



**MODUL ANATOMI FISILOGI
(RMK140)**

**MODUL SESI 4
ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM IMUNITAS**

**DISUSUN OLEH
dr.Noor Yulia .,M.M**

Universitas
Esa Unggul

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020**

ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM IMUNITAS

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Memahami pengertian Sistem Imunitas
2. Memahami struktur dan fungsi Sistem kekebalan tubuh
3. Memahami dan dapat menguraikan kembali system imunitas

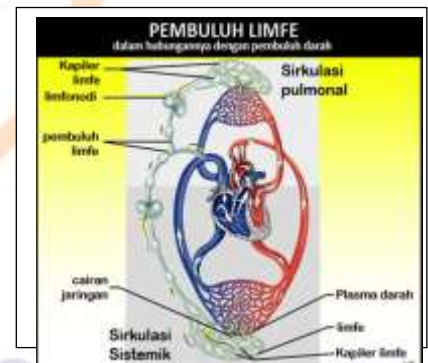
B. Uraian dan Contoh

Sistem Imunitas : sistem kekebalan adalah sistem untuk melindungi tubuh terhadap pengaruh agen infeksi serta menghancurkan zat – zat asing yang dilakukan oleh sel dan organ khusus sehingga tubuh tidak terkena penyakit

Sistem kekebalan tubuh (imunitas) adalah sistem mekanisme pada organisme yang melindungi tubuh terhadap pengaruh biologis luar dengan mengidentifikasi dan membunuh patogen. Jika sistem kekebalan melemah maka kemampuan untuk melindungi tubuh juga berkurang. Sistem imun juga memberikan pengawasan terhadap pertumbuhan sel tumor sehingga terhambatnya sistem imun dapat meningkatkan resiko terkena beberapa jenis kanker

Sistim Sirkulasi dibagi menjadi 2 bagian besar yaitu :

1. Sistim Cardiovaskular : berfungsi mengedarkan darah keseluruhan tubuh
 - terdiri dari :
 - Jantung
 - Pembuluh darah
 - Darah
2. Sistim Sirkulasi Limfatik :
 - terdiri dari :
 - kelenjar limfe
 - pembuluh limfe
 - cairan limfe atau getah bening



Sebagian cairan yang meninggalkan sirkulasi dikembalikan melalui saluran limfe dengan cara merembes didalam inter sel



DEFINISI SISTIM LIMFATIK

Lymphatic system/sistim getah bening : adalah suatu sistim yang akan **membawa cairan dan protein yang hilang masuk kembali ke dalam darah** dengan cara berdifusi kedalam kapiler limfa yang terjalin diantara kapiler – kapiler sistim kardiovaskular

Sistim limfe merupakan **bagian dari sistim Imunitas** yang berperanan penting dalam pertahanan tubuh terhadap penyakit merupakan salah satu mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi .

SISTEM LIMFATIK

Disebut juga **Sistim sirkulasi sekunder** yang berfungsi mengalirkan limfa / getah bening masuk kedalam tubuh. sebagian cairan interstitial masuk ke pembuluh limfatik dan berjalan melalui pembuluh ini kesistim vaskular. Aliran limfe normal dalam 24 jam adalah 2-4 liter. Pembuluh limfe berkontraksi secara ritmis

SIRKULASI GETAH BENING

Pembuluh darah adalah saluran sistim tertutup yang membawa darah dari jantung ke jaringan dan dari jaringan kembali ke jantung, Sistim limfe merupakan jalan tambahan tempat cairan mengalir dari ruang interstitial berjalan melalui pembuluh limfe masuk kedalam pembuluh darah disistim vaskuler

Sistim limfe berhubungan erat dengan sirkulasi darah karena mengandung cairan yang berasal dari darah dan mempunyai jaringan pembuluh limfe. Sistim limfe berfungsi untuk absorpsi zat-zat makanan dari traktus gastro intestinal (terutama lemak). Sirkulasi limfatik dalam keadaan normal cairan keluar melalui dinding kapiler lebih besar daripada yang masuk. cairan eksternal masuk limfatik dan dialirkan kembali kedalam darah untuk mempertahankan tekanan cairan interstitial dan mempermudah turn over cairan jaringan. Aliran limfe normal dalam 24 jam adalah 2-4 liter. Pembuluh limfe berkontraksi secara ritmis

JARINGAN LIMFE/GETAH BENING

berasal dari bagian darah yang keluar dari pembuluh darah, Dengan komponen terbesarnya adalah **air** . dimana didalamnya terlarut zat-zat antara lain : **glukosa, garam-garam, asam lemak. Komponen seluler : limfosit.**

Jaringan limfe menyebar ke seluruh tubuh melalui pembuluh limfe. Fungsi jaringan limfe selain untuk kekebalan tubuh (karena ada limfosit) juga untuk mengangkut cairan jaringan, protein, lemak, garam mineral dan zat-zat lain dari jaringan ke sistem pembuluh darah.

ALIRAN KELENJAR LIMFE

Sebagian cairan yang meninggalkan sirkulasi dikembalikan melalui saluran limfe yang merembes dalam ruang – ruang jaringan. Pembuluh limfe aferen menembus kapsul dan menuangkan isinya kedalam kelenjar, Bahan – bahan tersebut bercampur dengan jaringan limfe yang banyak sekali didalam kelenjar. Selanjutnya akan dikeluarkan melalui pembuluh limfe eferen. Cairan limfa akan mengalir ke kapiler dan menyatu

System limfe terdiri dari :

- **Pembuluh limfe**
- **Nodus limfatik**
- **Organ limfatik**
- **Sel limfatik**

Disepanjang pembuluh limfa terdapat organ yang disebut nodus (simpul) limfa yang berfungsi menyaring limfa. Didalam nodus limfa terdapat jaringan ikat yang berbentuk seperti sarang lebah dengan ruangan yang penuh dengan sel darah putih yang berfungsi untuk menghancurkan virus dan bakteri

Pembuluh limfe

Pembuluh limfa seperti vena **mempunyai katup** yang berfungsi mencegah aliran balik cairan menuju kapiler limfatik. Pembuluh limfe mengangkut cairan dari jaringan menuju darah. Mengangkut lemak dan benda asing untuk dirombak oleh nodus limfe. Pembuluh limfe bermuara diberbagai jaringan . Peredarannya termasuk **sirkulasi terbuka** : Pembuluh limfe dapat mengeluarkan protein dan zat partikel besar keluar jaringan untuk masuk kedalam

kapiler darah. Didalam tubuh terdapat 2 pembuluh limfe yang berukuran besar yaitu ; Duktus Thoracicus dan Ductus limfatikus kanan

Trunkus limfatikus

Terdapat lima trunkus imfatikus besar yang ada di tubuh .

1. **Bronchomediastinal trunk**, mengumpulkan cairan limfe yang berasal dari organ-organ yang berada di toraks dan dinding thoraks
2. **Jugularis trunk**, saluran drainase untuk kepala dan leher
3. **Subclavian trunk**, saluran limfe dari ekstremitas atas, dinding toraks yang superpisial, dan dari kelenjar mammae
4. **Intestinal trunk**, sebagai saluran limfe yang berasal dari organ –organ pencernaan yaitu lambung, pancreas, limpa dan hati
5. **Lumbar trunk**, berfungsi sebagai saluran dari cairan limfe yang berasal dari organ pelvic, ovarium, testis, ginjal, kelenjar adrenal, ekstremitas bawah, pelvic dan dinding abdominal.

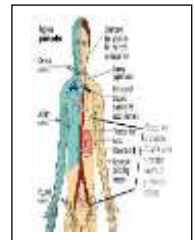
2 saluran limfe utama yaitu

1. **Ductus thoraksikus** : Duktus toraksikus mengumpulkan limfe dari semua bagian tubuh kecuali bagian yang menyalurkan limfe ke duktus limfe kanan

2. **Ductus Limfaticus kanan** : saluran yang jauh lebih kecil dan mengumpulkan limfe dari sebelah kanan kepala ,leher dada sebelah kanan dan lengan kanan bermuara pada pembuluh vena subclavia dextra disebelah bawah kanan leher (vena yang melewati tulang selangka sebelah kanan)

Fungsi pembuluh limfe :

1. Sebagai sistim pertahanan tubuh dari berbagai gangguan penyakit
2. Mengembalikan cairan dan protein dari jaringan kedalam sirkulasi darah
3. Mengangkut limfosit dan kelenjar limfe ke sirkulasi darah
4. Membuat lemak yang sudah diemulsi dari susu kesirkulasi darah
5. Menyaring dan menghancurkan microorganism
6. Menghasilkan zat antibodi
7. Menghasilkan sel darah putih dan menjaga agar tidak terjadi infeksi lebih lanjut



ORGAN LIMFATIK

Yang termasuk organ – organ limfa adalah :

- Kelenjar getah bening : limfonodus
- Tonsil
- Organ limfoid :
 - timus
 - Limpa : spleen : lien
 - Jaringan limfoid : spt tonsil plaque dan plaque peyer
- Limfonodus

Organ limfoid mengandung sejumlah sel darah putih khusus terutama limfosit yang melindungi tubuh dari benda asing / mikro organisme

ORGAN LIMFATIK

NODUS LIMFATIK

Nodus limfatikus terdapat disepanjang jalur pembuluh limfe . Berbentuk bulat oval. Ditemukan berkelompok untuk menerima limfe dari berbagai bagian tubuh. Fungsi utama : menyaring antigen dari limfe , menginisiasi respon imun . Bagian tengah dari nodus merupakan germinal center yang berisi proliferasi limfosit B dan makrofag. Nodus limfa : kelenjar limfa merupakan daerah penyaring dan penyimpan yang tersebar disepanjang jalur limfa

KELENJAR GETAH BENING= kgb : limfonodus = nodus limfe

Adalah bagian dari sistem pertahanan tubuh. Terdapat sekitar 600 kelenjar getah bening disepanjang pembuluh limfe, namun yang teraba normal pada orang sehat hanya di daerah sub mandibular (bagian bawah rahang), ketiak atau lipat paha. Kelenjar getah bening terbungkus kapsul fibrosa yang berisi kumpulan sel – sel pembentuk pertahanan tubuh (banyak mengandung sel darah putih limfosit), jaringan otot dan jaringan kelenjar. Merupakan tempat penyaringan protein asing, antigen dari pembuluh – pembuluh limfe yang melewatinya. Dapat menghasilkan sel – sel pertahanan tubuh yang lebih banyak untuk mengatasi antigen, sel tersebut antara lain: Limfosit, sel plasma, monosit dan histiosit. Kelenjar getah bening merupakan tempat penyaringan protein asing, antigen dari pembuluh – pembuluh limfe yang melewatinya. Kelenjar getah bening berfungsi sebagai penyaring bila ada infeksi lokal yang disebabkan bakteri atau virus, berfungsi sebagai benteng pertahanan tubuh. Dapat menghasilkan sel – sel pertahanan tubuh yang lebih banyak untuk mengatasi antigen, sel tersebut antara lain: Limfosit, sel plasma, monosit dan histiosit

TONSIL

Tonsil merupakan kumpulan jaringan limfosit yang terletak di kanan dan kiri faring diantara tiang – tiang lengkung fauces (lengkung langit-langit). Tonsil dikelilingi pembuluh darah dan pembuluh limfe serta mengandung banyak limfosit. Tonsil bekerja sebagai garis depan pertahanan tubuh terhadap infeksi yang tersebar dari hidung, mulut dan tenggorokan

TIMUS

terletak di area mediastinum anterior, terdiri dari 2 lobus. Pada bayi dan anak – anak timus berukuran agak besar sampai ke mediastinum superior. Pada masa pubertas timus dapat mencapai berat 30 – 50 gram. Pada masa dewasa timus mengalami regresi dan digantikan oleh jaringan lemak

LIMPA

Terdapat didalam rongga abdomen sebelah kiri atas sedikit tertutup oleh lambung. Limpa walau terdapat dirongga abdomen tetapi tidak termasuk dalam sistem pencernaan. Dari limpa terdapat pembuluh darah balik (vena) yang menuju hati. Pada penderita malaria kronis kadang terjadi pembesaran limpa karena kerusakan sel – sel darah yang berlebihan. Fungsi limpa selain penting dalam sistem kekebalan tubuh juga merupakan tempat perusakan sel – sel darah yang telah mati

Fungsi limpa yang lain: Mengembalikan cairan dan protein dari jaringan ke dalam sistem peredaran darah. Mengangkut limfosit dari kelenjar limfe ke sirkulasi darah. Membawa lemak dari usus ke peredaran darah. Menyaring dan menghancurkan mikroorganisme

PERITONEUM

Merupakan membran serosa yang paling lebar. Membran serosa ini bertalian erat dengan sistem saluran limfe dimana lipatan – lipatannya banyak membawa saluran limfe dan pembuluh darah. Membran serosa dilapisi epitelium dan endotelium yang banyak terdapat lubang – lubang halus yang disebut stomata yang berhubungan dengan pembuluh limfe

SEL LIMFATIK

Susunan limfa mirip dengan plasma tetapi dengan kadar protein yang lebih kecil. Kelenjar limfa juga berisi limfosit sehingga sel limfa menjadi besar didalam saluran limfa. Jaringan – jaringan yang mengumpulkan cairan limfa dari sel – sel dan jaringan berkumpul dalam pembuluh limfa dan bersatu menjadi limfa kanan atau duktus limfatikus dekster dan bermuara di vena yang terdapat dibawah tulang iliaka dekstra

Cairan limfe berwarna putih karena mengandung lemak yang berasal dari asam lemak yang diserap dari usus.

FISIOLOGI KELENJAR LIMFE

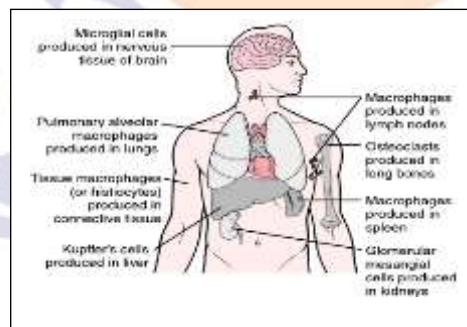
Kelenjar getah bening berfungsi sebagai penyaring bila ada infeksi lokal yang disebabkan bakteri atau virus. berfungsi sebagai benteng pertahanan tubuh. apabila ada antigen yang menginfeksi maka kelenjar getah bening akan menghasilkan sel-sel pertahanan tubuh yang lebih banyak untuk mengatasi antigen tersebut sehingga kelenjar getah bening membesar. Pembesaran kelenjar getah bening dapat berasal dari penambahan sel-sel pertahanan tubuh yang berasal dari kelenjar getah bening itu sendiri seperti limfosit, sel plasma, monosit dan histiosit atau karena datangnya sel-sel peradangan (neutrofil) untuk mengatasi infeksi di kelenjar getah bening (limfadenitis), infiltrasi (masuknya) sel-sel ganas atau timbunan dari penyakit metabolite macrophage (gaucher disease)

Fisiologi Kelenjar Getah Bening : apabila ada antigen yang menginfeksi maka kelenjar getah bening akan menghasilkan sel-sel pertahanan tubuh yang lebih banyak untuk mengatasi antigen tersebut sehingga kelenjar getah bening membesar

Pembesaran kelenjar getah bening dapat berasal dari : penambahan sel-sel pertahanan tubuh yang berasal dari kelenjar getah bening itu sendiri seperti limfosit, sel plasma, monosit dan histiosit. karena datangnya sel-sel peradangan (neutrofil) untuk mengatasi infeksi di kelenjar getah bening (limfadenitis). infiltrasi (masuknya) sel-sel ganas. timbunan dari penyakit metabolite macrophage (gaucher disease)

SISTIM RETIKULO ENDOTELIAL

merupakan sel – sel yang berfungsi memakan / fagositosis benda asing dan bakteri yang masuk kedalam tubuh. Sel – sel tersebut terutama berpusat didalam kelenjar limfe , limpa , hati dan sumsum tulang. Berhubungan dengan limfosit dan organ – organ pembentuk darah dan berfungsi melindungi tubuh terhadap infeksi



Reticuloendothelial system. From Frazier et al., 1996

Hubungan sistem limfatik dengan sistim imunitas

Sistim imunitas bersama dengan sistim limfatik bekerja dengan cara memberikan perlindungan utama tubuh terhadap serangan kuman penyakit . Sistim limfatik merupakan bagian pelengkap dari sistim imunitas dan berperanan penting dalam mempertahankan tubuh terhadap penyakit. Bagian yang aktif dalam sistem limfatik adalah cairan limfa berupa cairan interstitial dari sel – sel diseluruh tubuh

REAKSI IMUNOLOGIS NORMAL

Tujuan utama respon imun adalah **menetralkan** , **menghancurkan** atau **mengeluarkan** benda asing lebih cepat dari biasanya . Banyak benda asing jika masuk kedalam tubuh akan memberikan respon yang sama tetapi ada beberapa benda asing tertentu yang mampu menimbulkan perubahan sedemikian rupa sehingga menimbulkan reaksi yang berbeda dengan sebelumnya , respon yang berubah ini disebut sebagai **respon imunologis**. **Benda asing yang menyebabkan reaksi** tersebut dinamakan **antigen** atau **imunogen**. Tidak semua benda asing bersifat antigenik dan umumnya yang tidak antigenik mempunyai ukuran > 10000 BM . Sebagian besar antigen adalah **protein**.yang secara kimia dapat berupa zat murni atau gabungan membentuk kompleks dengan bagian dari struktur bakteri, virus atau jaringan hidup. Bagian tertentu dari molekul yang aktif berperan pada reaksi imunologis dinamakan **gugus determinan**. Ada molekul – molekul kecil tertentu yang tidak mampu bertindak sebagai antigen jika berdiri sendiri dan akan dapat menjadi antigen bila bergabung dengan molekul yang lebih besar , molekul semacam ini disebut **hapten** , dan molekul yang besar tersebut dinamakan **karier** .

Tujuan respon imun

adalah untuk **melenyapkan benda yang bersifat antigenik** dengan cepat, Dilakukan oleh tubuh dengan 2 macam cara yaitu : **Respon imun humoral** -> dipengaruhi oleh **imunoglobulin**. Gamma globulin dalam darah akan bereaksi terhadap masuknya antigen dan **Respon imun selular** -> dilakukan secara langsung oleh **limfosit** yang berproliferasi akibat masuknya antigen tersebut , Sel-sel bereaksi secara spesifik dengan antigen tanpa intervensi dari imunoglobulin

Sifat – sifat khas respon imunologis :

Sifat pertama : **pengenalan diri** : Reaksi- reaksi imunologis baik yang diperantarai antibodi imunoglobulin maupun yang langsung oleh sel memperlihatkan sifat pengenalan diri. Sifat kedua adalah **memori** , respon terhadap antigen akan berlangsung lebih cepat jika tubuh telah terpapar berulang kali dengan antigen tersebut. **Memori sistem** imunitas tergantung kepada lamanya survival limfosit yang teraktifkan atau tersensitisasikan terhadap antigen saat antigen terkait pertama dijumpainya.Sifat berikutnya adalah **spesifitas** yaitu antibodi yang pembentukannya ditimbulkan oleh antigen tertentu yang bereaksi secara khas. Sel – sel yang bertanggung jawab terhadap respon imun terutama adalah : **Limfosit** dan **makrofag** , lebih khusus adalah **jaringan limfoid tubuh** .

Jaringan Limfoid

Jaringan limfoid penting untuk mempertahankan kehidupan manusia , Jaringan limfoid tersebar sangat luas ditubuh untuk menahan invasi bakteri atau toksin sebelum mereka menyebar luas. terletak pada : nodus limfaticus , limfa, submucosa pencernaan dan sedikit pada sumsum tulang

Golongan Limfosit dibagi dalam 2 jenis : Yang bertanggung jawab dalam pembentukan limfosit disentralisasi → memberikan **kekebalan seluler** = **limfosit T** dibentuk **dikelenjar Timus dan** Yang untuk **pembentukan antibody** → memberikan **kekebalan humoral** = **Limfosit B** berasal dari **Bursa fabricus**. Ke2 jenis limfosit ini cenderung terletak pada bagian jaringan limfoid yang berlainan , misal pada nodus limfaticus **limfosit B terletak pada Kortex dan daerah germinatif** sedangkan **limfosit T terletak pada daerah parakorteks**.

Jenis Imunitas tubuh

1. **Innate Immunity** (Imunitas inate) → pertahanan tubuh **Lini pertama** : sistim **kekebalan alamiah : kekebalan bawaan**
2. **Adaptive Immunity** (Imunitas Adaptif) → pertahanan imunitas **Lini kedua** : **kekebalan yang didapat** .

***Innate Immunity* (Imunitas inate) → Lini pertama**

Setiap individu memiliki pertahanan bawaan (*inborn*) terhadap infeksi, termasuk: **barier eksternal** : Destruksi organism yang tertelan dalam lambung oleh asam yang disekresi oleh lambung dan enzim pencernaan. **respons inflamasi. aksi fagosit** : Fagositosis bakteri dan penyerang lain oleh sel darah putih dan sel retikuloendothel. **zat kimiawi komplemen** yang teraktivasi oleh bakteri. **interferon** yang memiliki efek antivirus.

Daya pertahanan bawanan tersebut adalah **non-spesifik** dan **beraksi cepat/segera**. **Imunitas inate** atau **alamiah** ini **tidak dapat melindungi tubuh sepanjang usia**. Seiring pertumbuhan anak, ia bisa terserang berbagai mikro organisme yang dapat mengalahkan pertahanan lini pertama bila mikroorganisme mampu menembus **pertahanan lini pertama** (kulit, selaput mukosa) → ia akan berjumpa dengan sel darah fagosit (sel pemakan, penelan) yang berupaya menghancurkannya, dan juga sel leukosit lain yang disebut NK (natural killer) cell (cytotoxic) -> berkemampuan membunuh kuman (→ **Lini kedua**).

Sebagian besar agen infeksi hanya bisa masuk melalui **membrane mukosa** (mulut, tenggorokan, mata, intestinum, vagina, saluran air seni) yang diproteksi oleh gerak lendir dan cairan (misal : air mata). Ada berbagai **enzyme-2** (di antaranya lysosome) dalam tubuh yang dapat menghancurkan bakteri.

Barrier Fisik dan Kimiawi (Lini Pertama):

- **Mata:** Air mata yang dihasilkan oleh alat lakrimal membantu mencuci pergi microrganisms, air mata mengandung enzim (lisozyme) yang dapat menghancurkan bakteri.
- **Hidung:** Rambut di hidung membantu mencegah masuknya mikro organisme pada debu proses particles. This dibantu oleh refleks bersin.
- **Mulut:** Lisozim hadir dalam air liur menghancurkan bakteri.
- **Genitourinary Sistem:** vagina dan uretra juga mengandung commen sals dan dilindungi oleh mucus. Sperm dalam air mani mungkin mengerahkan beberapa tindakan anti mikroba.
- **Kulit:** kulit utuh memberikan hambatan yang efektif terhadap sebagian besar mikroba. Kelenjar sebaceous mengeluarkan bahan kimia yang sangat beracun bagi banyak bakteri.
- **Breast-feeding:** Menyusui: Antibodi (protein dengan peran protektif) yang dibentuk oleh ibu terhadap mikroba tertentu ditransfer ke bayi dalam ASI. Tindakan menyediakan beberapa kekebalan ekstra sampai bayi dapat membentuk / antibodi spesifik sendiri nya.

***Adaptive Immunity* (Imunitas Adaptif) pertahanan imunitas lini kedua.**

Adalah **Kemampuan tubuh untuk membentuk kekebalan spesifik** sebagai pertahanan terhadap organism yang menginvasi dimana tubuh tidak mempunyai kekebalan bawaan / alamiah. Sesuai nama sebutan **adaptive**, sistem ini meng-*adapts respons* khusus untuk memerangi mikroorganism penyerang. (Bakteri yang mematikan , Virus, toksin, Jaringan asing). Tubuh tidak menghambat invasi pada serangan pertama tetapi setelah terkena akan timbul sistim imun khusus didalam tubuh dengan daya tahan secara spesifik untuk penginvasi tertentu.

Sistem imunitas lini kedua ini **menyimpan memori** tentang mikroorganism penyerang sehingga pertahanan dapat dibangun untuk menghadapi penyerangan mikroorganism sejenis di kemudian hari. Secara kasar, ia harus mengenal terlebih dahulu bagian penyerang atau sel

tumor yang dianggap sebagai antigen (suatu protein yang asing atau protein yang berbeda dari protein almah tubuhny).

Humoral & Cellular Immunity

Pengontrol hubungan simbiotik manusia-mikroorganism ber gantung utama pada imunitas spesifik yang terdiri dari: Cellular component, dan Humoral component (= substansi cair yang beredar di darah)

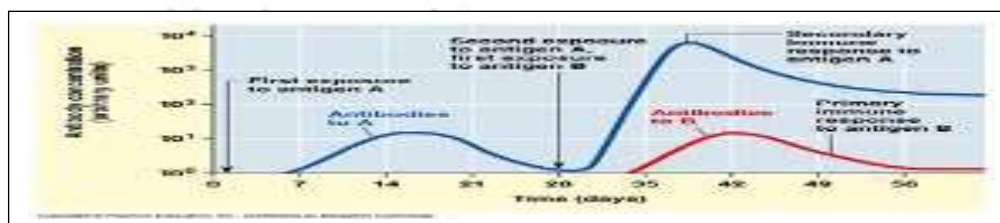
1. Humoral Immunity

Tipe imunitas ini khususnya penting bagi pertahanan terhadap serangan bakteri. Setelah suatu proses yang komplek, sel B-limfosit tertentu ter stimulasi untuk bermultiplikasi diri. Sel-2 ini mulai memproduksi sejumlah besar antibodies yang mampu mengikat antigens kuman.Setelah proses terjadi, organism yang mengandung antigens akan mudah dimangsa secara fagosit sel leukosit. Pengikatan antigen-antibodi bisa diaktivasi oleh sistem komplemen, yang akan meningkatkan efisiensi penelanan fagosit serta penghancuran organism penyerang.

2. Cellular Immunity

Penting dalam pertahanan terhadap **serangan virus, parasit tertentu** yang bersembunyi di dalam sel-2 dan kemungkinan juga sel **kanker**. Ada 2 (dua) tipe T-limfosit di pusat imunitas seluler yakni : **helper cells & killer cells**.**Helper-cells** berperan sebagai pengenal antigens, dan mengaktivasi **killer-cells**, **Killer-cells** akan mengunci diri ke dalam sel yang telah terinfeksi virus / parasit lain yang meninggalkan antigen di permukaan dinding sel.**Killer-cells** kemudian akan menghancurkan sel parasit terkait.

Kekebalan seluler jauh lebih menetap daripada kekebalan humoral disebabkan oleh persistensinya dimana limfosit yang disensitisasi mempunyai masa hidup yang tidak terbatas dan menetap sampai berhubungan dengan antigen spesifiknya.Sistim kekebalan seluler diaktifkan lebih poten oleh penyakit bakteri yang perkembangannya lebih lambat,misal : Tbc, brucellosis , Sistim seluler penting untuk **melindungi tubuh dan sangat aktif terhadap beberapa penyakit virus , menghancurkan banyak sel kanker dini , dan jamur – jamur**.



INTERFERONS (IFN)

Jenis kekebalan didapat lainnya. Satu antiviral hasil mekanisme pertahanan yang tidak berbahaya bagi inangnya yakni: **Interferons = antiviral host protein**. Merupakan bagian dari **sistem imun non-spesifik** dan diinduksi pada tahap awal infeksi virus sebelum sistem imun spesifik memiliki waktu untuk merespon termasuk keluarga glycoproteins yang disekresi oleh berbagai tipe sel dan penting dalam pencegahan perluasan infeksi virus. Telah dikenal ada 3 tipe: Interferon alfa, Interferon beta, dan Interferon gama . merupakan hasil produksi T limfosit.

Interferons juga merupakan **inhibitor kuat penghambat segala pertumbuhan , memodulasi respon imune dan meningkatkan aktivitas natural killer cell** (NK cells = sel limfosit

granular besar) yang akan mampu membunuh sel terinfeksi virus yang sebelumnya belum tersensitisasi. Interferons yang direlease sel terinfeksi virus akan mengikat diri ke sel tetangga dan → menginduksi sel → menghasilkan protein antiviral. IFN alfa (interferon A) berkapasitas **mengaktivasi makrofag** → memodifikasi respons sel terhadap cedera. **Interferon alfa dapat diberikan melalui suntikan untuk melawan virus hepatitis B dan virus hepatitis C**

IMUNISASI & VAKSINASI

Vaksinasi adalah Proses membangkitkan imunitas sebagai ukuran tindak lanjut pencegahan terhadap penyakit infeksi tertentu. Insiden beberapa penyakit infeksi menurun setelah diadakan program imunisasi yang efektif (diphtheria, morbilla).

Vaksinasi menyebabkan kekebalan yang didapat terhadap penyakit spesifik. Manfaat imunisasi pada anak – anak adalah untuk menurunkan morbiditas , mortalitas dan cacat suatu penyakit .Umumnya setelah diimunisasi tubuh dapat bereaksi terhadap infeksi sebagai berikut :Tidak sakit sama sekali. Sakit tetapi ringan sekali atau Sakit , cacat hingga meninggal : adverse reaction. Imunisasi bisa aktif bisa pasif. Vaksinasi asal dari kata Vacina Virus (= virus variola)

Daya tahan yang didapat bayi dari ibunya, dan yang didapat melalui pemberian serum imun disebut **imunitas pasif**, Sedangkan daya tahan yang didapat setelah ia mengalami infeksi alami atau buatan disebut **imunitas aktif**.

Herd immunity” = daya tahan imunitas suatu kelompok atau populasi terhadap jangkitnya penyakit infeksi. rantai infeksi kemungkinan akan terganggu ketika banyak penduduk yang kebal terhadap penyakit .

Adverse Reaction : Reaksi Bertentangan , Pada imunisasi umumnya tidak terjadi reaksi yang bertentangan (*Adverse*).Adakalanya timbul reaksi ringan yang mirip penyakit (morbilla). Kadang walau jarang bisa terjadi reaksi kejang (pertusis) namun gejalanya tidak sebahaya reaksi penyakitnya sendiri. Reaksi sakit dan panas dapat dikurangi dengan obat anti pyretica.

Tipe imunisasi: ada pasif dan aktif

- **Imunisasi Tipe pasif** : kekebalan didapat dengan cara kedalam tubuh disuntikan antibodi atau limfosit atau keduanya dari orang lain / binatang yang telah diimunisasi secara aktif dengan antigen .sehingga mampu melindungi tubuh dengan segera, namun hanya dapat bertahan dalam waktu singkat, dan hanya terhadap penyakit spesifik bakterial, viral atau toxin.
- **Imunisasi Tipe aktif** : kekebalan dimana tubuh manusia sendiri membentuk antibody atau limfosit yang disensitisasi akibat respon invasi oleh kuman / mikroorganism antigen asing pada tubuhnya memberi kesempatan tubuh membentuk sendiri,dan biasanya tahan lebih lama.

Hasil imunisasi ada yang hanya **menimbulkan proteksi partial** di antaranya: Typhoid fever, paratyphoid, Cholerae.

Fungsi dari sistem kekebalan tubuh

1. Melindungi tubuh dari agen infeksi yang masuk kedalam tubuh
2. Menghilangkan sel mati atau rusak didalam tubuh (debris sel) untukl perbaikan jaringan
3. Mengenali dan menghilangkan sel yang abnormal
4. Menjaga keseimbangan homeostasis tubuh

Sistem pertahanan diperoleh melalui beberapa cara :

1. **Sistem pertahanan tubuh non spesifik : Pertahanan yang terdapat dipermukaan tubuh :**
 - **Pertahanan fisik** : oleh kulit dan membran mukosa
 - **Pertahanan mekanis** : oleh bulu rambut hidung dan silia di trakea pertahanan kimiawi : oleh sekret yang dihasilkan kulit dan membran mukosa (oleh sekret dari kelenjar keringat , kelenjar minyak dan air liur)
 - **Pertahanan biologis** : oleh bakteri yang tidak berbahaya didalam tubuh
 - **Fagositosis** oleh sel fagosit dengan cara mencerna partikel asing. Sel fagosit terdiri dari 2 jenis : Fagosit mononuklear : monosit didalam darah dan Fagosit polimorfonuklear : granulosit yaitu netrofil, eosinofil, basofil dan cell mas (mast cell)
 - **Respon inflamasi / peradangan** : Dolor, rubor, tumor, kalor , Fungsi laesa
 - **Protein antimikroba** , Protein yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh non spesifik yaitu; protein komplemen dan interferon
2. **Sistem pertahanan tubuh spesifik**
 - **Limfosit** . Limfosit B (sel B) yang berperan dalam pembentukan kekebalan humoral dengan membentuk antibodi . Limfosit T (sel T) yang berperan dalam pembentukan kekebalan seluler dengan cara menyerang secara langsung antigen dan membantu produksi antibodi oleh sel B plasma
 - **Antibodi = Immunoglobulin (Ig): serum protein globulin** , Senyawa protein yang berfungsi untuk melindungi tubuh melalui proses kekebalan(immune) dengan cara mengikat antigen yang akan ditangkap dan dihancurkan oleh makrofag. Terdiri dari IgG, IgA, Ig M, IgD, dan IgE

Karakteristik antibodi Immunoglobulin

- **IgG : gamma- chain** : 75% Antibodi orang normal. adalah komponen mayor pada sebagian besar respons antibodi , dimana akan mengalami kenaikan permanen pada respon humoral. Didalam darah. IgG memiliki sifat opsonin Antitoksin : menetralkan virus dalam darah. Berperan saat terjadi infeksi kedua (respon kekebalan sekunder). Memberi kekebalan pasif pada bayi dengan mengalir melalui plasenta
- **IgA : alpha – chain** : paling banyak. bekerja melapisi bakteri agar bakteri tidak mampu melekatkan diri ke lapisan epitel tubuh (Mencegah perlekatan bakteri ke membrane mukosa). Didalam airmata, saliva, keringat dan cairan mukosa. jumlah terbanyak ada di saluran cerna (gastro-intestinal). Mencegah infeksi pada permukaan epitel. IgA berperan mencegah infeksi *melalui* permukaan serosa eksternal (pertahanan permukaan membrane terhadap invasi organisme patogen). Terdapat didalam colostrum ibu untuk mencegah kematian bayi akibat infeksi saluran cerna. Antitoksin: terhadap Kolera, Melekat ke Baksil Gram-negatif dan mengekspose ke aksi lysozyme (dengan bantuan komplemen), menetralkan virus yang ada di membrane mukosa
- **IgM : mu- chain**: Immunoglobulin dengan berat molekul terbesar(900.000 dalton) . Merupakan antibodi yang pertamakali dilepaskan ke aliran darah saat terjadi infeksi yang pertama kali (respon kekebalan primer/respon humoral). IgM merupakan aglutinator (Aglutinasi bakterial) dan opsonin yang efisien.
- **IgD : delta – chain**, adalah *trace immunoglobulin*. Sebagai reseptor pada permukaan limfosit B. berperan sebagai *cell-surface-receptor*. Berfungsi merangsang pembentukan antibodi oleh sel B plasma. berperan pada fungsi dan pengenalan B-cell.

- **IgE : Epsilon – chain** : Terikat pada basofil didalam sirkulasi darah. Terikat dengan mast cell (mastosit) didalam jaringan. Adanya antigen menyebabkan ia menempel ke dan mendegradasi mast-cell, melepas faktor letal parasit-2 ,Menempel ke makrofag dan mengikat parasit- parasit. Berfungsi mempengaruhi sel untuk melepaskan histamin. Terlibat dalam reaksi alergi. khusus berperan pada alergi (anafilaktik,asma ekstrinsik), Penanda hipersensitivitas type akut / type I . IgE berperan vital dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi cacing.

Cara mempertahankan diri dari penyakit dapat diklasifikasikan berdasarkan :

- **Jenis Sistem pertahanan tubuh :**
 - **Sistem pertahanan tubuh non spesifik** - tidak membedakan mikrobia patogen yang satu dengan yang lainnya.
 - **Sistem pertahanan tubuh spesifik** - Pertahanan tubuh terhadap patogen tertentu yang masuk dalam tubuh
- **Cara memperoleh kekebalan :**
 - **Kekebalan aktif** : Kekebalan yang dihasilkan oleh tubuh itu sendiri.
 - **Kekebalan pasif** : Kekebalan yang diperoleh setelah menerima antibodi dari luar tubuh.
- **Mekanisme kerja :**
 - **Kekebalan humoral** : melibatkan aktivitas sel B dan antibodi yang beredar dalam aliran darah.
 - **Kekebalan seluler** : Melibatkan sel T yang berfungsi menyerang sel-sel asing atau jaringan tubuh yang terinfeksi secara langsung.

Istilah – istilah

- **Alergen** : zat yang menimbulkan alergi
- **Alergi** ; reaksi patologis yang ditandai oleh : bersin , gangguan pernafasan, gatal-gatal atau bengkak-bengkak pada kulit dan gejala lain pada situasi tertentu
- **Antibodi** : protein yang dapat mengenali dan mengikat antigen
- **Antigen** ; protein/ benda asing yang menimbulkan reaksi pembentukan antibodi
- **Bakteri** : organisme penyebab utama penyakit
- **Bakteriostatik** : zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri
- **Booster** adalah imunisasi ulangan , yang perlu dilakukan pada waktu – waktu tertentu untuk meningkatkan kembali imunitas

C. Latihan

1. Disebut apakah sistem untuk melindungi tubuh terhadap pengaruh agen infeksi serta menghancurkan zat – zat asing yang dilakukan oleh sel dan organ khusus sehingga tubuh tidak terkena penyakit
 - a. Sistem cardiovascular
 - b. Sistem respirasi
 - c. Sistem kekebalan
 - d. Sistem digestif
 - e. Sistem endokrin
2. Yang tidak termasuk dalam sistem imun adalah
 - a. Kelenjar limfe
 - b. Pembuluh limfe
 - c. Cairan limfe

- d. jantung
 - e. getah bening
3. yang tidak termasuk dalam System limfe adalah
- a. pembuluh darah
 - b. Pembuluh limfe
 - c. Nodus limfatik
 - d. Organ limfatik
 - e. Sel limfatik
4. Trunkus yang berfungsi sebagai saluran limfe yang berasal dari organ –organ pencernaan yaitu lambung, pancreas, limpa dan hati
- a. *Lumbar trunk*
 - b. *Intestinal trunk,*
 - c. *Bronchomediastinal trunk*
 - d. *Jugularis trunk*
 - e. *Subclavian trunk*
5. saluran limfe utama yang berfungsi mengumpulkan limfe dari semua bagian tubuh kecuali bagian yang menyalurkan limfe ke duktus limfe kanan disebut
- a. duktus limfatikus kanan
 - b. duktus seminiferous
 - c. duktus thoraksikus
 - d. duktus hepatikus
 - e. duktus laktiferus
6. sistim apakah yang merupakan sel – sel yang berfungsi memakan / fagositosis benda asing dan bakteri yang masuk kedalam tubuh dan Sel – sel tersebut terutama berpusat didalam kelenjar limfe , limpa , hati dan sumsum tulang
- a. sistim retikuloendotelial
 - b. sistim cardiovascular
 - c. sistim panca indra
 - d. sistim endokrin
 - e. sistim nervosa
7. sistim retikuloendotelial yang diproduksi di liver disebut ...
- a. osteoklas
 - b. sel kupfer
 - c. sel microglial
 - d. sel glomerular mesangial
 - e. pulmonary alveolar macrophage
8. Benda asing yang menyebabkan reaksi respon imunologis disebut
- a. Anemia
 - b. Antigen
 - c. Antibody
 - d. Sel kupfer
 - e. Macrophage
9. respon imun yang secara langsung dilakukan oleh **limfosit** yang berproliferasi disebut
- a. Respon imun humoral

- b. Respon imun selular
 - c. Respon antigen
 - d. Respon antibody
 - e. immunoglobulin
10. Sel – sel yang bertanggung jawab terhadap respon imun terutama adalah
- a. basophil
 - b. eritrosit
 - c. eosinophil
 - d. Limfosit
 - e. Trombosit
11. golongan limfosit B yang memberikan kekebalan humoral melakukan pembentukan
- a. antigen
 - b. anti bodi
 - c. seluler
 - d. seluler
 - e. limfosit T
12. Yang disebut kekebalan didapat adalah
- a. Imunitas inate
 - b. Adaptif immunity
 - c. Kekebalan bawaan
 - d. Imunitas lini pertama
 - e. Sistim kekebalan alamiah
13. Daya pertahanan bawaan non spesifik dan bereaksi cepat / segera terhadap infeksi , yang termasuk teraktivasi oleh bakteri adalah
- a. Barrier eksternal
 - b. Respon inflamasi
 - c. Aksi fagosit
 - d. Zat kimia komplemen
 - e. Interferon
14. Kemampuan tubuh untuk membentuk kekebalan spesifik sebagai pertahanan terhadap organism yang menginvasi dimana tubuh tidak mempunyai kekebalan bawaan / alamiah adalah
- a. Innate immunity
 - b. Kekebalan bawaan
 - c. Adaptive immunity
 - d. Kekebalan alamiah
 - e. Pertahanan tubuh lini pertama
15. Sistem imunitas lini kedua ini melakukan tindakan atau berperan sebagai pengenalan antigen adalah
- a. Limfosit B
 - b. Killer cells
 - c. Sel parasite
 - d. Helper cells
 - e. Immunoglobulin

16. merupakan inhibitor kuat penghambat segala pertumbuhan , memodulasi respon imune dan meningkatkan aktivitas *natural killer cellyang akan mampu membunuh sel terinfeksi virus yang sebelumnya belum tersensitisasi.*
- Natural cell
 - Helper cells
 - Killers cells
 - Interferon
 - Limfosit T
17. zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri disebut
- allergen
 - antibody
 - antigen
 - bakteriostatik
 - booster
18. Sistem pertahanan tubuh non spesifik pada Pertahanan yang terdapat dipermukaan tubuh yang merupakan Pertahanan mekanis adalah
- Kulit dan membrane mukosa
 - Rambut hidung dan silia
 - Bakteri yang tidak berbahaya didalam tubuh
 - Secret yang dihasilkan kulit
 - Secret yang dihasilkan membrane mukosa
19. Yang merupakan sel fagosit mononuclear didalam darah adalah
- Basophil
 - Netrofil
 - Monosit
 - Mast cell
 - Eosinophil
20. Karakteristik antibodi Imunoglobulin memiliki sifat opsonin Antitoksin : menetralsir virus dalam darah dan memberi kekebalan pasif pada bayi dengan mengalir melalui plasenta adalah
- Ig G
 - Ig A
 - Ig M
 - Ig D
 - Ig E
21. respon kekebalan primer/respon humoral yang merupakan antibodi yang pertamakali dilepaskan kealiran darah saat terjadi infeksi yang pertama kali dan
- Ig G
 - Ig A
 - Ig M
 - Ig D
 - Ig E
22. Immunoglobulin yang berperan sebagai *cell-surface-receptor* , Berfungsi merangsang pembentukan antibodi oleh sel B plasma . Sebagai reseptor pada permukaan limfosit B
- Ig G

- b. Ig A
 - c. Ig M
 - d. Ig D
 - e. Ig E
23. berperan vital dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi cacing yang Adanya antigen menyebabkan ia menempel ke dan mendegranulasi mast-cell, melepas faktor letal parasit-2 ,Menempel ke makrofag dan mengikat parasit- parasit
- a. Ig G
 - b. Ig A
 - c. Ig M
 - d. Ig D
 - e. Ig E
24. Pertahanan tubuh yang merupakan pertahanan lini ketiga berupa pertahanan spesifik adalah
- a. Reaksi inflamasi
 - b. Immunoglobulin
 - c. Sel fagosit
 - d. Kulit dan membrane mukosa
 - e. Rambut hidung dan silia di trakea
25. Jenis Sistem pertahanan tubuh dimana tidak membedakan mikrobia patogen yang satu dengan yang lainnya
- a. Kekebalan aktif
 - b. Kekebalan pasif
 - c. Sistem pertahanan tubuh non spesifik
 - d. Sistem pertahanan tubuh spesifik
 - e. Kekebalan humoral

D. Daftar Pustaka

1. Ganong William F 2003 , *REVIEW of MEDICAL PHISIOLOGY 21st Ed.McGraw – Hill Companies ,San Francisco*
2. Guyton Arthur C 2007, *Buku ajar Fisiologi Kedokteran EGC Jakarta*
3. Syaifuddin 2006 , *ANATOMI FISIOLOGI untuk mahasiswa keperawatan EGC Jakarta*
4. Evelyn C.Pearce 2012, *Anatomi & Fisiologi untuk Paramedis, cetakan ke 38. Gramedia Jakarta*
5. Dorland's Illustrated, "Medical Dictionary"Igaku-Shoin/Saunders International Edition
6. Kemenkes 2017, *Bahan ajar RMIK ‘ Klasifikasi ,Kodefikasi Penyakit dan Permasalahan terkait I,”edisi tahun 2017*
7. Kemenkes 2018, *Bahan ajar RMIK ‘ Klasifikasi ,Kodefikasi Penyakit dan Permasalahan terkait II,”edisi tahun 2018*
8. Sobotta Atlas of Human Anatomi Volume 1 , volume 2, volume 3
 - i. https://archive.org/details/SobottaAtlasOfHumanAnatomyVolume1_201611
 - ii. <https://www.elsevier.com/books/sobotta-atlas-of-human-anatomy-vol-2-15th-ed-english/paulsen/978-0-7020-5252-1>
 - iii. <https://www.elsevier.com/books/sobotta-atlas-of-anatomy-vol-3-16th-ed-english-latin/paulsen/978-0-7020-5271-2>