



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,  
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS  
2020



Modul Pembelajaran SMA

# BIOLOGI



KELAS  
**XI**



# **SISTEM PERTAHANAN TUBUH BIOLOGI-KELAS XI**

**PENYUSUN  
Apon Purnamasari, S.Pd., M.Pd  
SMAN 8 Bandung**

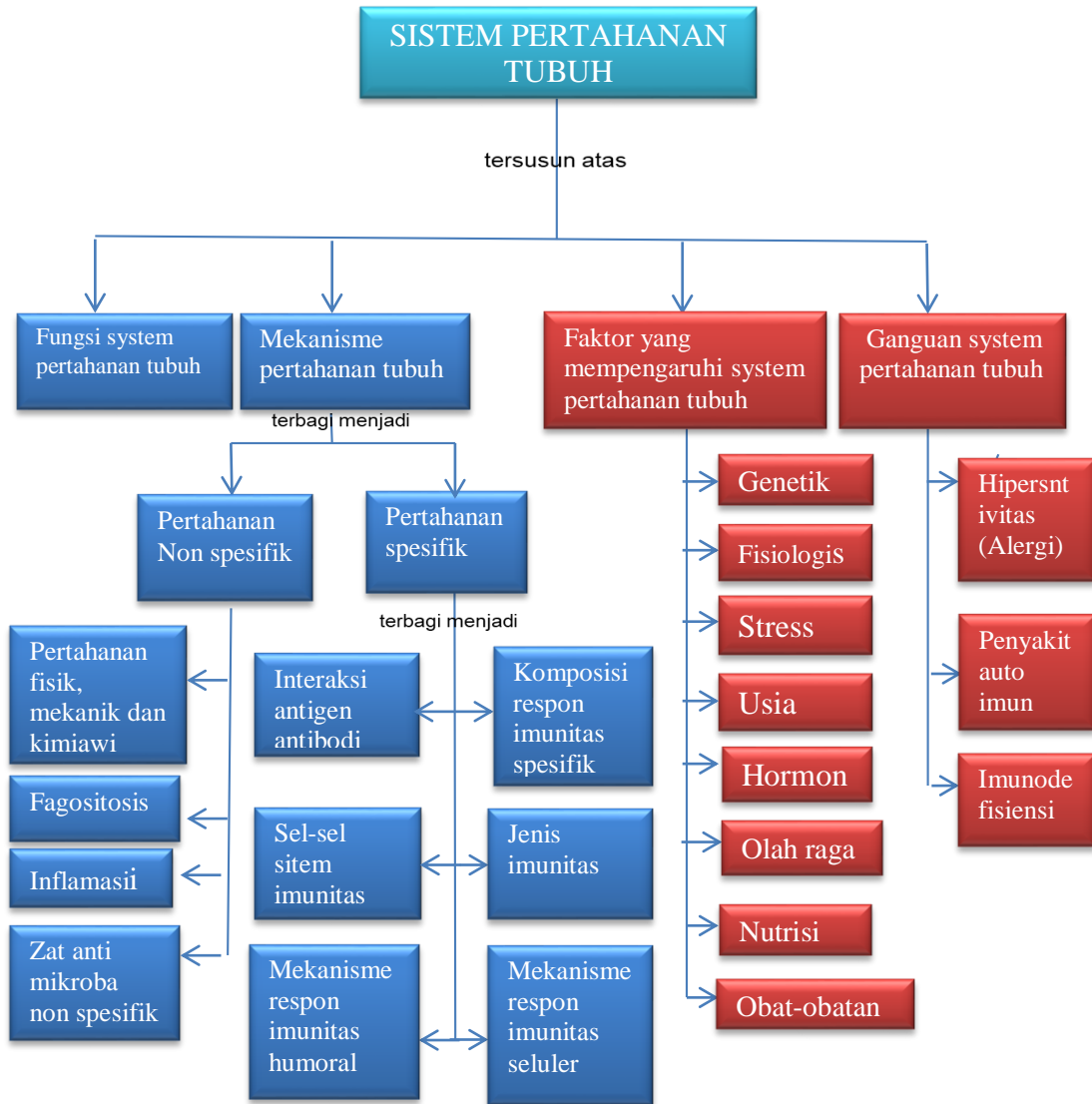
## DAFTAR ISI

PENYUSUN .....	2
DAFTAR ISI .....	3
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi .....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul .....	7
E. Materi Pembelajaran.....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....	8
Fungsi dan Mekanisme Sistem Pertahanan Tubuh .....	8
A. Tujuan Pembelajaran .....	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman .....	15
D. Penugasan .....	16
E. Latihan Soal .....	16
F. Penilaian Diri.....	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....	19
Faktor yang mempengaruhi dan Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh.....	19
A. Tujuan Pembelajaran .....	19
B. Uraian Materi.....	19
C. Rangkuman .....	21
D. Penugasan Mandiri .....	22
E. Latihan Soal .....	22
F. Penilaian Diri.....	24
EVALUASI .....	25
DAFTAR PUSTAKA .....	28

## GLOSARIUM

- Antigen** : Zat yang merangsang respons imunitas, terutama dalam menghasilkan antibodi.
- Antibodi** : Protein larut yang dihasilkan oleh sistem imunitas sebagai respon terhadap keberadaan suatu antigen dan akan bereaksi dengan antigen tersebut.
- Fagositosis** : Sel darah putih yang berfungsi sebagai pemakan patogen yang masuk ke dalam tubuh manusia.
- Interferon** : Protein anti virus yang dapat disintesis sebagian besar sel tubuh sebagai respon terhadap infeksi virus, stimulasi imunitas, dan stimulasi kimia.
- Inflamasi** : Reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera.
- Vaksin** : Patogen yang mati atau dilemahkan, atau toksin yang telah diubah untuk merangsang respon imunitas tetapi tidak menyebabkan penyakit.

## PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	:	Biologi
Kelas	:	XI
Alokasi Waktu	:	4 x 45 menit (2 kali Pertemuan)
Judul Modul	:	Sistem Pertahanan Tubuh

### B. Kompetensi Dasar

- 3.14 Menganalisis peran sistem imun dan imunisasi terhadap proses fisiologi di dalam tubuh.
- 4.14 Melakukan kampanye pentingnya partisipasi masyarakat dalam program dan imunisasi serta kelainan dalam sistem.

### C. Deskripsi Singkat Materi

Salam bahagia dan sehat selalu Biologi-friend (B-friend), tetap semangat dalam menimba ilmu. Bertemu lagi dengan pelajaran biologi yang seru. Kali ini modul yang akan kalian pelajari membahas tentang bagaimana tubuh kita membuat pertahanan dari penyakit.

Peserta didik yang cerdas, Pada saat ini, sistem kekebalan tubuh yang berfungsi dengan baik sangat penting dalam memerangi COVID-19. Dikutip dari CNN, Selasa (4/8/2020), sebuah artikel ilmiah baru-baru ini diterbitkan dalam jurnal *Nature Reviews Immunology*. Artikel ini mengemukakan kemungkinan yang cukup melegakan. Disebutkan bahwa sebagian besar dari populasi manusia tampaknya memiliki sel-sel kekebalan tubuh yang mampu mengenali bagian-bagian dari virus SARS-CoV-2. Kemungkinan sel-sel tersebut memberi kekuatan bagi tubuh untuk melawan infeksi yang disebabkan oleh virus ini. Untuk mengetahui mengapa ini penting, maka kita juga perlu memahami apa itu sistem kekebalan tubuh dan manfaatnya bagi tubuh. B-friend, di dalam modul ini kita bisa tahu tentang bagaimana pengertian Sistem Pertahanan Tubuh (sistem imunitas), Fungsi sistem pertahanan tubuh, mekanisme sistem pertahanan, Faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh serta gangguan sistem pertahanan tubuh.



Peserta didik yang cerdas, dalam modul Sistem pertahanan tubuh ini terdiri dari dua kegiatan pembelajaran yang masing-masing memuat uraian materi yang disertai ilustrasi gambar, serta rangkuman materi. Terdapat pula soal-soal latihan yang dapat Kalian pelajari agar semakin menguasai kompetensi yang diinginkan. Selain itu disediakan juga refleksi dan evaluasi untuk mengukur apakah Kalian berhasil

mencapai kompetensi yang diinginkan setelah belajar menggunakan modul ini. Untuk dapat menggunakan modul ini bacalah secara seksama dan cermat, kerjakan soal-soal latihan dan tugas mandiri sesuai petunjuk. Apabila nilai akhir Kalian  $\geq 75\%$  maka kalian telah berhasil menguasai materi sistem reproduksi pada manusia. Selamat belajar.

## **D. Petunjuk Penggunaan Modul**

1. Modul ini bertujuan agar kalian dapat belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain
2. Baca terlebih dahulu bagian PENDAHULUAN agar kalian memperoleh gambaran tentang isi modul dan cara mempelajarinya.
3. Setiap kegiatan pembelajaran dilengkapi dengan tujuan, uraian materi, rangkuman, latihan soal dan refleksi.
4. Pada akhir modul terdapat Tes Akhir Modul.
5. Kerjakan latihan soal yang tersedia disetiap kegiatan pembelajaran dan di bagian akhir modul untuk mengetahui sejauh mana penguasaanmu terhadap isi modul.
6. Kunci jawaban dan pedoman penskoran tersedia pada bagian akhir modul. Gunakan keduanya untuk mengukur tingkat penguasaanmu terhadap isi modul

### **PETUNJUK KHUSUS**

1. Modul ini tersusun 2 kegiatan pembelajaran.
2. Pelajari modul secara berurutan, karena materi di dalam modul ini sudah disusun secara hierarkis.

## **E. Materi Pembelajaran**

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Fungsi sistem pertahanan tubuh, mekanisme sistem pertahanan tubuh yang terdiri dari pertahanan non spesifik dan pertahanan spesifik.

Kedua : Faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh, dan gangguan sistem pertahanan tubuh.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### Fungsi dan Mekanisme Sistem Pertahanan Tubuh

#### A. Tujuan Pembelajaran

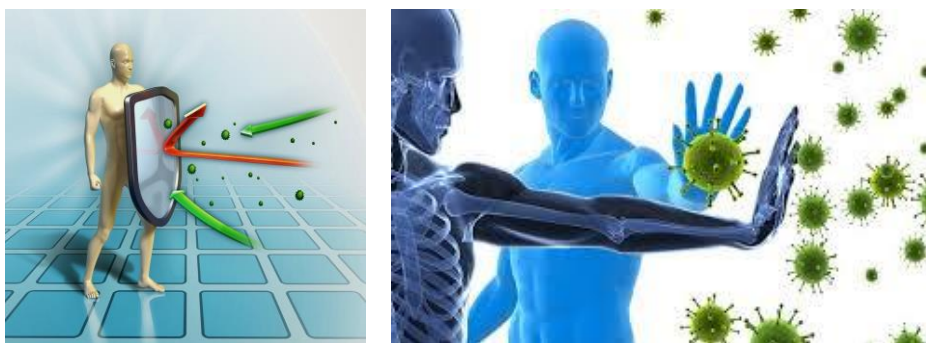
B-Friend yang hebat, setelah melakukan kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan kalian mampu menganalisis dan mendeskripsikan fungsi sistem pertahanan tubuh, mekanisme sistem pertahanan tubuh yang terdiri dari pertahanan non spesifik dan pertahanan spesifik.

#### B. Uraian Materi

B-Friend, secara alami tubuh memiliki zat yang berfungsi sebagai alat pertahanan menghadapi ancaman bibit penyakit. Banyak cara tubuh melakukan pertahanan, dan semua cara disebut kekebalan atau imunitas. Kekebalan tubuh berkaitan dengan zat asing yang masuk dan zat anti yang melawannya. Kekebalan tubuh atau imunitas merupakan reaksi tubuh terhadap zat asing yang masuk. Umumnya, zat asing itu adalah makromolekul. Semua zat yang direspons melalui imunitas disebut antigen atau imunogen. Apabila antigen masuk ke dalam jaringan tubuh, protein tubuh yang disebut antibodi atau imunoglobulin segera dikeluarkan, dan sel-sel khusus yang disebut sel T dibentuk. Mikroorganisme dan virus yang berhasil memasuki jaringan tubuh mengandung sejumlah antigen, kemudian terjadi respons imunisasi untuk mencegah dan mengendalikan munculnya penyakit

##### 1. FUNGSI SISTEM PERTAHANAN TUBUH

**B-Friend, sistem Pertahanan Tubuh (Sistem Imunitas)** adalah sistem pertahanan yang berkenaan dalam mengenal, menghancurkan serta menetralkan benda-benda asing atau sel-sel abnormal yang berpotensi merugikan bagi tubuh. Sedangkan **Imunitas (kekebalan)** adalah kemampuan tubuh untuk menahan atau menghilangkan benda asing serta sel-sel abnormal.



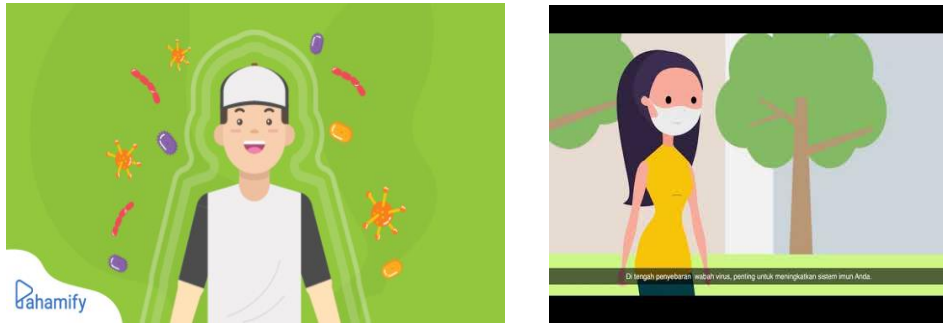
Gambar 1. Ilustrasi Pertahanan Tubuh  
Sumber: <https://www.porosilmu.com>

Agar kita lebih memahami sistem kekebalan tubuh, maka kita perlu mengetahui fungsi dari sistem kekebalan tubuh, yaitu :

1. Mempertahankan tubuh dari patogen invasif (dapat masuk ke dalam sel inang), misalnya virus dan bakteri.



2. Melindungi tubuh terhadap suatu agen dari lingkungan eksternal yang berasal dari tumbuhan dan hewan (makanan tertentu, serbuk sari dan rambut binatang), serta zat kimia (obat-obatan dan polutan).
3. Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat suatu penyakit atau cedera, sehingga memudahkan penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.
4. Mengenali dan menghancurkan sel abnormal (mutan) seperti kanker.



Gambar 2. Ilustrasi Tubuh sehat  
 Sumber: <https://pahamify.com/>

## 2. MEKANISME PERTAHANAN TUBUH

B-Friend, 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 dua macam mekanisme pertahanan tubuh, yaitu pertahanan non Spesifik (alamiah) dan pertahanan tubuh spesifik (adaptif). B-Friend, mari kita bahas satu persatu.

### A. Pertahanan Nonspesifik

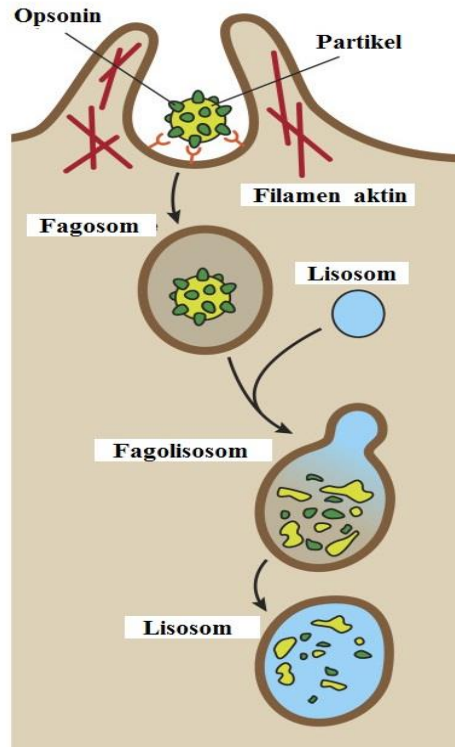
#### 1) Pertahanan Fisik, Kimia, dan Mekanis terhadap Agen Infeksi

**Kulit yang sehat dan utuh**, menjadi garis pertahanan pertama terhadap antigen, **membran mukosa** yang melapisi permukaan bagian dalam tubuh, menyekresikan mucus sehingga dapat merangkap antigen, serta menutup jalan masuk ke sel epitel. **Cairan tubuh yang mengandung zat kimia antimikroba**, Zat kimia ini membentuk lingkungan buruk bagi beberapa mikroorganisme. **Pembilasan oleh air mata, saliva, dan urine**, berperan juga dalam perlindungan terhadap infeksi dan mengandung enzim Lisozim.

#### 2) Fagositosis

Merupakan garis pertahanan ke-2 bagi tubuh melalui proses penelanan dan pencernaan mikroorganisme dan toksin yang berhasil masuk ke dalam tubuh.

Proses ini dilakukan oleh neutrofil dan makrofag, yang bergerak secara kemotaksis (dipengaruhi oleh zat kimia). Makrofag dibedakan menjadi makrofag jaringan ikat. Makrofag dan prekursornya (monosit) dan Sistem makrofag mononukleus.



Gambar 3. Fagositosis

Sumber: <https://www.wordpress.com>

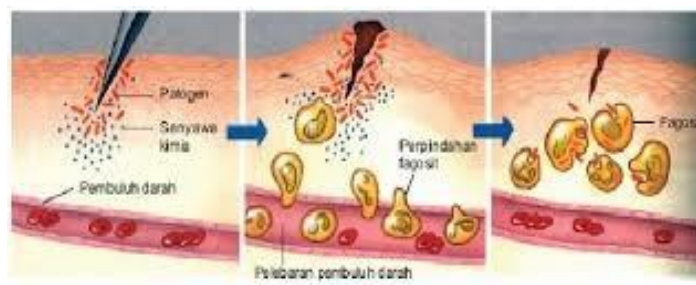
Keterangan Gambar :

- 1) Membentuk sitoplasma pada saat bakteri atau benda asing melekat pada permukaan sel makrofag
- 2) Sitoplasma tersebut melekat ke dalam membungkus bakteri atau benda asing, tonjolan sitoplasma yang saling bertemu akan melebur menjadi satu sehingga bakteri atau benda asing akan tertangkap di dalam vakuola.
- 3) Lisosom yang memiliki kemampuan untuk memecah materi yang berasal dari dalam maupun dari luar akan menyatu dengan vakuola sehingga bakteri atau benda asing tersebut akan musnah.

### 3) Inflamasi (Peradangan)

B-Friend, apakah inflamasi itu? Kita uraikan disini ya. Inflamasi adalah reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera, yang ditandai dengan kemerahan, panas, pembengkakan, nyeri, dan kehilangan fungsi.

Tujuannya untuk membawa fagosit dan protein plasma ke jaringan yang terinfeksi untuk mengisolasi, menghancurkan, menginaktivkan agen penyerang, membersihkan debris, serta mempersiapkan penyembuhan dan perbaikan jaringan.



Gambar 4. Pertahanan saat terjadi luka

Sumber: <https://pahamify.com/>

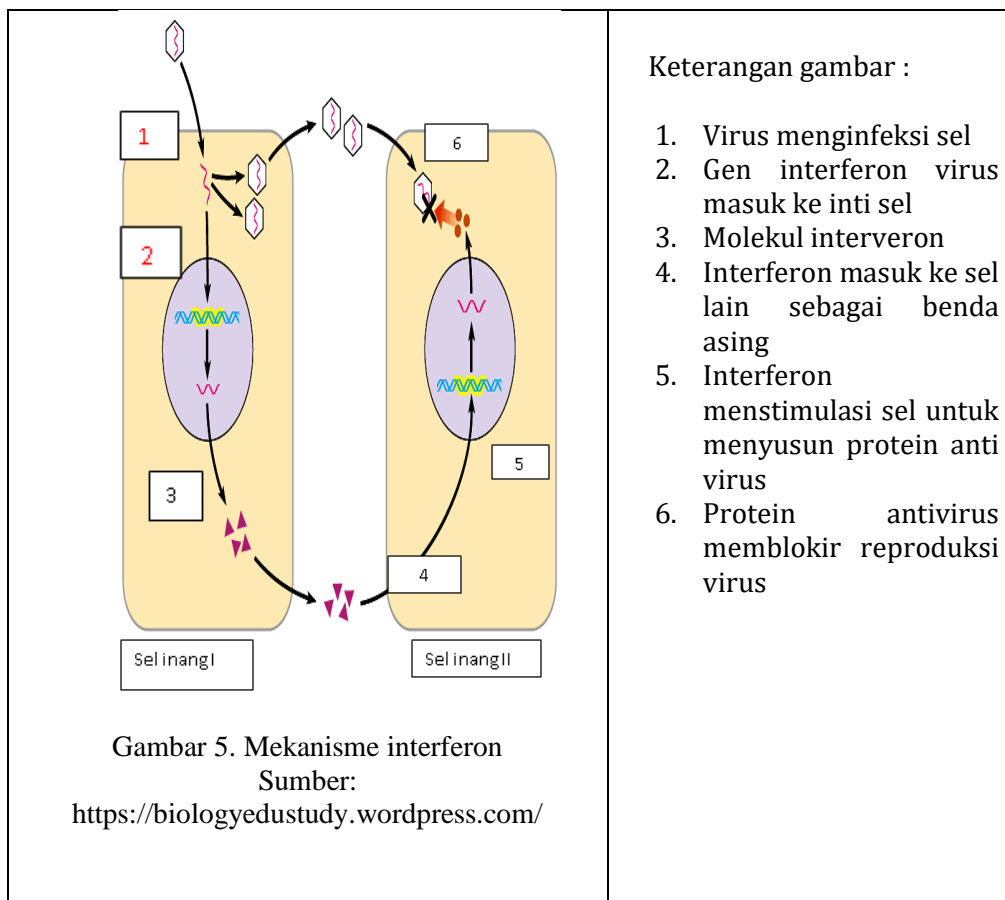
Keterangan gambar :

- a. Jaringan mengalami luka, kemudian merangsang mastosit mengeluarkan baik histamine maupun senyawa kimia lainnya.

- b. Terjadi pelebaran pembuluh darah yang mengakibatkan peningkatan kecepatan aliran darah sehingga permeabilitas pembuluh darah meningkat. Hal ini mengakibatkan terjadinya perpindahan sel-sel fagosit (neutrofil dan monosit) menuju jaringan yang terinfeksi
- c. Sel-sel fagosit kemudian memakan patogen

4) **Zat Antimikroba Spesifik yang Diproduksi Tubuh**

Zat antimikroba terdiri dari **Interferon**, yaitu protein antivirus yang berfungsi menghalangi multiplikasi virus dan **Komplemen**, yaitu protein plasma yang tidak aktif dan dapat diaktifkan oleh berbagai bahan dari antigen.

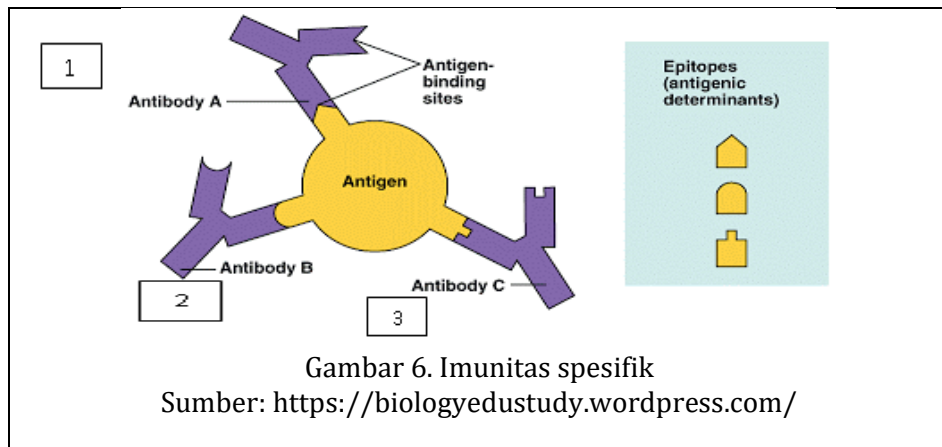


## B. Pertahanan Spesifik (Adaptif)

B-Friend, Sistem pertahanan tubuh spesifik merupakan sistem kompleks yang memberikan respons imun terhadap antigen yang spesifik, misalnya bakteri, virus, dan toksin yang dianggap asing. Apa saja yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh spesifik? Mari kita uraikan dalam modul ini

### 1. 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.



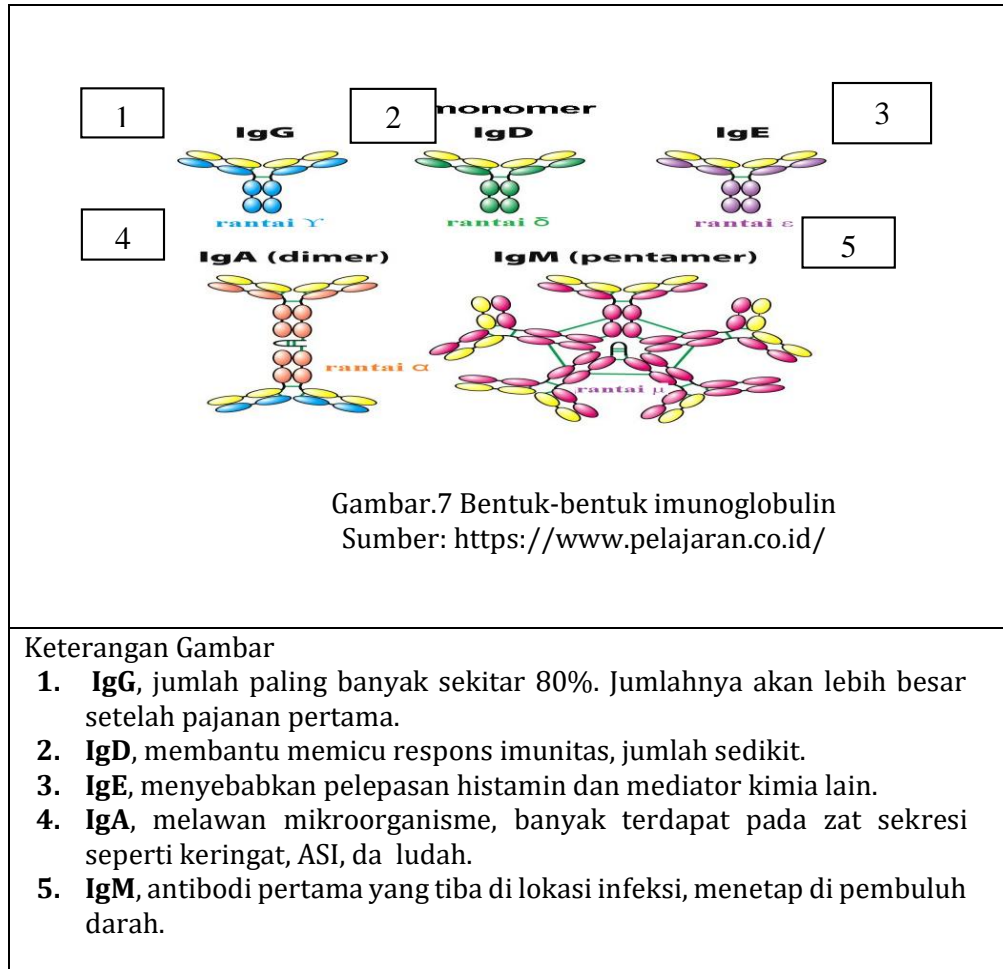
Keterangan Gambar. Mohon dibuat animasinya (caranya dilepaskan antibodi dgn antigennya, kemudian diikatkan lagi). Antibodi warnanya ungu, antigen warnanya kuning

1. Antibodi A akan berikatan dengan epitop pada permukaan antigen.
2. Antibodi B yang berbeda bereaksi dengan epitop yang berbeda pada molekul antigen besar yang sama.
3. 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.

- 1) **IgA**, melawan mikroorganisme, banyak terdapat pada zat sekresi seperti keringat, ASI, dan ludah.
- 2) **IgD**, membantu memicu respons imunitas, jumlah sedikit.
- 3) **IgE**, menyebabkan pelepasan histamin dan mediator kimia
- 4) **IgG**, jumlah paling banyak sekitar 80%. Jumlahnya akan lebih besar setelah pajanan pertama.
- 5) **IgM**, antibodi pertama yang tiba di lokasi infeksi, menetap di pembuluh darah.



## 2. Interaksi Antibodi dan Antigen

- a) **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.
- b) **Netralisasi**, terjadi jika antibodi menutup sistem determinan antigen, sehingga antigen menjadi tidak berbahaya.
- c) **Aglutinasi (penggumpalan)**, terjadi jika antigen berupa materi partikel.
- d) **Presipitasi (pengendapan)** yaitu pengikatan silang molekul-molekul antigen yang terlarut dalam cairan tubuh.

## 3. Jenis Imunitas (Kekebalan Tubuh)

- a) **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.

- b) **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.

#### 4. Sel-Sel yang terlibat dalam Respons Imunitas

##### a) 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).

##### b) Sel T (limfosit T)

Yaitu sel darah putih yang mampu 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)

##### c) Makrofag

Adalah sel fagosit besar dalam jaringan, berasal dari perkembangan sel darah putih, berfungsi menelan antigen/bakteri untuk dihancurkan secara enzimatik.

##### d) Sel pembunuh alami (NK=*Natural Killer*)

Adalah sekumpulan limfosit non-T dan non-B yang bersifat sitotoksik.

#### 5. Mekanisme Respons Imunitas Humoral (Diperantarai Antibodi)

- a) Antigen masuk ke tubuh akan dibawa ke limfosit B.
- b) Aktivasi limfosit B menyebabkan proliferasi menghasilkan tiruan sel B.
- c) Tiruan sel B berdiferensiasi menyebabkan sel plasma mensekresi antibodi selanjutnya dibawa ke lokasi infeksi.
- d) Kompleks antigen-antibodi menginaktifkan antigen.
- e) 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.

## 6. Mekanisme Respons Imunitas Seluler (Diperantarai Sel)

- a) 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
- b) Intraseluler
  - Antigen (misalnya virus) menginfeksi sel tubuh.
  - Sel tubuh membentuk MCH kelas 1
  - MCH kelas 1 menangkap peptide virus dan membawa ke permukaan 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

## C. Rangkuman

1. Sistem Pertahanan Tubuh (Sistem Imunitas) adalah sistem pertahanan yang berkenaan dalam mengenal, menghancurkan serta menetralkan benda-benda asing atau sel-sel abnormal yang berpotensi merugikan bagi tubuh. Sedangkan Imunitas (kekebalan) adalah kemampuan tubuh untuk menahan atau menghilangkan benda asing serta sel-sel abnormal
2. Fungsi dari sistem kekebalan tubuh, yaitu :
  - a. Mempertahankan tubuh dari pathogen invasif (dapat masuk ke dalam sel inang), misalnya virus dan bakteri.
  - b. Melindungi tubuh terhadap suatu agen dari lingkungan eksternal yang berasal dari tumbuhan dan hewan (makanan tertentu, serbuk sari dan rambut binatang), serta zat kimia (obat-obatan dan polutan).
  - c. Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat suatu penyakit atau cedera, sehingga memudahkan penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.
  - d. Mengenali dan menghancurkan sel abnormal(mutan) seperti kanker.
3. Pertahanan tubuh non spesifik meliputi : Pertahanan Fisik, Kimia, dan Mekanis terhadap Agen Infeksi (Kulit, Membran mukosa, Cairan tubuh yang mengandung zat kimia antimikroba, Pembilasan oleh air mata, saliva, dan urine), fagositosis garis pertahanan ke-2 bagi tubuh melalui proses penelanan dan pencernaan mikroorganisme dan toksin yang berhasil masuk ke dalam tubuh.(dilakukan oleh neutrofil dan makrofag), Inflamasi yaitu reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera, yang ditandai dengan kemerahan, panas, pembengkakan, nyeri, dan kehilangan fungsi dan Zat Antimikroba Spesifik yang Diproduksi Tubuh (interferon dan komplemen).
4. Pertahanan Spesifik (Adaptif), meliputi komponen Respons Imunitas Spesifik, Interaksi Antibodi dan Antigen, Jenis Imunitas (Kekebalan Tubuh), Sel-Sel yang terlibat dalam Respons Imunitas, Mekanisme Respons Imunitas Humoral, Mekanisme Respons Imunitas Seluler

## D. Penugasan

1. Setelah beberapa hari cedera, terkadang timbul nanah (pus) disekitar jaringan yang terluka, Apa sebenarnya nanah tersebut ?
2. Dalam melawan Covid-19 dibutuhkan sistem kekebalan tubuh yang spesifik atau yang didapat. Imunitas inilah yang bisa melawan Covid-19. Coba jelaskan!

## E. Latihan Soal

**Pilihlah satu jawaban yang paling tepat !**

1. Sistem pertahanan tubuh memiliki beberapa fungsi, kecuali....
  - a. Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat cedera
  - b. Mengenali dan menghancurkan sel-sel normal
  - c. Mempertahankan tubuh dari patogen invasive
  - d. Melindungi tubuh terhadap serangan antigen dari lingkungan
  - e. Melakukan respons imunitas yang tidak tepat sehingga terjadi alergi
2. Zat antimikroba yang secara alamiah terkandung dalam air mata, urine dan keringat adalah....
  - a. Interferon
  - b. Antibody
  - c. Komplemen
  - d. Lisozim
  - e. Antigen
3. Interferon merupakan protein yang dapat disintesis oleh sel-sel tubuh sebagai respons terhadap infeksi....
  - a. Bakteri
  - b. Cacing
  - c. Jamur
  - d. Protozoa
  - e. Virus
4. Seseorang yang pernah menderita penyakit cacar saat masih kecil kemungkinan besar tidak dapat terserang penyakit cacar yang sama, karena....
  - a. Tubuh telah mendapatkan imunitas pasif alami
  - b. Sistem imunitas telah membentuk antibody
  - c. Tubuh sudah menghasilkan antibiotik
  - d. Terjadi aglutinasi terhadap virus penyebab cacar
  - e. Mendapatkan vaksinasi saat terserang cacar pertama kali
5. Sebagian besar imunoglobulin yang dihasilkan tubuh termasuk dalam kelas ....
  - a. IgM dan IgB
  - b. IgA dan IgG
  - c. IgM dan IgG
  - d. IgD dan IgA
  - e. IgM dan IgD



## Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	C	Fungsi dari sistem kekebalan tubuh, yaitu : 1. Mempertahankan tubuh dari pathogen invasif (dapat masuk ke dalam sel inang), misalnya virus dan bakteri. 2. Melindungi tubuh terhadap suatu agen dari lingkungan eksternal yang berasal dari tumbuhan dan hewan (makanan tertentu, serbuk sari dan rambut binatang), serta zat kimia (obat-obatan dan polutan). 3. Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat suatu penyakit atau cedera, sehingga memudahkan penyembuhan luka dan perbaikan jaringan. 4. Mengenali dan menghancurkan sel abnormal (mutan) seperti kanker.
2	D	<b>Pembilasan oleh air mata, saliva, dan urine</b> , berperan juga dalam perlindungan terhadap infeksi dan mengandung enzim Lisozim.
3.	E	Zat antimikroba terdiri dari <b>Interferon, yaitu</b> protein antivirus yang berfungsi menghalangi multiplikasi virus dan <b>Komplemen, yaitu</b> protein plasma yang tidak aktif dan dapat diaktifkan oleh berbagai bahan dari antigen.
4.	B	Imunisasi aktif, diperoleh akibat kontak langsung dengan toksin/patogen sehingga tubuh mampu memproduksi antibodi sendiri.
5.	C	<b>IgG</b> , jumlah paling banyak sekitar 80%. Jumlahnya akan lebih besar setelah pajanan pertama. <b>IgM</b> , antibodi pertama yang tiba di lokasi infeksi, menetap di pembuluh darah.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!  
Setelah kegiatan pembelajaran dilakukan, saya ....

No.	Pertanyaan	YA	TIDAK
1	Mampu menjelaskan fungsi sistem pertahanan tubuh		
2	Mampu mendeskripsikan mekanisme pertahanan tubuh non spesifik		
3	Mampu mendeskripsikan mekanisme pertahanan tubuh spesifik		
4	Mampu menganalisis jenis imunitas sel-sel sistem imunitas		
5	Mampu membedakan mekanisme respon imunitas humoral dan respons imunitas seluler		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### Faktor yang mempengaruhi dan Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh

#### A. Tujuan Pembelajaran

B-Friend yang hebat, melalui kegiatan pembelajaran kedua ini, diharapkan kalian mampu dan menjabarkan faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh dan gangguan sistem pertahanan tubuh.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Faktor yang mempengaruhi Sistem Pertahanan Tubuh

Kekebalan tubuh penting dijaga agar tubuh tetap sehat. B-Friend, 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. Mari kita bahas dalam modul ini.

No **Faktor yang mempengaruhi**  
**1 Genetik (keturunan)**

Seseorang yang memiliki riwayat penyakit menurun seperti diabetes 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, resiko timbulnya 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 sitokin yang sistem kerjanya sangat dipengaruhi oleh pola tidur seseorang ketika kadar hormone ini berubah-ubah dapat mempengaruhi imunitas selular sehingga kekebalan tubuh akan melemah.
- 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.



## 2. Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh

B-Friend kita bahas pula di modul ini gangguan sistem pertahanan tubuh :

1. **Hipersensitivitas (Alergi)**, adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen yang pernah dipajankan 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)
2. **Penyakit Autoimun**, adalah kegagalan sistem imunitas untuk membadakan 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.
3. **Imunodefisiensi**, adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespon antigen. Contoh: defisiensi imun kongenital dan AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)



## C. Rangkuman

1. Faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh yaitu : Genetik (keturunan), Fisiologis, Stress, Usia, Hormon, Olahraga, Tidur, Nutrisi, Pajanan zat berbahaya, Racun tubuh, Penggunaan obat-obatan
2. Gangguan sistem pertahanan tubuh diantaranya yaitu Hipersensitivitas (Alergi), adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen yang pernah dipajankan sebelumnya. **Penyakit Autoimun** adalah kegagalan sistem imunitas untuk membadakan sel tubuh dengan sel inang sehingga sistem imunitas menyerang sel tubuh sendiri.

## D. Penugasan Mandiri

Peserta didik yang hebat, jawablah tugas mandiri di bawah ini agar kalian lebih memahami materi yang sedang di bahas :

1. Kekebalan tubuh penting dijaga agar tubuh tetap sehat, tuliskan faktor – faktor apakah yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh,
2. Apakah yang dimaksud dengan autoimunitas ? Tuliskan tiga contoh kelainan yang dapat terjadi akibat autoimunitas!

## E. Latihan Soal

**Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar!**

1. Sistem pertahanan tubuh tidak dipengaruhi oleh faktor...
  - A. Usia
  - B. Stres
  - C. Keturunan
  - D. Pekerjaan
  - E. Nutrisi
2. Mengonsumsi obat-obatan sembarangan dapat mengakibatkan reaksi alergi pada kulit dan kelenjar mukosa yang sangat berbahaya, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Penyakit tersebut adalah...
  - A. Sindrom Down
  - B. Arthritis reumatoid
  - C. Addison
  - D. Grave (hipertiroidism)
  - E. Sindrom Stevens Johnson (SSJ)
3. Gangguan sistem imunitas ditandai dengan melemahnya kekebalan tubuh sehingga menjadi rentan terhadap penyakit oportunistik. Hal tersebut dialami oleh penderita...
  - A. AIDS
  - B. Malaria
  - C. Anemia pernisiiosa
  - D. Diabetes mellitus
  - E. Lupus
4. Seorang siswa merasakan gatal-gatal dan pembengkakan pada kulitnya setelah mengonsumsi seafood. Kemungkinan siswa tersebut mengalami...
  - A. Hipersensitivitas
  - B. Inflamasi
  - C. Immunodefisiensi
  - D. Autoimun
  - E. Defisiensi imun kongenital
5. HIV sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kematian karena ....
  - A. Dapat merusak jaringan tubuh
  - B. Menyerang sel-sel limfosit
  - C. Dapat ditularkan melalui kontak cairan tubuh
  - D. Menurunkan kekebalan tubuh sehingga memudahkan infeksi penyakit lain
  - E. Merusak antibodi tubuh

## Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1.	D	Faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh yaitu : Genetik (keturunan), Fisiologis, Stress, Usia, Hormon, Olahraga, Tidur, Nutrisi, Paparan zat berbahaya, Racun tubuh, Penggunaan obat-obatan
2	E	Hipersensitivitas (Alergi), adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen . Gejala reaksi Alergi, yaitu gatal-gatal, ruam, mata merah, sulit bernafas, kram berlebihan, serum sicnes dan steven Johnson syndrome (alergi pada kelenjar kulit dan mukosa yang berbahaya dan dapat menimbulkan kematian)
3.	A	<b>Imunodefisiensi</b> , adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespon antigen. Contoh: defisiensi imun kongenital dan AIDS ( <i>Acquired Immunodeficiency Syndrome</i> )
4.	A	<b>Hipersensitivitas (Alergi)</b> , adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen . Gejala reaksi Alergi, yaitu gatal-gatal, ruam, mata merah, sulit bernafas
5.	D	Imunodefisiensi, adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespon antigen. Contoh: defisiensi imun kongenital dan AIDS ( <i>Acquired Immunodeficiency Syndrome</i> )

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	YA	TIDAK
1	Mampu mendeskripsikan faktor - faktor yang mempengaruhi sistem pertahanan tubuh		
2	Mampu menganalisa penyakit yang ditimbulkan pada sistem pertahanan tubuh		
3	Mampu menjelaskan peranan sistem pertahanan tubuh sangat penting bagi suatu organisme		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



## EVALUASI

1. Pemberian ASI kepada bayinya, merupakan usaha untuk meningkatkan imunitas secara....
  - A. Aktif buatan
  - B. Aktif alami
  - C. Pasif buatan
  - D. Pasif alami
  - E. Tradisional
2. Inflamasi merupakan reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera. Prosesnya secara berurutan adalah....
  - A. Cedera – konstriksi pembuluh darah – isolasi area kerusakan – fagositosis – regenerasi jaringan
  - B. Cedera – isolasi area cedera – fagositosis – vasodilatasi – regenerasi jaringan
  - C. Cedera – fagositosis – vasodilatasi – isolasi area kerusakan – regenerasi jaringan
  - D. Cedera – vasodilatasi – isolasi area kerusakan – fagositosis – regenerasi jaringan
  - E. Cedera- vasodilatasi – konstriksi pembuluh darah – fagositosis – regenerasi jaringan
3. Antibodi dari ibu yang menembus plasenta dan dapat memberikan imunitas pada bayi yang baru lahir adalah....
  - A. IgA
  - B. IgG
  - C. IgD
  - D. IgM
  - E. IgE
4. Berikut adalah jenis sel darah putih
  1. Limfosit
  2. Neutrofil
  3. Monosit
  4. Basofil
  5. EosinofilSel darah putih yang berperan dalam respons imunitas spesifik adalah....
  - A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4
  - E. 5
5. Jenis sel dan fungsinya dalam respons imunitas yang paling benar adalah....
  - A. Sel T penolong menghancurkan sel tertentu
  - B. Limfosit B memfagositosis antigen
  - C. Sel T sitotoksik menyekresikan antibiotic
  - D. Makrofag memproduksi antibody
  - E. Sel B memori berperan dalam respons imunitas sekunder
6. Pada respons kekebalan humoral, antibodi dihasilkan oleh....
  - A. Sel T penolong
  - B. Limfosit B
  - C. Sel T sitotoksik
  - D. Makrofag
  - E. Trombosit

7. Naik suhu tubuh saat demam bertujuan ....
  - A. Mempercepat perkembangbiakan bakteri
  - B. Mempercepat proses metabolisme
  - C. Mempercepat sel fagosit
  - D. Jawaban B dan C benar
  - E. Jawaban A, B dan C benar
  
8. Imunisasi terhadap campak atau polio termasuk ....
  - A. Kekebalan tubuh aktif alami
  - B. Kekebalan tubuh aktif buatan
  - C. Kekebalan tubuh pasif
  - D. Pertahanan tubuh eksternal
  - E. Pertahanan tubuh internal
  
9. Autoimunitas berbahaya karena ....
  - A. Sel limfosit tidak bereaksi terhadap antigen
  - B. Sel fagosit menyerang sel-sel tubuh
  - C. Sel limfosit rusak oleh virus atau bakteri
  - D. Sel limfosit tidak dapat menghasilkan antibodi
  - E. Sel limfosit menyerang sel-sel tubuh
  
10. Sel B dan sel T adalah ....
  - A. Limfosit
  - B. Sel pembunuh
  - C. Fagosit
  - D. Makrofag
  - E. Sel darah merah

## KUNCI JAWABAN

1. D
2. D
3. A
4. A
5. E
6. B
7. D
8. B
9. E
10. A

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. Biologi Ed. 9. Jakarta: Erlangga
- Irnaningtyas, 2018. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XI*, Jakarta : Erlangga
- Yusa dkk, 2018. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Biologi, Bandung : Grafindo Media Pratama
- Diah Aryulina Dkk.2007. *Biologi SMA dan MA untuk kelas XI*, Jakarta : Erlangga
- Bagod Sudjadi Dkk. 2005.*Biologi Sains dalam Kehidupan 2A*, Jakarta: Yudhistira
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. "*Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta : CV.Ricardo
- Kumpulan Soal-soal Ujian Nasional dan Soal-soal SPMB/SNMPTN*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- <https://www.kompas.com/sains/read/2020/08/04/134000323/mengenal-sistem-kekebalan-tubuh-bagaimana-antibodi-virus-corona-terbentuk-?page=all>.