



**MODUL EPIDEMIOLOGI PENYAKIT
MENULAR
(KSM242)**

**MODUL PERTEMUAN KEDUA
MODEL PENYAKIT MENULAR &
SISTEM IMUN**

Universitas
Esa Unggul

DISUSUN OLEH
Ira Marti Ayu, S.K.M.,M.Epid

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020

MODEL PENYAKIT MENULAR

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu menguraikan tentang model penyakit menular

B. Uraian dan Contoh

Untuk menimbulkan suatu penyakit maka membutuhkan suatu penyebab. Menurut *American Heritage Dictionary* **suatu sebab akan menghasilkan “efek, hasil atau akibat” atau “seseorang, suatu peristiwa atau kondisi yang bertanggung jawab untuk sebuah aksi atau hasil.”** Sebab merupakan suatu alasan. Contoh : alasan kecelakaan mobil yaitu karena **kondisi jalanan yang licin**, alasan tidak mengerjakan tugas yaitu **malas**. Kondisi jalanan yang licin dan malas merupakan sebab.

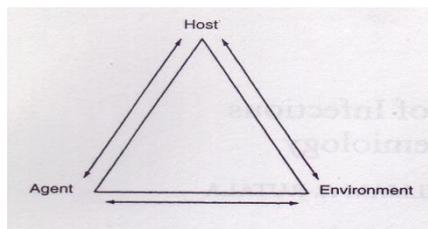
Ahli epidemiologi modern (Rothman, Greenland dan Lash) membuat definisi sebab sebagai “ suatu peristiwa, kondisi, atau karakteristik yang **mendahului** terjadinya penyakit dan jika suatu peristiwa, kondisi, atau karakteristik yang berbeda maka penyakitnya tidak terjadi. Berikut merupakan gambar peristiwa terjadinya penyakit :



Dari gambar terlihat bahwa sebab harus terjadi terlebih dahulu lalu muncul akibat. Sebab itu sendiri dapat berupa **agent biologis** sebagai kausa utama dan faktor risiko lainnya : **faktor host dan faktor lingkungan**. Walaupun dalam menyebabkan penyakit menular harus selalu ada agent biologis, faktor lainnya yang melibatkan host dan lingkungan juga berkontribusi terhadap penularan agent infeksius,

produksi penyakit serta *outcome* dari suatu infeksi. Infeksi merupakan interaksi yang kompleks antara faktor host, karakteristik agen infeksi, dan pengaruh lingkungan. Interaksi antara agent, host dan lingkungan dijelaskan dalam 4 model yaitu segitiga (*triangle*), model Roda (*wheel*), model tetrahedron, dan model rantai (*chain*).

1. Model Segitiga (*triangle*)



Model ini menyatakan bahwa penyakit infeksi disebabkan karena adanya interaksi antara agent, host dan lingkungan.

a. **Agent** (akan dibahas lebih lanjut dalam rantai penularan penyakit)

b. **Host**

Orang yang terpapar agen infeksi akan terinfeksi, kemudian ada yang berkembang penyakit, ada juga yang mampu melawan infeksi dan bahkan ada yang meninggal akibat infeksi. Berkembangnya kondisi-kondisi tersebut dipengaruhi oleh **faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik dari host**. Adapun faktor intrinsik dari host yaitu : usia, jenis kelamin, ras, genetik, fisiologi dan respon imun.

Faktor ekstrinsik adalah faktor yang membuat host memiliki kesempatan untuk berinteraksi dengan sumber penular. Adapun yang termasuk faktor ekstrinsik yaitu : perilaku (merokok, konsumsi alkohol, penggunaan obat-obatan), pola makan, aktivitas seksual, pekerjaan, aktivitas rekreasi, paparan hewan, kemoterapi, pengobatan immunosupresi (pengobatan untuk menekan respon imun), serta imunisasi.

c. **Environment (lingkungan)**

Lingkungan terdiri dari lingkungan fisik dan non fisik.

Lingkungan fisik terdiri dari :

- **Keadaan geografis (dataran tinggi/ rendah, persawahan dan lain-lain)**

Keadaan geografi (seperti ketinggian) sangat memengaruhi penularan penyakit. Nyamuk *Aedes aegypti* tidak menyukai ketinggian lebih dari 1000 m di atas permukaan laut. Kadar oksigen juga memengaruhi daya tahan tubuh seseorang. Semakin tinggi letak permukiman, maka akan semakin rendah kadar oksigennya. Dataran tinggi berhubungan dengan temperatur udara. Lingkungan persawahan dapat dihubungkan dengan penyakit yang ditularkan oleh cacing, parasit dan nyamuk.

- **Kelembapan udara**

Sebagian besar vektor penular penyakit dan agen penyebab penyakit lebih menyukai lingkungan yang lembab. Nyamuk *Aedes aegypti* biasanya mencari tempat perkembangbiakan yang teduh dan terlindung dari sinar matahari.

- **Temperatur**

Temperatur sering dihubungkan dengan cuaca dan letak negara. Temperatur yang rendah lebih disukai oleh vektor dan agent penyakit dibandingkan temperatur tinggi. Sebagian besar bakteri akan mati pada pemanasan 80-90⁰C kecuali bakteri berspora yang baru mati pada temperatur 100⁰C. Mikroba hanya akan mengalami pertumbuhan yang lambat pada temperatur 40-50⁰C atau 10-20⁰C, karena pertumbuhan optimal mikroba terjadi pada temperatur 20-40⁰C. Pertumbuhan mikroba tidak terjadi pada temperatur di bawah 0⁰C.

- **Lingkungan tempat tinggal**

Sanitasi lingkungan perumahan sangat berkaitan erat dengan penularan penyakit. Rumah dengan pencahayaan yang kurang memudahkan perkembangan sumber penyakit. Sinar matahari mengandung sinar ultra violet yang bisa membunuh kuman penyakit.

Aliran udara (ventilasi) berkaitan dengan penularan penyakit. Rumah dengan ventilasi yang baik akan menyulitkan pertumbuhan kuman penyakit. Pertukaran udara dapat memecah dan mengurai konsentrasi kuman di udara.

Bahan bangunan rumah berdampak pada sanitasi perumahan. Rumah dengan lantai tanah akan berbeda dengan lantai ubin dan keramik, bila ditinjau dari segi kesehatan. Dinding tembok atau beton jauh lebih baik daripada anyaman bambu atau dinding semipermanen.

Sarana air minum merupakan bagian yang sangat penting dengan kesehatan lingkungan. Sumber air minum dapat berasal dari sumur gali, sumur pompa tangan dalam/ dangkal (SPTDL-SPTDK), sumur artesis, perpipaan atau PDAM, penampungan air hujan (PAH), dan penampungan mata air (PMA). Semua sumber tersebut harus memenuhi syarat kesehatan air minum yaitu kadar *E. coli* nol atau negatif. Sumur gali misalnya, harus berjarak minimal 10 meter dan septic tank. Sarana ini sangat erat kaitannya dengan penyakit diare.

Jamban keluarga yang memenuhi syarat-syarat kesehatan mampu mencegah penularan penyakit melalui lalat dan vektor lainnya. Tinja manusia yang

dibuang sembarangan merupakan media yang sangat baik bagi kuman penyakit.

Selain itu saluran pembuangan air limbah (SPAL)

juga berkontribusi pada sanitasi lingkungan. Halaman rumah yang becek karena buruknya SPAL memudahkan penularan penyakit terutama yang ditularkan oleh cacing dan parasit.

Lingkungan non fisik

Lingkungan non fisik meliputi sosial (pendidikan, pekerjaan), budaya (adat, kebiasaan turun-temurun), ekonomi (kebijakan mikro dan kebijakan lokal) dan politik (suksesi kepemimpinan yang memengaruhi kebijakan pencegahan dan penanggulangan suatu penyakit).

Lingkungan sosial masyarakat berpengaruh pada tingkat pengetahuan, sikap dan praktik masyarakat dalam bidang kesehatan. Tingkat pendidikan berhubungan dengan kemampuan menerima informasi kesehatan dan media massa dan petugas kesehatan. Banyak kasus kesakitan dan kematian masyarakat yang diakibatkan oleh rendahnya tingkat pendidikan penduduk.

Pengaruh budaya pada penularan penyakit memang belum banyak diteliti. Beberapa kebiasaan lokal di Sumatera seperti “tidak turun ke tanah” (tidak keluar rumah) bagi bayi bisa menyulitkan dalam pencapaian cakupan imunisasi dasar rutin. Kebiasaan memberi ramuan tradisional pada tali pusat bayi yang baru lahir tanpa mempertimbangkan sterilisasi dapat meningkatkan risiko kasus tetanus neonatorum.

Faktor ekonomi yang berhubungan dengan daya beli masyarakat akan berkaitan secara signifikan dengan penyakit menular. Kemampuan ekonomi masyarakat biasanya

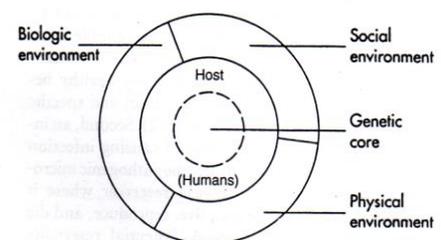
tercermin pada kondisi lingkungan perumahan seperti sarana air minum, jamban keluarga, SPAL, lantai dinding dan atap rumah. Kemampuan anggaran rumah tangga juga memengaruhi kecepatan untuk meminta pertolongan apabila anggota keluarganya sakit. Kebijakan pemerintah nasional (misalnya kenaikan harga BBM) maupun lokal (PERDA berbagai macam retribusi ataupun bantuan modal pada masyarakat yang berdampak langsung pada kemampuan daya beli masyarakat (tidak dapat berobat sewaktu sakit) atau tidak langsung (kenaikan harga).

Situasi politik nasional maupun lokal (Pemilu, Pilkada dsb) akan menyedot sumber daya masyarakat yang dapat memengaruhi kejadian kesakitan dan kematian pada masyarakat. Pemimpin dengan tingkat kepedulian tinggi terhadap kesehatan masyarakat akan mendukung dalam bentuk komitmen dan dana untuk penanggulangan penyakit.

2. Model Roda (*wheel*)

Dalam model roda diperlukan identifikasi dari berbagai faktor yang berperan dalam timbulnya suatu penyakit dapat dicegah atau diberhentikan dengan memotong mata rantai diberbagai faktor.

Model ini tidak terlalu menekankan pentingnya agent dalam menyebabkan penyakit infeksi tetapi **yang terpenting yaitu hubungan antara manusia dan lingkungan hidupnya**



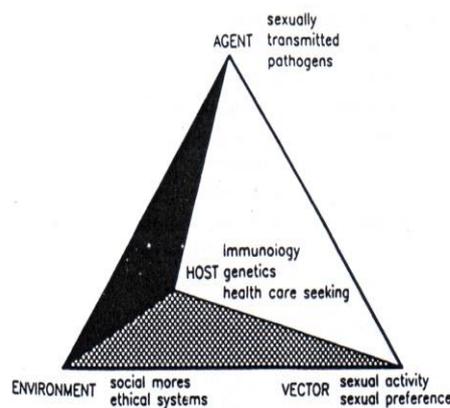
(lingkungan biologis, lingkungan sosial, lingkungan fisik)

Besarnya peranan dari masing-masing lingkungan bergantung pada penyakit yang bersangkutan.

Contoh :

- ❑ Peranan lingkungan sosial lebih besar dari lingkungan lainnya pada stress mental,
- ❑ Peranan lingkungan biologis lebih besar dari yang lainnya pada penyakit yang penularannya melalui vektor (*vector borne disease*), dan
- ❑ Peranan inti genetik lebih besar dari lingkungan lainnya pada penyakit keturunan.

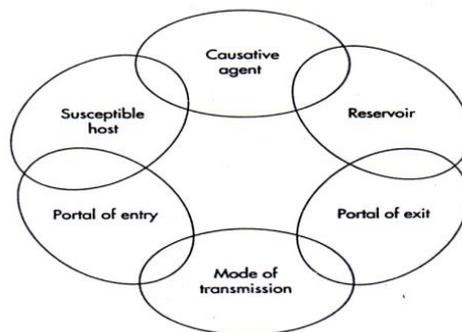
3. Model tetrahedron (model piramida)



Model ini menyatakan bahwa **untuk menyebabkan penyakit harus ada interaksi dari host, agent, lingkungan dan vektor/ media perantara.** Contohnya: untuk penyakit HIV membutuhkan faktor host (imunologi, genetik, pencarian pelayanan kesehatan), agent (patogen yang menular ditularkan secara seksual), lingkungan (adat istiadat sosial, sistem etik), vektor/ media perantara (aktivitas seksual, pilihan seksual)

4. Model rantai (chain).

Model rantai ini akan dibahas di pertemuan berikutnya:



SISTEM IMUN

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :
menguraikan tentang sistem imun

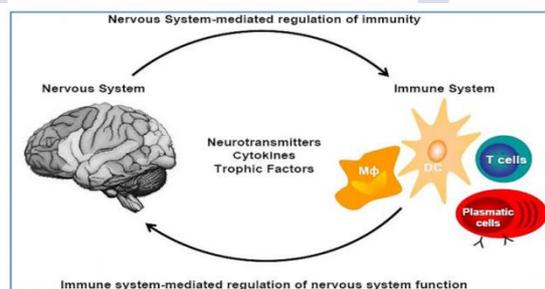
B. Uraian dan Contoh

Sistem imun merupakan salah satu karakteristik dari host yang berperan besar untuk terjadinya penyakit menular. **Sistem imun adalah suatu jaringan dari sel-sel dan protein yang mampu mengidentifikasi (mengenal) serta menghilangkan suatu benda asing.** Substansi asing yang masuk ke dalam tubuh seperti :

- ❑ Mikroorganisme (bakteri, virus, parasit)
- ❑ Molekul besar (protein, polisakarida)

Peran sistem imun yang sangat besar adalah memberikan perlindungan atau **suatu sistem pertahanan host** terhadap penyakit infeksi dan antigen asing. Sewaktu mempertahankan penjamu (host) terhadap patogen (agent infeksius), sistem imun menggunakan berbagai sistem pengenalan agar dapat secara efektif mengeliminasi patogen yang masuk dan produk-produknya. Respon yang dihasilkan terhadap suatu patogen disebut dengan **respons imun.**

Respon imun diawali dengan adanya pengenalan molekul antigen oleh komponen sistem imun melalui reseptor yang menstimulasi sistem saraf ke dalam otak guna membangkitkan dan melakukan reaksi yang tepat guna mengeliminasi antigen.



Gambar 1. Stimulasi sistem saraf dalam respon imun

Respons imun terbagi atas respon imun non spesifik (*innate immunity*) dan respon imun spesifik (*adaptive immunity*). Perbedaan keduanya yaitu :

Tabel 1. Perbedaan *innate immunity* dan *acquired immunity*

<i>Innate Immunity</i> (imunitas bawaan)	<i>Acquired Immunity</i> (imunitas didapat)
Sudah ada dan berfungsi sejak lahir	Imunitas yang didapat dan berkembang seumur hidup
Bersifat non spesifik terhadap patogen	Bersifat spesifik → dapat secara spesifik mengenali dan menghancurkan patogen karena limfosit memiliki reseptor seluler khusus dan menghasilkan antibodi spesifik
Respon cepat → respon terhadap antigen yang dapat timbul walaupun tubuh sebelumnya tidak/ belum pernah terpapar antigen	Responnya lambat → Tidak siap sampai terpajan dengan patogen (berkembang karena diinduksi/distimulasi oleh intervensi substansi asing yang masuk ke dalam tubuh)
Tidak memiliki memori	Memiliki memori
Respon sama	Memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap reinfeksi oleh patogen tersebut
Berfungsi memberikan respon dini terhadap antigen dan menginduksi terjadinya respon imun selanjutnya → respon imun spesifik. Sehingga disebut dengan pertahanan utama dan pertama	Berperan sebagai pertahanan ketiga

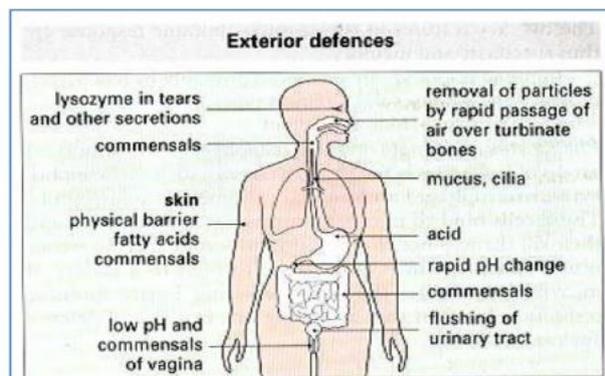
1. Respon imun non-spesifik (*innate immunity*)

Respon imun spesifik disebut juga dengan imunitas bawaan. Komponen dari respon imun non-spesifik yaitu :

- a. Permukaan luar tubuh → komponen pertahanan pertama dalam imunitas bawaan, terdiri dari pertahanan fisik (kulit), pertahanan

mekanik (rambut hidung, silia), pertahanan kimia (air mata, mukus, saliva), dan pertahanan biologis (bakteri alami).

- ❑ **Kulit** (penghalang fisik dengan mensekresi asam lemak dan keringat yang mengandung garam sehingga menghambat laju bakteri)
- ❑ **Rambut hidung dan silia**→berfungsi menyaring udara kotor yang masuk melalui hidung
- ❑ **Membran mukosa=selaput lendir pada saluran pencernaan dan saluran pernafasan** (saluran pernafasan yang mensekresi lendir akan memerangkap bakteri)
- ❑ **Kimia atau dengan enzim**→(Lisozim merupakan protein yang ditemukan di air mata, hidung, ludah, usus halus, urin, perubahan PH di lambung dan saluran kelamin)
- ❑ **Bakteri alami** (secara normal pada kulit, saluran pencernaan, dan saluran kelamin terdapat beberapa jenis bakteri alami yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen)

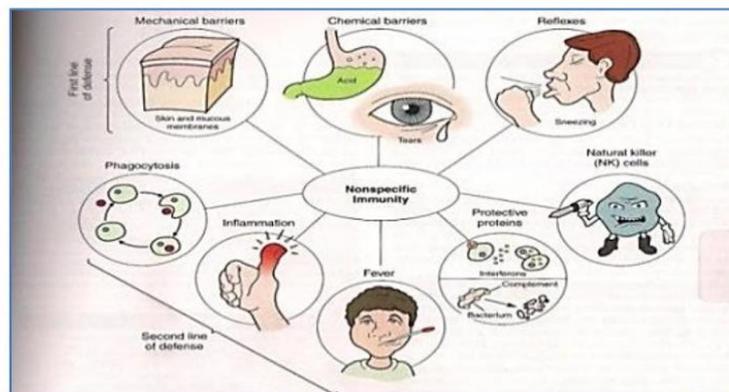


Gambar 2. Komponen pertahanan pertama dalam innate immunity

Kulit, Selaput lendir, Silia saluran nafas, batuk dan bersin merupakan pertahanan terdepan terhadap infeksi. Keratinosit dan lapisan epidermis kulit sehat dan epitel mukosa yang utuh tidak dapat ditembus kebanyakan mikroba

Contoh :

- Kulit yang rusak akibat luka bakar dan selaput lendir saluran nafas yang rusak oleh asap rokok akan meningkatkan risiko infeksi
- Tekanan oksigen yang tinggi di paru bagian atas membantu hidup kuman obligat aerob seperti tuberkulosis



Gambar 3. Komponen pertahanan kedua dalam *innate immunity*

b. Fagosit

Fagosit sel darah putih terdiri dari neutrofil dan monosit/makrofag)→**menelan dan merusak substansi asing**

- Neutrofil→memberikan pertahanan utama terhadap infeksi bakteri patogen
- Monosit/ makrofag yang aktif terhadap bakteri, virus, dan parasit intraseluler
- **Prosesnya** : Jika suatu organisme berhasil menembus permukaan epitel→sel fagosit yang banyak tersebar disepanjang tempat masuknya organisme→Fagosit melekat pada mikroba→menelan dan membunuh mikroba dengan pembentukan enzim litik dan radikal yang mematikan (anion superoksida, hidrogen peroksida, oksigen singlet dan radikal hidroksil)

c. **Sel Natural Killer (NK)**→merupakan leukosit, dinamakan *natural killer* secara spontan akan membunuh sel-sel yang tidak dikenali sebagai self oleh marker MCH (Major Histocompatibility Cells)

d. Soluble factor

- Protein komplemen (ketika antibodi terbentuk, protein komplementer akan menempel pd mikroba)
- Interferon (beberapa sel mensekresi interferon utk membuat sel kebal terhadap partikel virus)

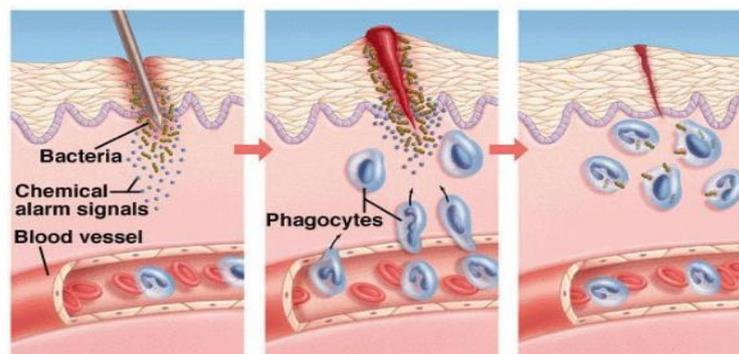
e. Respon inflamasi (radang)→reaksi respon tubuh terhadap *injury* (cedera) karena masuknya mikroorganisme/ partikel asing

Reaksi inflamasi meliputi :

- Peningkatan suplai darah ke tempat infeksi.
- Peningkatan permeabilitas kapiler darah karena retraksi endotel kapiler darah→menyebabkan molekul besar (protein serum) keluar menuju ke tempat infeksi.
- Leukosit terutama neutrofil dan monosit keluar dari kapiler menuju ke situs infeksi karena chemotaksis.

Tanda-tanda inflamasi→ rubor (merah), tumor (bengkak), calor (panas), dolor (sakit)

Inflammatory Response



Catatan : b sampai e merupakan komponen pertahanan kedua dalam imunitas bawaan

2. Respon imun spesifik (*adaptive immunity* atau *acquired immunity*).

Imunitas yang diperoleh efektif melawan banyak patogen seperti bakteri, virus, parasit, dan jamur. Imunitas ini diperoleh melalui imunisasi pasif. Ada dua jenis imunitas yang diperoleh

- **Imunitas Selular**

Yang berperan adalah **limfosit T atau sel T**, dimana yang berasal dari **kelenjar timus**. Berbeda dengan sel B, sel T terdiri atas beberapa sel subset yang mempunyai fungsi yang berlainan. Fungsi utama sistem imun spesifik seluler ialah **untuk pertahanan terhadap bakteri yang hidup intraseluler, virus, jamur, parasit, dan keganasan.**

- **Imunitas Humoral**

Yang berperan dalam sistem imun spesifik humoral adalah **limfosit B atau sel B** → berasal dari multipoten **di sumsum tulang**. Bila sel B dirangsang oleh benda asing, maka sel tersebut akan berproliferasi dan berkembang menjadi sel plasma yang **memproduksi antibodi**. Antibodi yang dilepas dapat ditemukan dalam serum. Fungsi utama antibodi ini ialah **untuk pertahanan terhadap infeksi virus, bakteri (ekstraseluler), dan dapat menetralkan toksinnya**

Daftar Pustaka

Antari, Arlita L. 2017. Imunologi Dasar. <https://books.google.co.id/books?id=bfZRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=imunologi&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiBmOu4yvzqAhVFso8KHRsPAEQQ6AEIKDAA#v=onepage&q=imunologi&f=false>

Jawetz, Melnick dan Adelberg. 2016. Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta : EGC

Kramer A, et al. Modern Infectious Disease Epidemiology. Springer Newyork Dordrecht Heidelberg London

Masriadi. 2017. Epidemiologi Penyakit Menular. Jakarta: Penerbit Rajawali Press

Nelson, Kenrad E dan Williams, Carolyn Masters. 2014. Infectious Disease Epidemiology Third Edition. Jones & Bartlett Learning

Thomas JC & Weber DJ. 2001. Epidemiology Methods for The Study of Infectious Disease. New York: Oxford University Press

