan sebab-akibat, ada beberapa isu penting yang perlu diperhatikan dalam perancangannya:

- 1) Bias dan Validitas
Studi eksperimental tetap rentan terhadap bias, misalnya bias seleksi atau measurement bias, jika randomisasi, pembutaan, dan pengukuran outcome tidak diterapkan dengan benar.
- 2) Pertimbangan Etik
Tidak semua intervensi dapat diuji secara eksperimen karena alasan etika. Misalnya, menahan pengobatan yang terbukti efektif dari kelompok kontrol atau mengekspos subjek pada risiko berbahaya.
- 3) Generalizability (Kesepakatan Eksternal)
Hasil penelitian yang sangat terkontrol mungkin sulit digeneralisasi ke populasi luas atau kondisi nyata,

karena subjek penelitian sering lebih homogen dibanding masyarakat umum.

- 4) Keterbatasan Sumber Daya
Studi eksperimen, terutama uji klinik, membutuhkan waktu, biaya, dan tenaga yang besar. Hal ini dapat membatasi ukuran sampel atau durasi penelitian.
- 5) Masalah Kepatuhan dan Drop-out
Kepatuhan subjek terhadap intervensi atau tingkat keluar dari penelitian (drop-out) dapat memengaruhi hasil dan interpretasi penelitian.
- 6) Kompleksitas Desain
Beberapa intervensi membutuhkan desain eksperimen yang kompleks, misalnya stratifikasi, crossover, atau multi-arm trial, sehingga memerlukan perencanaan dan analisis yang lebih rumit.

L. Masalah Dan Isu Terkait Dengan Uji Klinik Teracak

Uji klinik teracak (RCT) merupakan standar emas dalam penelitian eksperimen untuk menilai keamanan dan efektivitas suatu intervensi. Meskipun demikian, beberapa masalah dan isu penting sering muncul dalam pelaksanaannya:

- 1) Tidak mengikuti protocol penelitian. Ketidakpatuhan terhadap protokol dapat memengaruhi validitas hasil. Subjek atau peneliti mungkin tidak menjalankan prosedur penelitian sesuai rancangan.
- 2) Tidak patuh
 - a) Drop out (tidak menggunakan bahan perlakuan): Subjek meninggalkan penelitian atau tidak menggunakan intervensi yang diberikan.
 - b) Drop in (tidak menggunakan bahan kontrol). Subjek menggunakan intervensi yang seharusnya diterima oleh kelompok kontrol.
 - c) Efek ketidakpatuhan dari hasil penelitian
 - d) Penggunaan studi pendahuluan (pilot studies)
 - e) Pengamatan kepatuhan dan ketidak patuhan

- 3) Lepas pengamatan (*Lost to follow up*). Subjek yang hilang selama penelitian dapat memengaruhi interpretasi hasil dan menimbulkan bias jika jumlahnya signifikan.
- 4) Besar sampel. Ukuran sampel yang terlalu kecil dapat mengurangi kekuatan statistik, sementara ukuran sampel yang besar memerlukan sumber daya lebih banyak.
- 5) Intitusi tunggal versus kerjasama antar pusat penelitian. Penelitian multi-situs dapat meningkatkan generalizability, tetapi juga menambah kompleksitas koordinasi dan standar prosedur antar pusat.
- 6) Generazibility dari hasil penelitian. Hasil RCT yang sangat terkontrol mungkin sulit digeneralisasi ke populasi luas, terutama jika subjek penelitian sangat homogen.
- 7) Isu etik dalam uji klinik. Penelitian harus mempertimbangkan keamanan dan hak subjek, termasuk memberikan persetujuan yang diinformasikan (*informed consent*), melindungi kelompok kontrol, dan menghindari eksposur risiko yang tidak perlu.

M. Contoh Kasus Randomisasi Dan Non-Randomisasi

Contoh Hipotetis Pengaruh Ketidakcocokan Kelompok yang Diteliti terhadap Perbandingan Angka Kematian

Asumsikan: Sebuah populasi penelitian terdiri dari 2.000 pasien dengan penyakit jantung koroner akut, di mana setengah dari pasien menerima intervensi tertentu dan setengah lainnya tidak. Dari 2.000 pasien tersebut, 700 memiliki aritmia "X" dan 1.300 tidak memiliki aritmia tersebut.

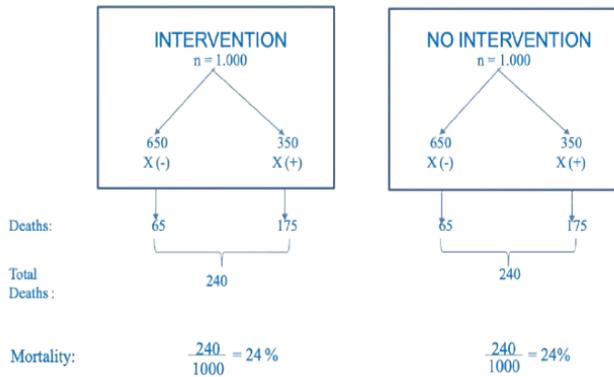
X (+) = Pasien dengan aritmia "X" yang memiliki angka kematian 50%

X (-) = Pasien tanpa aritmia "X" yang memiliki angka kematian 10%

CONTOH 1: Non-Randomisasi

I. Non-Randomisasi (Pemilihan Sendiri)

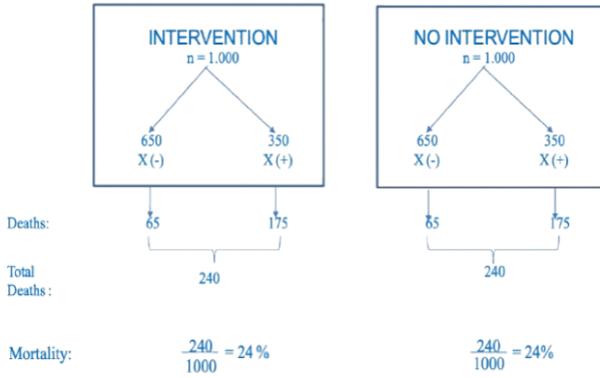
Jika penelitian ini tidak menggunakan randomisasi, proporsi pasien dengan aritmia di kedua kelompok dapat berbeda.



CONTOH 2: Randomisasi

II. Penelitian Eksperimental (Randomisasi)

Jika penelitian ini menggunakan randomisasi, proporsi pasien dengan aritmia di kedua kelompok kemungkinan akan serupa.



CONTOH 3: STRATIFIKASI RANDOMISASI

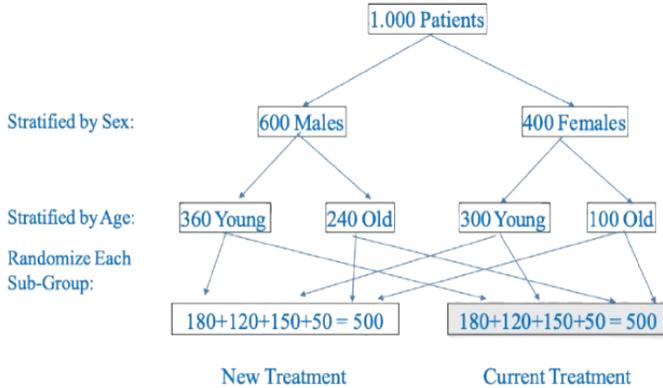
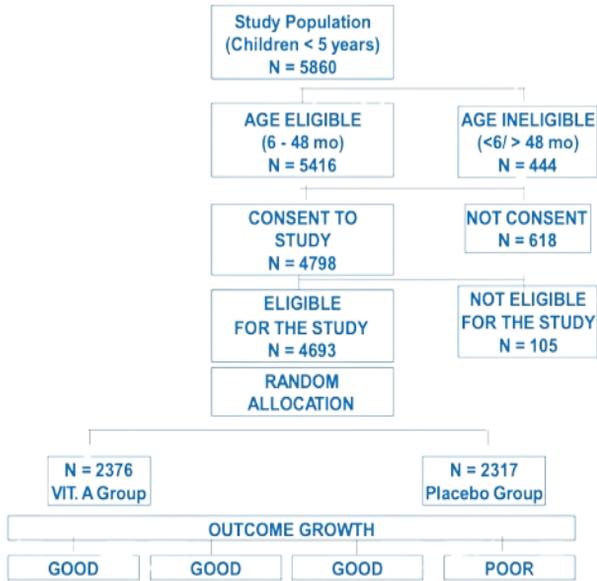


DIAGRAM STUDI DESAIN



DAFTAR PUSTAKA

- Fisher, R. A. (1935). *The Design of Experiments*. Macmillan.
- Armitage, J., & Peto, R. (2008). *Statistical Methods in Medical Research*. Blackwell Publishing.
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (Eds.). (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Wiley-Blackwell.
- Medical Research Council. (2008). *Developing and Evaluating Complex Interventions: New Guidance*.
- Murray, E., et al. (2024). Rethinking the pros and cons of randomized controlled trials and observational studies in the era of big data and advanced methods: A panel discussion. *BMC Proceedings*, 18, 1.
- Pocock, S. J., & Stone, G. W. (2016). The Primary Outcome in Clinical Trials. *The New England Journal of Medicine*, 375(8), 756–766.
- Jadad, A. R. (1998). *Randomized Controlled Trials: A Practical Guide*. BMJ Publishing Group.
- Seltman, H. J. (2018). *Experimental Design and Analysis*. Carnegie Mellon University.
- Breza, E., et al. (2021). Doctors and Nurses Social Media Ads Reduced Holiday Travel and COVID-19 Infections: A Cluster Randomized Controlled Trial in 13 States. *arXiv*.
- Begg, C. B., & Berlin, J. A. (1992). Publication Bias: A Problem in Interpreting Medical Data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 155(4), 419–463.
- Marks, H. M. (1997). *The Progress of Experiment: Science and Therapeutic Reform in the United States, 1900–1990*. Cambridge University Press.

LATIHAN SOAL-SOAL

Soal 1 – Randomized Controlled Trial (RCT)

Sebuah penelitian eksperimen dilakukan untuk menilai efek obat baru pada pasien dengan aritmia X. Dari 2.000 pasien yang direkrut, 1.000 diberi obat baru (intervensi) dan 1.000 tidak diberi obat (kontrol). Dari total 2.000 pasien, 700 mengalami aritmia X.

Pertanyaan:

- 1) Jelaskan mengapa randomisasi penting dalam studi ini.
- 2) Hitung proporsi pasien dengan aritmia X pada kelompok intervensi dan kontrol jika distribusi aritmia X sama rata karena randomisasi.
- 3) Bagaimana interpretasi hasil proporsi tersebut dalam konteks validitas internal penelitian?

Soal 2 – Non-Randomized Experimental Study

Sebuah penelitian non-randomized dilakukan untuk menilai efek program edukasi kesehatan pada penurunan berat badan. Peserta memilih sendiri untuk ikut program atau tidak.

Pertanyaan:

- 1) Jelaskan risiko bias yang mungkin muncul dalam studi ini dibanding RCT?
- 2) Bagaimana hal ini dapat mempengaruhi proporsi peserta yang berhasil menurunkan berat badan di kedua kelompok?
- 3) Berikan satu strategi statistik yang bisa digunakan untuk meminimalkan bias ini.

Soal 3 – Analisis Outcome Eksperimental

Dalam sebuah RCT tentang suplementasi vitamin D untuk mencegah infeksi saluran pernapasan, diketahui:

Kelompok intervensi (n=500): 50 orang mengalami infeksi

Kelompok kontrol (n=500): 100 orang mengalami infeksi

Pertanyaan:

- 1) Hitung risiko relatif (RR) infeksi pada kelompok intervensi dibanding kontrol.
- 2) Interpretasikan hasil RR tersebut secara klinis.
- 3) Apa arti hasil ini dalam konteks efektivitas intervensi?

Soal 4 – Studi Eksperimen dengan Stratifikasi

Sebuah studi eksperimen meneliti pengaruh pemberian ASI eksklusif terhadap kesehatan anak hingga 24 bulan. Peneliti ingin melihat apakah efek intervensi berbeda berdasarkan pendidikan ibu (rendah vs tinggi).

Pertanyaan:

- 1) Jelaskan mengapa stratifikasi menurut pendidikan ibu bisa penting dalam analisis.
- 2) Buat skema sederhana bagaimana Anda akan membandingkan outcome (misal: *continued breastfeeding*) antara kelompok intervensi dan kontrol di masing-masing strata.
- 3) Sebutkan satu metode statistik yang bisa digunakan untuk menganalisis data terstratifikasi ini.

Soal 5 – Ethical & Practical Consideration dalam Studi Eksperimen

Seorang mahasiswa S2 ingin melakukan studi eksperimen tentang efektivitas kontrasepsi suntik pada perempuan di daerah terdampak bencana.

Pertanyaan:

- 1) Sebutkan dua pertimbangan etis yang harus diperhatikan dalam penelitian ini.
- 2) Jelaskan tantangan praktis yang mungkin muncul dalam pelaksanaan studi di kondisi bencana.
- 3) Berikan satu alternatif desain penelitian yang lebih aman atau feasible daripada RCT penuh.

BAB 8

MENGUKUR RESIKO PENYAKIT DENGAN MENGUNAKAN DATA EPIDEMIOLOGI

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan:

1. Mahasiswa dapat menyusun data frekuensi penyakit kedalam tabel dua kali dua
2. Mahasiswa mampu menjelaskan dan menghitung ukuran perbandingan absolut dan relative
3. Mahasiswa mampu menginterpretasikan secara lisan setiap ukuran perbandingan absolut dan relative
4. Mahasiswa mampu menjelaskan tujuan standarisasi dan menghitung angka standar secara langsung

A. Pendahuluan

Ketika kita belajar epidemiologi, salah satu pertanyaan penting adalah: **“Bagaimana kita tahu bahwa suatu penyakit berhubungan dengan paparan tertentu?”** Misalnya, apakah konsumsi makanan tinggi gula menyebabkan diabetes, atau apakah paparan asap rokok berhubungan dengan kanker paru.

Untuk menjawab pertanyaan ini, kita tidak cukup hanya melihat jumlah kasus, tetapi perlu mengukur besarnya hubungan antara paparan dan penyakit. Caranya adalah dengan menyusun data ke dalam tabel 2x2 dan menghitung ukuran-ukuran asosiasi seperti *Relative Risk* (RR), *Odds Ratio* (OR), atau *Risk Difference* (RD). Dengan perhitungan ini, kita dapat menilai apakah risiko penyakit memang lebih tinggi pada kelompok terpapar dibanding kelompok tidak terpapar, dan seberapa besar perbedaannya.

B. Beberapa cara untuk mengukur hubungan penyakit-exposure

1. *Relative Risk* (RR)

$$RR = I_E / I_{NE} = 1$$

___ 0.8 ___ 0.9 ___ 1 ___ 2 ___ 3

Incidence pada kelompok exposed

Incidence pada kelompok non-exposed

Interpretasi:

Jika RR = 1 à resiko pada kelompok exposed = resiko pada kelompok non-exposed (tidak ada hubungan)

Jika RR > 1 à resiko pada kelompok exposed > resiko pada kelompok non-exposed (hubungan positif)

Jika RR < 1 à resiko pada kelompok exposed < resiko pada kelompok non-exposed (hubungan negatif atau protective)

Penelitian Cohort: RR dapat dihitung secara langsung
Penelitian Kasus-Kontrol Incidence tak dapat diketahui à RR tak dapat dihitung langsung (dapat diestimasi dengan OR)

2. Odds Ratio (*Relative Odds*)=Estimated RR

a) Odds suatu suatu dari suatu kejadian: ratio dari kejadian dapat muncul terhadap jumlah cara kejadian tidak dapat terjadi.

b) Contoh: probabilitas menang seekor kuda = 60%, sedangkan probabilitas kalah = 40% à Odds seekor kuda untuk menang = $P/(1-P) = 60\%:40\% = 1.51:1$ (odds = 1.5)

$$OR = Odds_E / Odds_{NE} = 1$$

___ 0.8 ___ 0.9 ___ 1 ___ 2 ___ 3

Studi Kohort:

Odds kelompok exposed berkembang menjadi sakit = a:b

Odds kelompok non-exposed berkembang menjadi sakit = c:d

Odds ratio: ratio odds kelompok exposed berkembang menjadi sakit (a:b) terhadap odds kelompok non-exposed menjadi sakit (c:d)

$$(a:b):(c:d)=ad:bc$$

Studi kasus kontrol:

Odds kasus untuk ter-exposed=a:c

Odds kontrol untuk ter-exposed=b:d

Odds ratio: ratio odds kasus untuk ter-expose terhadap odds kontrol untuk ter-expose

$$(a:c):(b:d) = ad:bc$$

Interpretasi:

Jika OR = 1 à Odds untuk ter-expose pada kel. Kasus=odds pada kel. Kontrol (tidak ada hubungan)

Jika OR > 1 à Odds untuk ter-expose pada kel. Kasus>odds pada kel. Kontrol (hubungan positif)

Jika OR < 1 à Odds untuk ter-expose pada kel. Kasus<odds pada kel. Kontrol (hubungan negatif)

THEN : Follow to see whether

| | | Disease Develops | Disease Does Not Develop | Totals | Incidence Rates of Disease | |
|------------------|-------------|------------------|--------------------------|--------|----------------------------|--------------------------|
| FIRST: Select | Exposed | a | b | a+b | $\frac{a}{a+b}$ | Incidence in Exposed |
| | Not Exposed | c | d | c+d | $\frac{c}{c+d}$ | Incidence in Not-Exposed |

CASE-CONTROL STUDY

| | | FIRST | Select |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| THEN : | | CASES (With Disease) | CONTROLS (Without Disease) |
| Measure Past Exposure | Were Exposed | a | b |
| | Were Not Exposed | c | d |
| Totals | | a+c | b+d |
| Proportions Exposed | | $\frac{a}{a+c}$ | $\frac{b}{b+d}$ |

Odds Ratio In A Prospective Study

| | | Develop Disease | Do Not Develop Disease |
|-------------|---|-----------------|---------------------------|
| Exposed | a | b | |
| Not Exposed | c | d | |

$$\text{Odds Ratio} = \frac{\left(\frac{a}{b}\right)}{\left(\frac{c}{d}\right)} = \frac{ad}{bc}$$

Odds Ratio In A Case-Control Study

| | CASES Develop Disease | CONTROLS Develop Disease |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|
| Exposed | a | b |
| Not Exposed | c | d |

$$\text{Odds Ratio} = \frac{\left(\frac{a}{c}\right)}{\left(\frac{b}{d}\right)} = \frac{ad}{bc}$$

Kapan Odds Ratio merupakan estimate (perkiraan) yang baik bagi Relative Risk?

- 1) Bila kasus-kasus itu representatif bagi semua orang yang berpenyakit dalam populasi dari mana kasus- kasus tersebut diambil perihal riwayat exposure
- 2) Bila kontrol-kontrol itu representatif bagi semua orang yang tidak berpenyakit dalam populasi dari mana kontrol-kontrol tersebut diambil perihal riwayat exposure
- 3) Penyakit yang diteliti itu jarang
 - a) Odds Ratio merupakan estimasi yang baik dari Relative Risk ketika penyakit jarang terjadi.

Example :

| | Develop Disease | Do Not Develop Disease | |
|-------------|-----------------|------------------------|--------|
| Exposed | 200 | 9.800 | 10.000 |
| Not Exposed | 100 | 9.900 | 10.000 |

$$\text{Relative Risk} = \frac{200 \div 10.000}{100 \div 10.000} = 2$$

$$\text{Odds Ratio} = \frac{200 \cdot 9.900}{100 \cdot 9.800} = 2.01$$

- b) Odds Ratio bukan merupakan estimasi yang baik dari Relative Risk ketika penyakit tidak jarang terjadi

Example :

| | Develop Disease | Do Not Develop Disease | |
|-------------|-----------------|------------------------|-----|
| Exposed | 50 | 50 | 100 |
| Not Exposed | 25 | 75 | 100 |

$$\text{Relative Risk} = \frac{50 \div 100}{25 \div 100} = 2$$

$$\text{Odds Ratio} = \frac{50 \cdot 75}{25 \cdot 50} = 3$$

- c) Hubungan antara OR dan RR
Hubungan antara OR dan RR dapat diterangkan secara aljabar sebagai berikut.
Ingat bahwa

$$RR = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}} \quad \text{dan} \quad OR = \frac{ad}{bc}$$

Oleh karena itu hubungan antara RR dengan OR dapat diekspresikan sebagai ratio RR terhadap OR:

$$\frac{RR}{OR} = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c+d}{ad}} = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{bc}{ad} = \frac{abc}{cad} = \frac{b}{c+d}$$

Karena

$$\frac{b}{a+b} = \frac{a+b-a}{a+b} = \frac{a+b}{a+b} - \frac{a}{a+b} = 1 - \frac{a}{a+b}$$

Dan

$$\frac{d}{c+d} = \frac{c+d-c}{c+d} = \frac{c+d}{c+d} - \frac{c}{c+d} = 1 - \frac{c}{c+d}$$

$$\frac{RR}{OR} = \frac{1 - \frac{a}{a+b}}{1 - \frac{c}{c+d}} \text{ atau } RR = \frac{1 - \frac{a}{a+b}}{1 - \frac{c}{c+d}} \cdot OR$$

Bila penyakit itu jarang, maka $a/(a+b)$ maupun $c/(c+d)$ sangat kecil dan komponen dalam kurung \sim $IaOR=RR$

3. Atributable Risk (AR)

Attributable Risk (AR) adalah ukuran epidemiologi yang menunjukkan seberapa besar risiko penyakit pada kelompok yang terpapar suatu faktor dapat diatribusikan (disebabkan) oleh paparan tersebut.

1) Atributable Risk untuk kelompok paparan

Attributable Risk (AR) pada kelompok paparan adalah selisih risiko penyakit antara kelompok yang terpapar dan kelompok yang tidak terpapar.

AR menunjukkan berapa besar tambahan risiko penyakit pada kelompok terpapar yang secara langsung disebabkan oleh paparan tersebut.

Dengan kata lain, AR menjawab pertanyaan:

“Seberapa besar risiko penyakit pada orang yang terpapar dapat diatribusikan pada paparan tersebut?”

2) Atributable Risk untuk total populasi

Kalau sebelumnya Attributable Risk (AR) hanya menghitung tambahan risiko penyakit pada kelompok terpapar, maka population Attribute Risk (PAR) memperluasnya ke seluruh populasi.

PAR menunjukkan seberapa besar risiko penyakit dalam seluruh populasi (baik yang terpapar maupun tidak) dapat diatribusikan pada paparan tersebut.

Dengan kata lain: “Jika paparan bisa dihilangkan, berapa besar penyakit dalam populasi total dapat dicegah?”

Example : A Hypothetical Prospective Study of 3.000 Smokers and 5.000 Non-Smokers to Investigate Smoking and Coronary Heart Disease (CHD)

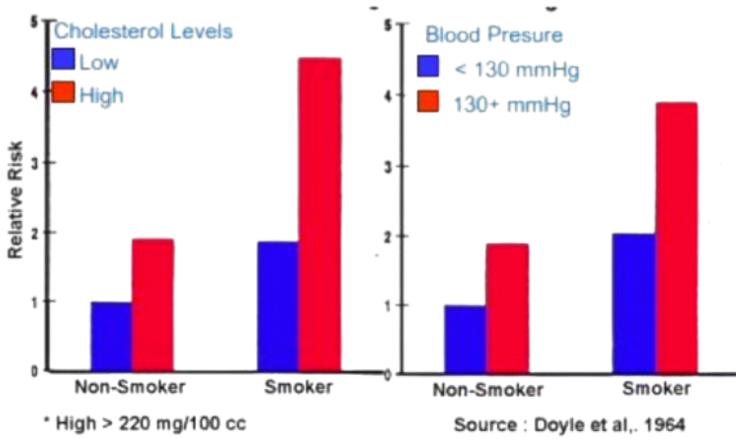
| THEN : Follow-up to see how many | | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------------------|-------|------------------------------------|
| First : Select | Develop CHD | Do Not Develop CHD | Total | Incidence Per 1.000 Per Year |
| Healthy Smokers | 84 | 2.916 | 3.000 | 28.0 |
| Healthy Non-Smokers | 87 | 4.913 | 5.000 | 17.4 |

$$\text{Incidence Among Exposed} = \frac{84}{3.000} = 28,0$$

$$\text{Incidence Among Non-Exposed} = \frac{87}{5.000} = 17,4$$

$$\text{Relative Risk} = \frac{\text{Incidence in the Exposed}}{\text{Incidence in the Non-Exposed}} = \frac{28,0}{17,4} = 1,61$$

Relative Risk for M.I. And CHD Death In Men Aged 30-62 By Serum Cholesterol and Blood Presure Level In Relation to Cigarette Smoking



DAFTAR PUSTAKA

- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2020). *Modern Epidemiology* (4th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Gordis, L. (2014). *Epidemiology* (5th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Szklo, M., & Nieto, F. J. (2019). *Epidemiology: Beyond the Basics* (4th ed.). Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Porta, M. (Ed.). (2014). *A Dictionary of Epidemiology* (6th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2012). *Principles of Epidemiology in Public Health Practice* (3rd ed.). Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services.
- Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Nizam, A., & Rosenberg, E. S. (2013). *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods* (5th ed.). Belmont, CA: Cengage Learning.
- Rothman, K. J. (2012). *Epidemiology: An Introduction* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.

LATIHAN SOAL

SOAL 1. Sebuah studi kohort meneliti hubungan antara merokok dan kanker paru. Data yang diperoleh:

| | Kanker paru (+) | Kanker paru (-) | Total |
|---------------|-----------------|-----------------|-------|
| Perokok | 60 | 940 | 1000 |
| Bukan perokok | 15 | 985 | 1000 |

Pertanyaan:

- 1) Hitung risiko kanker paru pada perokok dan bukan perokok.
- 2) Hitung Attributable Risk (AR) pada kelompok perokok.
- 3) Interpretasikan hasilnya dalam konteks klinis.

SOAL 2. Dari studi di atas, diperoleh total populasi = 2000 orang, dengan 75 kasus kanker paru.

Pertanyaan:

- 1) Hitung risiko kanker paru pada total populasi
- 2) Hitung Population Attributable Risk (PAR).
- 3) Jelaskan makna hasil PAR dalam konteks kesehatan masyarakat.

SOAL 3. Sebuah studi case-control meneliti hubungan antara konsumsi alkohol dan penyakit hati. Data diperoleh sebagai berikut:

| | Penyakit hati (+) | Penyakit hati (-) | Total |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------|
| Peminum alkohol | 120 | 180 | 300 |
| Tidak peminum | 30 | 270 | 300 |

Pertanyaan:

- 1) Hitung Relative Risk (RR) (anggap data ini sebagai kohort untuk latihan).
- 2) Hitung Odds Ratio (OR).
- 3) Bandingkan hasil RR dan OR, lalu jelaskan kapan OR merupakan estimasi yang baik untuk RR.



Universitas
Alma Ata

The Globe Inspiring University