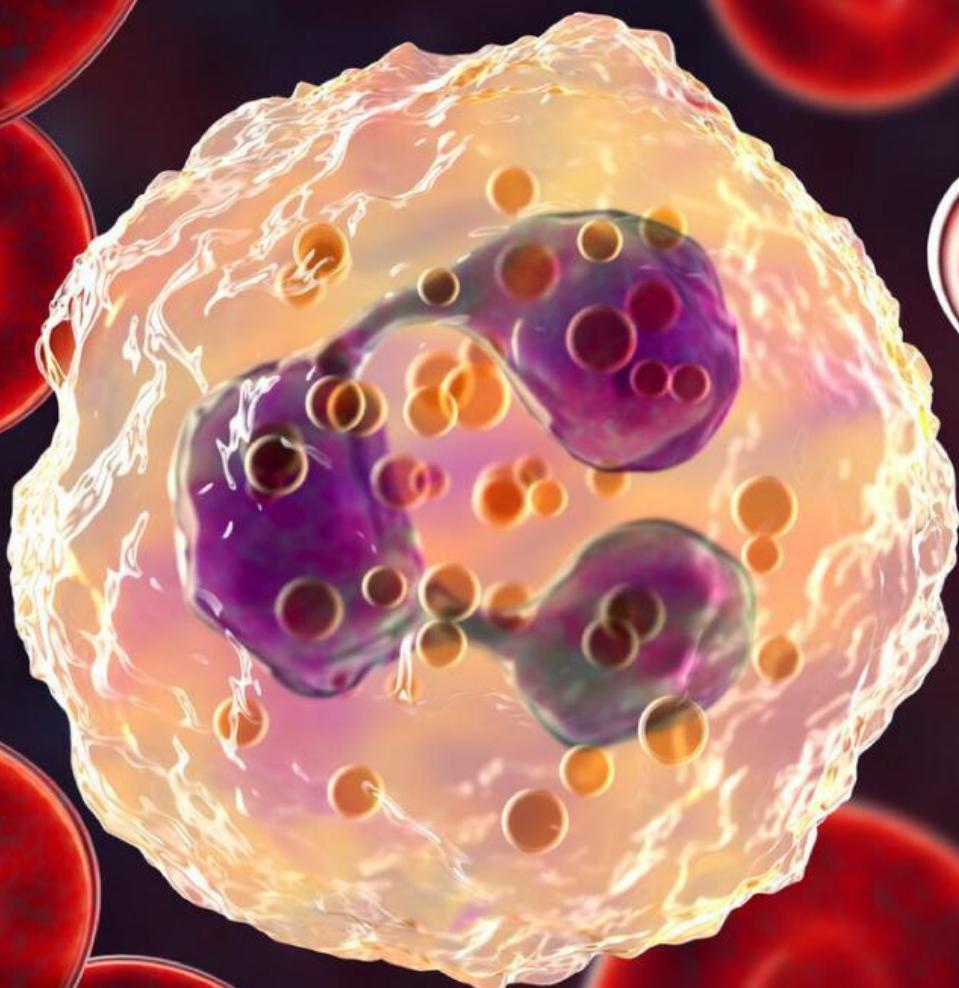


MATERI SISTEM IMUNITAS

Mekanisme Pertahanan Tubuh



Disusun oleh:
Dikki Saeful Anwar
Dinda Aiska Refa



MATERI SISTEM IMUNITAS

Mekanisme Pertahanan Tubuh

Mekanisme pertahanan tubuh merupakan imunitas bawaan sejak lahir, berupa komponen normal tubuh yang selalu ditemukan pada individu sehat, dan siap mencegah serta menyingkirkan dengan cepat antigen yang masuk ke dalam tubuh.

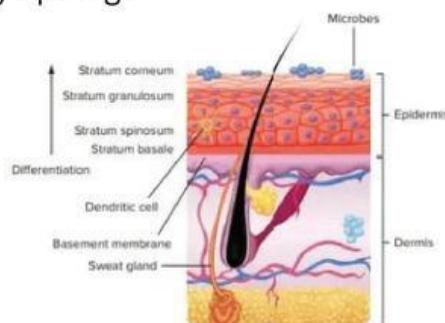
Tubuh manusia memiliki berbagai mekanisme pertahanan diri dalam mengatasi potensi penyakit termasuk infeksi mikroorganisme. Mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit dikenal sebagai patogen. Mekanisme pertahanan tubuh tersebut ada yang ditujukan untuk mencegah masuknya patogen ke dalam jaringan tubuh, disebut sebagai pertahanan eksternal. Selain itu, ada juga mekanisme pertahanan yang ditujukan untuk mengatasi infeksi patogen yang sudah terlanjur masuk ke dalam jaringan tubuh, yang disebut sebagai pertahanan internal. Pertahanan eksternal dan internal tubuh ini dapat bersifat bawaan (innate) dan selalu bersiap siaga mengantisipasi munculnya potensi penyakit, bahkan walau tidak terjadi infeksi. Disisi lain, juga terdapat mekanisme pertahanan internal yang bersifat adaptif, yang secara spesifik hanya aktif ketika terjadi infeksi saja.

1. Pertahanan Eksternal Nonspesifik

Pertahanan eksternal mencegah patogen masuk ke dalam jaringan tubuh sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya gangguan kesehatan lebih jauh. Walau tidak dapat mencegah paparan patogen secara total, namun adanya pertahanan eksternal sangat penting bagi tubuh manusia. Bentuk pertahanan ini dapat berupa pertahanan fisik, kimiawi, dan pertahanan di tingkat sel.

a. Pertahanan fisik

Adanya lapisan pelindung permukaan tubuh yang membatasi dengan lingkungan luar. Jaringan epitel yang melapisi saluran pernapasan, pencernaan dan organ lainnya adalah penghalang fisik yang efektif untuk mencegah atau meminimalisasi masuknya patogen.



Gambar 1. Kulit

Sumber: <https://biologynotesonline.com>

Mekanisme Pertahanan Tubuh

b. Pertahanan kimiawi

Pertahanan kimia berupa sekresi sejumlah senyawa kimia oleh kelenjar tubuh untuk meminimalisir jumlah patogen yang masuk ke dalam tubuh. Sebut saja sekresi Hidrogen Klorida di lambung untuk mengatasi patogen terbawa bersama makanan; sekresi lendir di saluran pernapasan untuk menangkap debu dan patogen; serta sekresi lisozim (enzim perusak dinding sel bakteri) pada komposisi air mata, air liur, dan keringat.



Gambar 2. Air Mata
<https://tekno.republika.co.id/>



Gambar 3. Keringat
<https://www.sonora.id/>

c. Pertahanan di tingkat sel

Peran sejumlah sel khusus dalam menurunkan risiko pemaparan patogen seperti dalam mekanisme penutupan luka oleh trombosit (keping darah). Mekanisme ini dapat mencegah masuknya patogen melalui jaringan yang terbuka pada area luka.



Gambar 4. Trombosit
<https://www.specialtypharmacycontinuum.com/>

Pertahanan eksternal adalah mekanisme pertahanan umum yang tidak secara khusus membedakan jenis patogen. Dengan kata lain, pertahanan ini tidak spesifik. Kurangnya pengenalan patogen berarti bahwa efektivitas pertahanan eksternal terbatas. Misalnya, efek HCl lambung akan sama untuk semua patogen yang terbawa bersama makanan. Meskipun kondisi asam umumnya dapat menghambat atau bahkan menghentikan aktivitas sel, namun jika ada patogen yang dapat beradaptasi dengan kondisi asam, HCl tentu tidak akan efektif dalam menghentikan patogen tersebut. Oleh karena itu, tubuh memerlukan mekanisme pertahanan lanjutan yang dapat mengantisipasi masuknya patogen ke dalam jaringan tubuh dan mencegah dampak buruk selanjutnya.

Mekanisme Pertahanan Tubuh

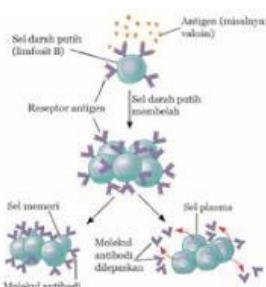
2. Pertahanan Internal Spesifik (Antigen-Antibodi)

Sistem pertahanan internal spesifik ditandai dengan pengenalan terhadap patogen spesifik oleh sejumlah tipe sel darah putih (leukosit). Tipe leukosit tertentu akan membedakan mana komponen yang “aman” untuk tubuh, serta mana komponen “asing” yang berpotensi membahayakan tubuh hingga perlu dihancurkan.

Leukosit akan mengenali partikel khas dari patogen yang disebut antigen. Antigen dapat berupa protein, glikoprotein, lipid, polisakarida, dan berbagai zat yang dihasilkan oleh patogen tersebut. Antigen ditemukan sebagai bagian struktur sel patogen maupun partikel yang terpisah dari selnya. Saat suatu antigen terdeteksi atau bahkan dikenali keberadaanya di dalam jaringan tubuh, maka tubuh akan menciptakan respon imun. Respon imun yang bersifat bawaan (innate) akan berlaku umum untuk semua tipe antigen, misal respon demam dan peradangan. Beragam jenis infeksi virus dapat memicu terjadinya demam dan peradangan. Sementara itu respon imun yang adaptif akan memberikan respon yang lebih spesifik dengan pembentukan antibodi untuk setiap antigen yang dikenali.

Respon imun yang spesifik ditandai dengan pembentukan antibodi oleh leukosit, khususnya dari tipe limfosit. Antibodi adalah molekul glikoprotein yang berfungsi menandai dan melawan antigen spesifik.

Respon imun dalam pertahanan internal tubuh tidak hanya dipicu oleh pengenalan patogen. Pada kasus alergi atau imunitas yang terlalu sensitif, respon imun dapat dipicu oleh hadirnya molekul-molekul non patogen (contoh: zat kitin, debu, serbuk sari, dan lain-lain) ke dalam tubuh, atau bahkan perubahan kondisi tubuh yang umum (contoh: kedinginan). Dengan demikian antigen juga diartikan sebagai molekul apa pun yang dapat memicu respon imun, baik yang berasal dari patogen maupun non-patogen. Jika kehadiran suatu molekul memicu respon imun, maka molekul tersebut dianggap asing dan perlu direspon lebih lanjut oleh tubuh.

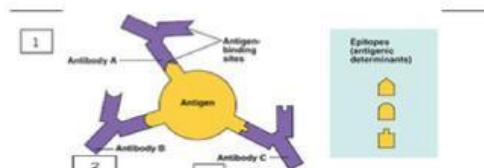


Gambar 5. Mekanisme Pembentukan Antibodi
<https://semi-yanto.blogspot.com/>

Mekanisme Pertahanan Tubuh

a. Komponen Respons Imunitas Spesifik

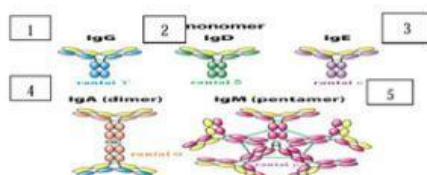
- Antigen, zat yang merangsang respons imunitas, terutama dalam menghasilkan antibodi. Terdiri atas bagian determinan antigen (epitop), yaitu bagian antigen yang membangkitkan respons imun, dan hapten, yaitu molekul kecil yang jika sendirian tidak dapat menginduksi produksi antibodi, melainkan harus bergabung dengan carrier yang bermolekul besar.



Gambar 6. Imunitas spesifik
Sumber: <https://biologyedustudy.wordpress.com/>

Keterangan Gambar:

- Antibodi A akan berikatan dengan epitop pada permukaan antigen.
 - Antibodi B yang berbeda bereaksi dengan epitop yang berbeda pada molekul antigen besar yang sama.
 - Antibodi C yang berbeda bereaksi dengan epitop yang berbeda pada molekul antigen besar yang sama.
- Antibodi, protein larut yang dihasilkan oleh sistem imunitas sebagai respons terhadap keberadaan antigen dan akan bereaksi dengan antigen tersebut. Merupakan protein plasma yang disebut imunoglobulin (Ig), yang terdiri atas 5 kelas.
 - IgA, melawan mikroorganisme, banyak terdapat pada zat sekresi seperti keringat, ASI, dan ludah.
 - IgD, membantu memicu respons imunitas, jumlah sedikit.
 - IgE, menyebabkan pelepasan histamin dan mediator kimia
 - IgG, jumlah paling banyak sekitar 80%. Jumlahnya akan lebih besar setelah pajanan pertama.
 - IgM, antibodi pertama yang tiba di lokasi infeksi, menetap di pembuluh darah.

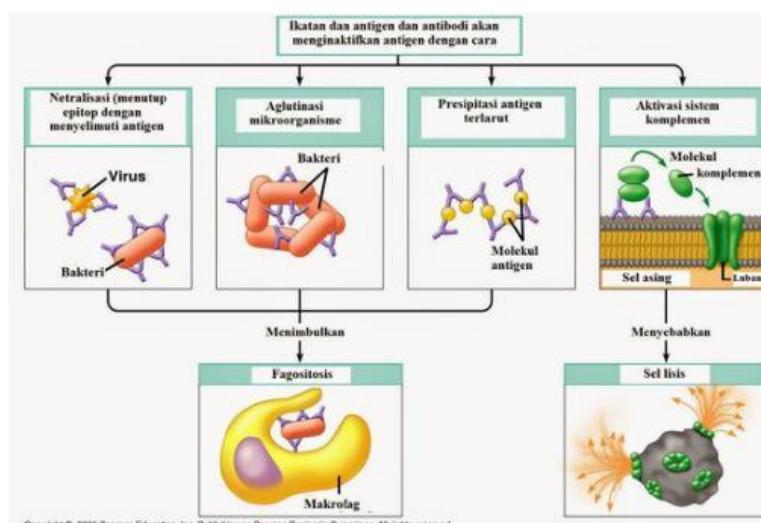


Gambar.7 Bentuk-bentuk imunoglobulin
Sumber: <https://www.pelajaran.co.id/>

Mekanisme Pertahanan Tubuh

b. Interaksi Antibodi dan Antigen

1. Fiksasi komplemen, yaitu aktivasi sistem komplemen (\pm protein serum) oleh antibodi. jika terjadi infeksi, protein pertama dalam rangkaian protein komplemen diaktifkan, memicu aktivasi protein-protein berikutnya. Hasilnya adalah virus dan sel-sel patogen mengalami lisis.
2. Netralisasi, terjadi jika antibodi menutup sistem determinan antigen, sehingga antigen menjadi tidak berbahaya.
3. Aglutinasi (penggumpalan), terjadi jika antigen berupa materi partikel. d) Presipitasi (pengendapan) yaitu pengikatan silang molekul-molekul antigen yang terlarut dalam cairan tubuh.



Gambar 8. Mekanisme pengikatan antibodi ke antigen
<https://dataspellarchives.blogspot.com/>

Mekanisme Pertahanan Tubuh

c. Jenis Imunitas (Kekebalan Tubuh)

1. Imunisasi aktif, diperoleh akibat kontak langsung dengan toksin/patogen sehingga tubuh mampu memproduksi antibodi sendiri.
- Imunisasi aktif alami: jika seseorang terkena penyakit kemudian sistem imunitas memproduksi antibodi/limfosit khusus.
- Imunisasi aktif buatan: merupakan hasil vaksinasi. Vaksin adalah patogen yang dilemahkan atau toksin yang telah diubah, yang dapat merangsang imunitas namun tidak menyebabkan penyakit.
2. Imunisasi pasif, jika antibodi satu individu dipindahkan ke individu lain.
- Imunisasi pasif alami: terjadi melalui pemberian ASI dan saat IgG ibu masuk ke plasenta.
- Imunisasi pasif buatan: terjadi melalui injeksi antibodi dalam serum yang dihasilkan oleh orang atau hewan yang kebal karena pernah terpapar antigen tertentu.

d. Sel-Sel yang terlibat dalam Respons Imunitas

1. Sel B (limfosit B) Berfungsi membentuk antibodi untuk melawan antigen. Sel B berdiferensiasi menjadi sel plasma (produksi antibodi) dan sel memori (berfungsi dalam respon imunitas sekunder).
2. Sel T (limfosit T) Yaitu sel darah putih yang mempu mengenali dan membedakan jenis antigen/petogen spesifik. Saat pengenalan antigen, sel T berdiferensiasi menjadi sel T memori dan sel T efektor (sel T sitotoksik, sel T penolong, dan sel T supresor)
3. Makrofag Adalah sel fagosit besar dalam jaringan, berasal dari perkembangan sel darah putih, berfungsi menelan antigen/bakteri untuk dihancurkan secara enzimatik.
4. Sel pembunuh alami (NK=Natural Killer) Adalah sekumpulan limfosit non-T dan non-B yang bersifat sitotoksik.

Mekanisme Pertahanan Tubuh

e. Mekanisme Respons Imunitas Humoral (Diperantarai Antibodi)

1. Antigen masuk ke tubuh akan dibawa ke limfosit B.
2. Aktivasi limfosit B menyebabkan proliferasi menghasilkan tiruan sel B.
3. Tiruan sel B berdiferensiasi menyebabkan sel plasma mensekresi antibodi selanjutnya dibawa ke lokasi infeksi.
4. Kompleks antigen-antibodi menginaktifkan antigen.
5. Tiruan sel B yang tidak berdiferensiasi menetap di jaringan limfoid dan menjadi sel B memori, yang berfungsi dalam respon imunitas sekunder jika terjadi pajanan antigen yang sama secara berulang.

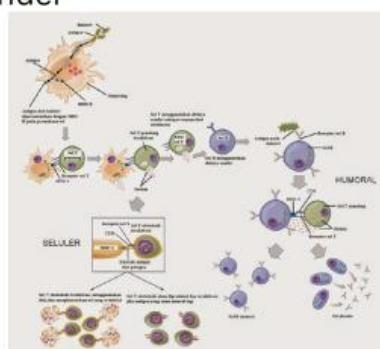
f. Mekanisme Respons Imunitas Seluler (Diperantarai Sel)

1. Ekstraseluler

- Antigen (misalnya bakteri) ditelan makrofag yang mengandung fragmen protein peptida dari anti gen tersebut
- Makrofag membentuk molekul MCH Kelas II
- MCH kelas II menangkap peptide antigen dan membawanya ke permukaan, serta memperlihatkannya ke sel T penolong
- Sel T penolong akan mengaktifasi makrofag untuk menghancurkan mikroorganisme yang ditelan

2. Intraseluler

- Antigen (misalnya virus) menginfeksi sel tubuh.
- Sel tubuh membentuk MCH kelas 1
- MCH kelas 1 menangkap peptide virus dan membawa kepermukaan sel dan memperlihatkannya ke sel T sitotoksik (CTL).
- CTL akan teraktivasi oleh kompleks : MCH kelas 1, peptide virus dan sel T penolong. CTL kemudian berdiferensiasi menjadi sel pembunuh aktif yang akan membunuh sel yang terinfeksi
- CTL tidak akan berdiferensiasi menjadi sel memori yang berfungsi dalam respons imunitas sekunder



Gambar 9. Respons imunitas humoral dan imunitas seluler
<https://dataspellarchives.blogspot.com/>

MATERI SISTEM IMUNITAS

Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh

Berikut adalah beberapa gangguan/masalah yang biasa terjadi pada sistem pertahanan tubuh

1. Hipersensitivitas (Alergi)

adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen yang pernah dipajangkan sebelumnya. Terjadi pada beberapa orang saja dan tidak terlalu membahayakan tubuh. Gejala reaksi Alergi, yaitu gatal-gatal, ruam, mata merah, sulit bernafas, kram berlebihan, serum sicnes dan steven Johnson synsrome (alergi pada kelenjar kulit dan mukosa yang berbahaya dan dapat menimbulkan kematian)



Gambar 10. Urtikaria adalah ciri umum dari alergi.
id.wikipedia.org

2. Penyakit Autoimun

adalah kegagalan sistem imunitas untuk membedakan sel tubuh dengan sel inang sehingga sistem imunitas menyerang sel tubuh sendiri. Contoh kelainan yang terjadi akibat autoimunitas yaitu diabetes melitus, myasthenia gravis, dan addison's disease.



Gambar 11. Perbedaan alergi dan autoimun
<https://www.mitraleluarga.com/>

3. Imunodefisiensi

adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespon antigen. Contoh: defisiensi imun kongenital dan AIDS (Acquired Immunodeficiency Syndrome)

MATERI SISTEM IMUNITAS

Faktor yang mempengaruhi Sistem Pertahanan Tubuh

Kekebalan tubuh penting dijaga agar tubuh tetap sehat. Sistem kekebalan tubuh yang kuat menjadi salah satu faktor yang berperan mencegah seseorang terpapar virus, termasuk corona. Maka perlu kalian mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh ini

1. Genetik (keturunan)

Seseorang yang memiliki riwayat penyakit menurun seperti dieabetes mellitus akan beresiko menderita penyakit tersebut dalam hidupnya.

2. Fisiologis

Fungsi organ yang terganggu akan mempengaruhi kerja organ yang lain seperti berat badan yang berlebihan akan menyebabkan sirkulasi darah kurang lancar sehingga dapat meningkatkan kerentanan terhadap penyakit

3. Stress

dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh karena melepaskan hormon seperti neuroedokrin, glukokortikoid, dan katekolamin. Stres kronis dapat menurunkan jumlah sel darah putih dan berdampak buruk pada produksi antibodi

4. Usia

dapat meningkatkan atau menurunkan kerentanan terhadap penyakit tertentu. Contohnya, bayi yang lahir secara prematur lebih rentan terhadap infeksi daripada bayi yang normal. Pada usia 45 tahun atau lebih, resikotimbulnya penyakit kanker meningkat

5. Hormon

bergantung pada jenis kelamin. Wanita memproduksi hormon estrogen. Sedangkan pria memproduksi hormon androgen yang bersifat memperkecil resiko penyakit autoimun, sehingga penyakit lebih sering dijumpai pada wanita.

6. Olahraga

jika dilakukan secara teratur akan membantu meningkatkan aliran darah dan membersihkan tubuh dari racun. Namun, olahraga yang berlebihan meningkatkan kebutuhan suplai oksigen sehingga memicu timbulnya radikal bebas yang dapat merusak sel-sel tubuh..

7. Tidur

Kadar sitokinin yang sistem kerjanya sangat dipengaruhi oleh pola tidur seseorang ketika kadar hormone ini berubah-ubah dapat mempengaruhi imunitas selular sehingga kekebalan tubuh akan melemah.

Faktor yang mempengaruhi Sistem Pertahanan Tubuh

8. Nutrisi

seperti vitamin dan mineral diperlukan dalam pengaturan sistem imunitas. DHA (docosahexaenoic acid) dan asam arakidonat mempengaruhi maturasi (pematangan) sel T. Protein diperlukan dalam pembentukan imunoglobulin dan komplemen. Namun, kadar kolesterol yang tinggi dapat memperlambat proses penghancuran bakteri oleh makrofag.

9. Pajanan zat berbahaya

contohnya bahan radioaktif, peptisida, rokok, minuman beralkohol dan bahan pembersih kimia. Mengandung zat-zat yang dapat menurunkan imunitas.

10. Racun tubuh

sisa metabolisme. Jika racun ini tidak berhasil dikeluarkan dari tubuh, akan mengganggu kerja sistem imunitas.

11. Penggunaan obat-obatan

terutama penggunaan antibiotik yang berlebihan atau teratur, menyebabkan bakteri lebih resisten, sehingga ketika bakteri menyerang lagi maka sistem kekebalan tubuh akan gagal melawannya..

Daftar Pustaka

- Purnamasari, A. (2020). Modul pembelajaran SMA biologi kelas XI: Sistem Pertahanan Tubuh.
- Solihat, R., dkk. (2022). *Biologi*. Jakarta Selatan: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
- Hidayat, S., & Syahputra, AA (2020). Sistem imun tubuh pada manusia. *Warisan Visual: Jurnal Kreasi Seni Dan Budaya*, 2 (03), 144-149.