

## MODUL AJAR BAB 4

### Sistem Pertahanan Tubuh Manusia

#### Informasi Umum Modul Ajar

Nama Penyusun	: Sentot Sugiharta, S.Pd., MMPd.
Nama Sekolah	: SMA Negeri 1 Gondang Mojokerto
Tahun Ajaran	: 20025 / 2026
Fase/Kelas	: F/XI
Alokasi Waktu (menit)	: 20 × 45 menit
Jumlah Pertemuan	: 8 Pertemuan

#### A. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP) terdiri atas pemahaman Biologi dan keterampilan proses.

##### 1. Pemahaman Biologi

Peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transpor membran dan pembelahan sel; **menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut**; memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

##### 2. Keterampilan Proses

Keterampilan siswa yang meliputi (1) mengamati; (2) mempertanyakan dan memprediksi; (3) merencanakan dan melakukan penyelidikan; (4) memproses serta menganalisis data dan informasi; (5) mengevaluasi dan merefleksi; serta (6) mengomunikasikan hasil.

#### B. Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran (TP) Bab 4 sebagai berikut.

- 4.1 Mengidentifikasi sistem pertahanan tubuh eksternal (pertahanan fisik, pertahanan kimiawi).
- 4.2 Mengidentifikasi sistem pertahanan tubuh internal (spesifik dan non spesifik).
- 4.3 Menganalisis respons kekebalan tubuh terhadap antigen (kekebalan humoral dan kekebalan seluler).
- 4.4 Menjelaskan jenis-jenis imunitas tubuh (imunitas aktif dan imunitas pasif).
- 4.5 Mendeskripsikan berbagai kelainan pada sistem pertahanan tubuh (Imunodefisiensi, Hipersensitivitas, Autoimun).
- 4.6 Melakukan wawancara ke petugas medis di puskesmas untuk mencari tahu mengenai program imunisasi/vaksinasi.
- 4.7 Membuat poster digital dari hasil wawancara untuk mengajak masyarakat sadar akan pentingnya vaksinasi yang dibagikan di berbagai media sosial.

#### C. Kata Kunci

- |             |              |                |
|-------------|--------------|----------------|
| 1. Antibodi | 5. Kekebalan | 9. Nonspesifik |
| 2. Antigen  | 6. Leukosit  | 10. Patogen    |
| 3. Imun     | 7. Limfosit  | 11. Spesifik   |
| 4. Infeksi  | 8. Makrofag  | 12. Vaksin     |

#### **D. Profil Pelajar Pancasila**

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia terhadap diri sendiri.
2. Gotong-royong dengan berkolaborasi bersama teman dalam kegiatan secara berkelompok.

#### **E. Sarana dan Prasarana**

1. Komputer/laptop
2. LCD proyektor
3. Papan tulis
4. Spidol

#### **F. Target Peserta Didik**

Peserta didik reguler

#### **G. Metode/Model Pembelajaran**

Menyesuaikan pada setiap pertemuan.

#### **H. Moda Pembelajaran**

Tatap Muka

#### **I. Asesmen**

1. Asesmen non-kognitif
2. Asesmen kognitif (sumatif)

#### **J. Materi Ajar**

1. Sistem Pertahanan Tubuh Eksternal dan Internal
2. Respons Kekebalan Tubuh terhadap Antigen
3. Imunitas Tubuh dan Kelainannya

#### **K. Langkah-langkah Pembelajaran**

### **PERTEMUAN 1**

#### **Topik**

Sistem pertahanan tubuh eksternal

#### **Tujuan Pembelajaran**

- 4.1 Mengidentifikasi sistem pertahanan tubuh eksternal (pertahanan fisik, pertahanan kimiawi)

#### **Pemahaman Bermakna**

1. Sistem pertahanan tubuh eksternal berperan penting dalam melindungi tubuh dari serangan patogen.
2. Pertahanan fisik dan pertahanan kimiawi bekerja secara sinergis untuk menjaga kesehatan dan kestabilan tubuh.

#### **Metode/Model Pembelajaran**

*Direct Instruction*

#### **Pertanyaan Pemantik**

1. Apa saja komponen dari sistem pertahanan tubuh eksternal?
2. Bagaimana pertahanan fisik dan pertahanan kimiawi berinteraksi dalam melindungi tubuh dari patogen?

### **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengantar dan Stimulasi
  - Guru memberikan pengantar tentang pentingnya sistem pertahanan tubuh eksternal dalam menjaga kesehatan.
  - Guru membagikan contoh situasi di mana sistem pertahanan tubuh eksternal diperlukan.
2. Penjelasan Pertahanan Fisik
  - Guru menjelaskan komponen pertahanan fisik, seperti kulit, rambut, kelenjar keringat, dan lendir.
  - Guru mendemonstrasikan bagaimana setiap komponen tersebut berfungsi dalam melindungi tubuh dari patogen.
3. Penjelasan Pertahanan Kimiawi
  - Guru menjelaskan komponen pertahanan kimiawi, seperti asam lambung, enzim pencernaan, dan enzim antimikroba dalam lendir.
  - Guru mengilustrasikan bagaimana komponen-komponen tersebut melibatkan reaksi kimia untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan patogen.
4. Diskusi Kelompok Kecil
  - Siswa dibagi menjadi kelompok kecil.
  - Setiap kelompok diberi pertanyaan untuk didiskusikan, seperti "Apa manfaat dari pertahanan fisik dalam mencegah masuknya patogen ke dalam tubuh?" atau "Bagaimana pertahanan kimiawi dapat membantu melawan infeksi?"
5. Refleksi dan Ringkasan
  - Guru merangkum poin-poin penting yang telah dipelajari.
  - Siswa diminta untuk merefleksikan pembelajaran mereka dan mengajukan pertanyaan yang mungkin masih belum terjawab.

## **PERTEMUAN 2**

### **Topik**

Sistem pertahanan tubuh internal

### **Tujuan Pembelajaran**

4.2 Mengidentifikasi sistem pertahanan tubuh internal (spesifik dan non spesifik)

### **Pemahaman Bermakna**

1. Sistem pertahanan tubuh internal berperan penting dalam melawan patogen dan menjaga kesehatan tubuh.
2. Perbedaan antara sistem pertahanan non spesifik dan sistem pertahanan spesifik penting untuk memahami respons imun tubuh.

### **Metode/Model Pembelajaran**

*Problem-Based Learning*

### **Pertanyaan Pemantik**

1. Apa perbedaan antara sistem pertahanan tubuh internal non spesifik dan sistem pertahanan tubuh internal spesifik?
2. Bagaimana keduanya bekerja bersama-sama untuk melawan infeksi dan mempertahankan kesehatan tubuh?

### **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengenalan Kasus
  - Guru memperkenalkan sebuah kasus yang melibatkan infeksi pada seorang siswa.
  - Siswa diberikan informasi awal dan ditantang untuk mencari pemahaman lebih lanjut tentang sistem pertahanan tubuh internal.
2. Penelitian Individu
  - Setiap siswa melakukan penelitian individu untuk mempelajari sistem pertahanan tubuh internal non spesifik dan sistem pertahanan tubuh internal spesifik.
  - Mereka mencari sumber informasi yang dapat digunakan untuk memahami konsep-konsep tersebut.
3. Diskusi Kelompok
  - Siswa dibagi dalam kelompok kecil untuk berbagi pengetahuan mereka.
  - Mereka mendiskusikan informasi yang telah mereka temukan dan membandingkan perbedaan antara sistem pertahanan non spesifik dan sistem pertahanan spesifik.
4. Pemodelan dan Simulasi
  - Guru menyajikan model atau simulasi yang memperlihatkan bagaimana sistem pertahanan non spesifik dan sistem pertahanan spesifik bekerja dalam tubuh.
  - Siswa mengobservasi dan mengikuti penjelasan guru tentang bagaimana respons imun berlangsung.
5. Penyusunan Rencana Penyembuhan
  - Setiap kelompok diberi tugas untuk merencanakan langkah-langkah yang harus diambil untuk membantu siswa dalam kasus yang diperkenalkan di awal pertemuan.
  - Mereka memikirkan cara-cara untuk merangsang sistem pertahanan tubuh internal dan meningkatkan kesembuhan.
6. Presentasi dan Diskusi
  - Setiap kelompok mempresentasikan rencana penyembuhan mereka kepada seluruh kelas.
  - Siswa lain memberikan umpan balik dan berdiskusi tentang efektivitas rencana penyembuhan tersebut.
7. Refleksi dan Evaluasi
  - Siswa merefleksikan proses pembelajaran mereka dan melihat apakah tujuan pembelajaran tercapai.
  - Guru memberikan umpan balik dan evaluasi terhadap pemahaman siswa.

## **PERTEMUAN 3**

### **Topik**

Kekebalan humoral dan seluler

### **Tujuan Pembelajaran**

- 4.3 Menganalisis respons kekebalan tubuh terhadap antigen (kekebalan humoral dan kekebalan seluler)

### **Pemahaman Bermakna**

1. Respons kekebalan tubuh terhadap antigen melibatkan kerja sama antara kekebalan humoral dan kekebalan seluler.
2. Perbedaan antara kekebalan humoral dan kekebalan seluler penting untuk memahami sistem kekebalan tubuh.

### **Metode/Model Pembelajaran**

*Direct Instruction*

### **Pertanyaan Pemantik**

1. Apa perbedaan antara kekebalan humoral dan kekebalan seluler?
2. Bagaimana keduanya bekerja bersama-sama untuk melawan antigen dan menjaga kekebalan tubuh?

### **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengenalan
  - Guru memperkenalkan konsep respons kekebalan tubuh terhadap antigen dan pentingnya kekebalan humoral dan kekebalan seluler.
  - Siswa diberikan gambaran umum tentang topik yang akan dibahas.
2. Penjelasan Konsep
  - Guru memberikan penjelasan lebih rinci tentang kekebalan humoral dan kekebalan seluler.
  - Siswa mencatat poin-poin penting dan mengajukan pertanyaan jika ada yang belum dipahami.
3. Studi Kasus
  - Guru menyajikan beberapa studi kasus yang melibatkan respons kekebalan tubuh terhadap antigen.
  - Siswa menganalisis setiap kasus dan mencoba mengidentifikasi apakah respons tersebut lebih terkait dengan kekebalan humoral atau kekebalan seluler.
4. Diskusi dan Analisis Kelompok
  - Siswa dibagi dalam kelompok kecil dan diberikan waktu untuk berdiskusi tentang studi kasus yang telah disajikan.
  - Mereka menganalisis dan membandingkan jawaban mereka mengenai apakah respons kekebalan tubuh tersebut lebih terkait dengan kekebalan humoral atau kekebalan seluler.
5. Presentasi dan Refleksi
  - Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi mereka kepada seluruh kelas.
  - Siswa lain memberikan umpan balik dan berdiskusi tentang kesamaan dan perbedaan antara respons kekebalan humoral dan kekebalan seluler.
6. Refleksi Individu
  - Siswa merefleksikan pemahaman mereka tentang respons kekebalan tubuh terhadap antigen.
  - Mereka menuliskan hal-hal baru yang dipelajari dan pertanyaan yang masih membingungkan.

## **PERTEMUAN 4**

### **Topik**

Jenis-jenis imunitas tubuh

### **Tujuan Pembelajaran**

#### 4.4 Menjelaskan jenis-jenis imunitas tubuh (imunitas aktif dan imunitas pasif)

##### **Pemahaman Bermakna**

1. Terdapat berbagai jenis imunitas tubuh yang berperan dalam melindungi tubuh dari patogen dan bahan asing.
2. Perbedaan antara imunitas aktif dan pasif, serta imunitas alami dan buatan, penting untuk memahami respons imun tubuh.

##### **Metode/Model Pembelajaran**

*Cooperative Learning*

##### **Pertanyaan Pemantik**

1. Apa perbedaan antara imunitas aktif dan imunitas pasif?
2. Bagaimana perbedaan antara imunitas alami dan imunitas buatan?

##### **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengenalan (15 menit):
  - Guru memperkenalkan konsep imunitas tubuh dan jenis-jenisnya.
  - Siswa diberikan contoh-contoh situasi di mana imunitas tubuh berperan.
2. Penjelasan Konsep (30 menit):
  - Guru memberikan penjelasan lebih rinci tentang imunitas aktif alami, imunitas aktif buatan, imunitas pasif alami, dan imunitas pasif buatan.
  - Siswa mencatat poin-poin penting dan mengajukan pertanyaan jika ada yang belum dipahami.
3. Diskusi Kelompok (40 menit):
  - Siswa dibagi dalam kelompok kecil.
  - Setiap kelompok diberikan skenario atau kasus terkait jenis imunitas tertentu.
  - Kelompok berdiskusi untuk menganalisis dan memahami bagaimana jenis imunitas tersebut bekerja dalam skenario tersebut.
4. Presentasi Kelompok (30 menit):
  - Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi mereka kepada seluruh kelas.
  - Mereka menjelaskan bagaimana jenis imunitas yang terkait dengan skenario mereka bekerja dan memberikan contoh-contoh yang relevan.
5. Simulasi Peran (20 menit):
  - Siswa berpartisipasi dalam simulasi peran untuk memperkuat pemahaman mereka tentang jenis-jenis imunitas.
  - Mereka berperan sebagai sel-sel imun dan berinteraksi dengan teman sekelas untuk menggambarkan respons imun yang terkait dengan jenis imunitas tertentu.
6. Refleksi Individu (10 menit):
  - Siswa merefleksikan pemahaman mereka tentang jenis-jenis imunitas tubuh.
  - Mereka menuliskan hal-hal baru yang dipelajari dan pertanyaan yang masih membingungkan.

## **PERTEMUAN 5**

### **Topik**

Kelainan pada sistem pertahanan tubuh

### **Tujuan Pembelajaran**

#### 4.5 Mendeskripsikan berbagai kelainan pada sistem pertahanan tubuh (Imunodefisiensi, Hipersensitivitas, Autoimun)

##### **Pemahaman Bermakna**

1. Kelainan pada sistem pertahanan tubuh dapat mempengaruhi fungsi sistem kekebalan tubuh secara keseluruhan.
2. Berbagai kelainan ini memerlukan pemahaman yang mendalam untuk diagnosis dan pengelolaan yang tepat.

##### **Metode/Model Pembelajaran**

*Problem-Based Learning*

##### **Pertanyaan Pemantik**

1. Apa yang menyebabkan terjadinya kelainan pada sistem pertahanan tubuh?
2. Bagaimana kelainan pada sistem pertahanan tubuh mempengaruhi kesehatan dan fungsi tubuh?

##### **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengenalan
  - Guru memperkenalkan konsep kelainan pada sistem pertahanan tubuh dan menjelaskan tujuan pembelajaran.
  - Siswa diberikan contoh-contoh kelainan pada sistem pertahanan tubuh yang akan dibahas.
2. Penelitian Mandiri
  - Siswa melakukan penelitian mandiri tentang kelainan imunodefisiensi, hipersensitivitas, dan penyakit autoimun.
  - Mereka mencari informasi tentang gejala, penyebab, faktor risiko, dan pengelolaan masing-masing kelainan.
3. Diskusi Kelompok
  - Siswa dibagi dalam kelompok kecil.
  - Setiap kelompok fokus pada salah satu kelainan dan berdiskusi tentang informasi yang mereka temukan.
  - Mereka membandingkan gejala, penyebab, dan pengelolaan kelainan yang mereka teliti.
4. Presentasi Kelompok
  - Setiap kelompok mempresentasikan hasil penelitian mereka kepada seluruh kelas.
  - Mereka menjelaskan informasi yang mereka temukan tentang kelainan yang dipilih dan memberikan contoh-contoh kasus yang relevan.
5. Diskusi Kelas
  - Guru memfasilitasi diskusi kelas tentang kesamaan dan perbedaan antara kelainan yang dibahas.
  - Siswa berpartisipasi dalam diskusi dan bertukar informasi tambahan yang relevan.
6. Refleksi Individu
  - Siswa merefleksikan pemahaman mereka tentang kelainan pada sistem pertahanan tubuh.
  - Mereka menuliskan hal-hal baru yang dipelajari dan pertanyaan yang masih membingungkan.

## **PERTEMUAN 6**

### **Topik**

Imunisasi/vaksinasi

## **Tujuan Pembelajaran**

4.6 Melakukan wawancara ke petugas medis di puskesmas untuk mencari tahu mengenai program imunisasi/vaksinasi.

## **Pemahaman Bermakna**

1. Program imunisasi/vaksinasi berperan penting dalam menjaga sistem pertahanan tubuh manusia.
2. Wawasan dan informasi dari petugas medis dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pentingnya program imunisasi/vaksinasi.

## **Metode/Model Pembelajaran**

*Community-Based Learning*

## **Pertanyaan Pemantik**

1. Mengapa program imunisasi/vaksinasi penting untuk menjaga sistem pertahanan tubuh manusia?
2. Bagaimana proses pelaksanaan program imunisasi/vaksinasi di puskesmas?

## **Kegiatan Pembelajaran**

1. Pengenalan
  - Guru memperkenalkan pentingnya program imunisasi/vaksinasi dalam menjaga sistem pertahanan tubuh manusia.
  - Siswa diberikan informasi singkat tentang tujuan dan manfaat program imunisasi/vaksinasi.
2. Persiapan Wawancara
  - Siswa diberikan waktu untuk mempersiapkan pertanyaan yang akan diajukan kepada petugas medis.
  - Mereka mencari informasi tentang jenis vaksin, jadwal imunisasi, dan manfaat vaksinasi.
3. Kunjungan ke Puskesmas
  - Siswa melakukan kunjungan ke puskesmas setempat.
  - Mereka bertemu dengan petugas medis yang bertanggung jawab atas program imunisasi/vaksinasi.
  - Siswa melakukan wawancara dengan petugas medis untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan.
4. Analisis dan Refleksi
  - Setelah kunjungan selesai, siswa kembali ke kelas dan menganalisis data dan informasi yang mereka peroleh.
  - Mereka merefleksikan pengalaman wawancara dan membandingkan informasi yang diberikan dengan pengetahuan sebelumnya.
5. Penyusunan Laporan
  - Siswa bekerja dalam kelompok untuk menyusun laporan berdasarkan hasil wawancara dan analisis data.
  - Mereka membuat rangkuman informasi yang relevan dan menyajikan data dalam bentuk yang mudah dipahami.
6. Presentasi Laporan
  - Setiap kelompok mempresentasikan laporan mereka kepada seluruh kelas.
  - Mereka menjelaskan hasil wawancara, temuan utama, dan kesimpulan yang mereka tarik dari informasi yang diperoleh.

## 7. Diskusi dan Tindak Lanjut

- Guru memfasilitasi diskusi kelas tentang temuan dari wawancara dan pemahaman yang didapatkan.
- Siswa berpartisipasi dalam diskusi, bertanya, dan memberikan tanggapan terhadap presentasi kelompok lain.

## PERTEMUAN 7

### Topik

Imunisasi/vaksinasi

### Tujuan Pembelajaran

- 4.7 Membuat poster digital dari hasil wawancara untuk mengajak masyarakat sadar akan pentingnya vaksinasi yang dibagikan di berbagai media sosial.

### Pemahaman Bermakna

1. Poster digital dapat menjadi media efektif untuk menyampaikan pesan penting kepada masyarakat.
2. Kesadaran masyarakat tentang pentingnya vaksinasi dapat berdampak positif terhadap kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

### Metode/Model Pembelajaran

*Project-Based Learning*

### Pertanyaan Pemantik

1. Bagaimana poster digital dapat menjadi media yang efektif untuk menyampaikan pesan penting tentang vaksinasi?
2. Bagaimana cara memperoleh daya tarik visual dan pesan yang persuasif dalam poster digital?

### Kegiatan Pembelajaran

1. Pengenalan
  - Guru memperkenalkan pentingnya menggunakan media sosial dan poster digital sebagai sarana untuk menyampaikan pesan tentang vaksinasi.
  - Siswa diberikan informasi singkat tentang tujuan dan manfaat pembuatan poster digital.
2. Analisis dan Perencanaan
  - Siswa menganalisis data dan informasi yang mereka peroleh dari wawancara sebelumnya.
  - Mereka merencanakan isi, desain, dan pesan yang akan disampaikan dalam poster digital.
3. Pembuatan Poster Digital
  - Siswa menggunakan perangkat lunak desain grafis atau aplikasi pembuatan poster digital untuk membuat poster.
  - Mereka memperhatikan tata letak, pemilihan gambar, dan penyampaian pesan yang efektif.
4. Presentasi dan Diskusi
  - Setiap siswa mempresentasikan poster digital yang mereka buat kepada seluruh kelas.
  - Mereka menjelaskan pemilihan desain, pesan yang disampaikan, dan tujuan dari poster digital mereka.
5. Refleksi dan Perbaikan

- Setelah presentasi, siswa dan guru melakukan refleksi terhadap poster digital yang telah dibuat.
  - Siswa memberikan umpan balik dan saran perbaikan untuk memperbaiki poster digital mereka.
6. Publikasi di Media Sosial
- Siswa mempublikasikan poster digital mereka di berbagai media sosial yang relevan.
  - Mereka membagikan poster digital kepada teman, keluarga, dan masyarakat luas.

## PERTEMUAN 8

Pelaksanaan tes sumatif (latihan akhir bab)

### REFLEKSI

Pendidik	Peserta Didik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah dalam pemberian materi dengan metode/model yang telah dilakukan serta penjelasan teknis atau intruksi yang disampaikan untuk pembelajaran yang akan dilakukan dapat dipahami oleh peserta didik?</li> <li>• Bagian manakah pada rencana pembelajaran yang perlu diperbaiki?</li> <li>• Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap materi atau bahan ajar, pengelolaan kelas, latihan dan penilaian yang telah dilakukan dalam pembelajaran?</li> <li>• Apakah dalam berjalannya proses pembelajaran sesuai dengan yang diharapkan?</li> <li>• Apakah arahan dan penguatan materi yang telah dipelajari dapat dipahami oleh peserta didik?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apakah Anda memahami instruksi yang dilakukan untuk pembelajaran?</li> <li>• Apakah media pembelajaran, alat dan bahan mempermudah Anda dalam pembelajaran?</li> <li>• Materi apa yang Anda pelajari pada pembelajaran yang telah dilakukan?</li> <li>• Apakah materi yang disampaikan, didiskusikan, dan dipresentasikan dalam pembelajaran dapat Anda pahami?</li> <li>• Manfaat apa yang Anda peroleh dari materi pembelajaran?</li> <li>• Sikap positif apa yang Anda peroleh selama mengikuti kegiatan pembelajaran?</li> <li>• Kesulitan apa yang Anda alami dalam pembelajaran?</li> <li>• Apa saja yang Anda lakukan untuk belajar yang lebih baik?</li> </ul>

Mengetahui,  
Kepala Sekolah

Mojokerto, Januari 2026  
Guru Mata Pelajaran

JOHAN BAHRUDIN, S.Kom., M.T  
NIP. 197606202005011008

SENTOT SUGIHARTA, SPd., MMPd.  
NIP.197003011992021001

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Lembar Kerja Peserta Didik

#### LKPD pertemuan 5

#### Kelainan pada Sistem Pertahanan Tubuh

##### A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu mencari informasi tentang kelainan pada sistem pertahanan tubuh manusia, mulai dari gejala, penyebab, faktor risiko, dan pengelolaan masing-masing kelainan (imunodefisiensi, hipersensitivitas, dan penyakit autoimun).

##### B. Pengantar

Pada lembar kerja ini, Anda akan mengumpulkan informasi tentang tiga kelainan yang terjadi pada sistem pertahanan tubuh manusia, yaitu imunodefisiensi, hipersensitivitas, dan penyakit autoimun. Setiap kelainan memiliki karakteristik, gejala, penyebab, faktor risiko, dan pengelolaan yang berbeda. Imunodefisiensi adalah kondisi di mana sistem pertahanan tubuh menjadi lemah atau tidak berfungsi dengan baik. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor genetik atau diperoleh sepanjang hidup. Hipersensitivitas adalah respons sistem imun yang berlebihan terhadap zat-zat yang sebenarnya tidak berbahaya. Terakhir, penyakit autoimun, yaitu penyakit yang terjadi ketika sistem imun menyerang dan merusak jaringan atau organ tubuh sendiri. Bersama dengan kelompok kecil, Anda akan mempelajari gejala-gejala, karakteristik, faktor risiko, dan kemungkinan penyebab yang terkait dengan penyakit dan kelainan tersebut. Selain itu, Anda juga akan mempelajari berbagai pendekatan pengelolaan yang digunakan untuk meredakan gejala dan memperlambat perkembangan penyakit dan kelainan tersebut.

##### C. Bahan Diskusi

Lengkapilah tabel berikut.

No.	Kriteria	Imunodefisiensi	Hipersensitivitas	Penyakit autoimun
1	Karakteristik gejala			
2	Penyebab			
3	Faktor risiko			

No.	Kriteria	Imunodefisiensi	Hipersensitivitas	Penyakit autoimun
4	Pengelolaan			

### Lampiran 2. Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik

- Jubaedah, E., & Purnami, S. E. (2023). *IPA Biologi 2 untuk SMA/MA Kelas XI*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Handout berikut.

#### Sistem Pertahanan Tubuh Eksternal dan Internal

Sistem pertahanan tubuh memiliki peran penting dalam melindungi tubuh manusia dari serangan patogen, seperti bakteri, virus, dan jamur, serta menjaga kesehatan secara keseluruhan. Sistem pertahanan tubuh dapat dibagi menjadi dua komponen utama: pertahanan tubuh eksternal dan pertahanan tubuh internal. Berikut adalah penjelasan lengkap mengenai kedua sistem pertahanan tubuh tersebut:

- Sistem Pertahanan Tubuh Eksternal: Sistem pertahanan tubuh eksternal adalah pertahanan pertama yang berperan dalam melindungi tubuh dari serangan patogen. Komponen utama sistem pertahanan tubuh eksternal meliputi:
  - Pertahanan Fisik:
    - Kulit: Kulit merupakan penghalang pertama tubuh terhadap patogen. Lapisan luar kulit yang terdiri dari sel-sel mati yang padat membentuk penghalang fisik yang sulit ditembus oleh patogen.
    - Membran Mukosa: Membran mukosa melapisi saluran pencernaan, saluran pernapasan, dan saluran urogenital. Sel-sel epitel membran mukosa menghasilkan lendir yang melindungi dan menjebak patogen, membantu mencegah mereka masuk ke dalam jaringan.
  - Pertahanan Kimiawi:
    - Lisozim: Lisozim adalah enzim yang hadir dalam air mata, saliva, dan lendir, yang membantu menghancurkan dinding sel bakteri.
    - Sebum: Sebum, yang dihasilkan oleh kelenjar sebacea di kulit, membantu menjaga kelembapan kulit dan melindungi dari pertumbuhan bakteri.
    - Asam Lambung: Asam lambung yang dihasilkan oleh lambung memiliki sifat asam yang dapat membunuh banyak patogen yang masuk melalui makanan dan minuman.

2. Sistem Pertahanan Tubuh Internal: Sistem pertahanan tubuh internal bekerja secara lebih kompleks dan terdiri dari beberapa komponen yang bekerja bersama untuk melawan patogen. Komponen utama sistem pertahanan tubuh internal meliputi:
- a. Pertahanan Nonspesifik:
    - Fagositosis: Melibatkan makrofag dan mikrofas yang menelan dan menghancurkan patogen dengan mekanisme endositosis dan penghancuran enzimatik.
    - Demam: Meningkatnya suhu tubuh untuk meningkatkan efektivitas respons kekebalan tubuh dan menghambat pertumbuhan patogen.
    - Inflamasi: Merupakan respons tubuh terhadap cedera atau infeksi, ditandai dengan kemerahan, pembengkakan, dan peningkatan aliran darah ke area terkena, untuk membantu menyampaikan komponen pertahanan tubuh dan mempercepat penyembuhan.
    - Sekresi Interferon: Interferon adalah protein yang dihasilkan oleh sel yang terinfeksi virus untuk memberi sinyal pada sel-sel lain untuk meningkatkan resistensi terhadap infeksi virus.
  - b. Pertahanan Spesifik:
    - Limfosit: Limfosit, seperti sel T dan sel B, adalah komponen penting dalam respons kekebalan spesifik. Sel T membantu dalam pengenalan dan penghancuran sel-sel yang terinfeksi, sementara sel B memproduksi antibodi yang mengenali dan melawan patogen.
    - Antibodi: Antibodi adalah protein yang dihasilkan oleh sel B sebagai respons terhadap patogen yang spesifik. Antibodi dapat mengikat dan menghilangkan patogen, serta merangsang respon imun lainnya untuk menghancurkannya.

### **Respons Kekebalan Tubuh terhadap Antigen**

Respons kekebalan tubuh terhadap antigen melibatkan dua komponen utama: kekebalan humoral dan kekebalan seluler. Keduanya bekerja bersama untuk melawan dan menghilangkan antigen yang masuk ke dalam tubuh. Berikut ini penjelasan singkat mengenai kedua jenis kekebalan ini:

1. Kekebalan Humoral: Kekebalan humoral melibatkan produksi antibodi oleh sel-sel plasma, yang disebut sel B, yang ada dalam darah dan cairan tubuh lainnya. Proses ini dimulai ketika antigen yang masuk ke dalam tubuh dienkapsulasi oleh sel B. Selanjutnya, sel B ini akan berinteraksi dengan sel T pembantu, yang akan merangsang sel B untuk berkembang menjadi sel plasma yang menghasilkan dan membebaskan antibodi. Antibodi adalah molekul protein yang dirancang khusus untuk mengenali dan melawan antigen tertentu. Mereka bekerja dengan beberapa cara, termasuk:
  - Membuat antigen mudah dikenali oleh sel fagosit, yang akan menelan dan menghancurkan antigen tersebut.
  - Membuat antigen melekat satu sama lain, membentuk kompleks antigen-antibodi yang lebih besar yang kemudian dapat dihilangkan oleh sel fagosit.
  - Mencegah antigen menempel pada sel target, sehingga melindungi sel target dari kerusakan. Kekebalan humoral penting dalam melawan infeksi virus, bakteri, dan mikroorganisme lain yang menyebar dalam darah dan cairan tubuh lainnya.
2. Kekebalan Seluler: Kekebalan seluler melibatkan peran sel T, yang terbagi menjadi beberapa jenis, termasuk sel T pembantu (helper) dan sel T sitotoksik. Sel T pembantu berinteraksi dengan sel B untuk merangsang produksi antibodi, seperti yang dijelaskan sebelumnya. Sel T sitotoksik,

di sisi lain, memiliki kemampuan untuk mengenali dan menghancurkan sel-sel yang terinfeksi oleh virus atau sel kanker. Sel T sitotoksik dapat membunuh sel target dengan melepaskan zat-zat yang merusak, seperti enzim proteolitik dan perforin. Selain itu, sel T sitotoksik juga dapat merangsang sel B untuk memproduksi antibodi. Kekebalan seluler juga berperan penting dalam melawan infeksi virus, serta mencegah pertumbuhan dan penyebaran sel kanker.

Dalam respons kekebalan tubuh terhadap antigen, kekebalan humoral dan kekebalan seluler saling berhubungan dan bekerja bersama untuk memberikan perlindungan yang optimal bagi tubuh. Kekebalan humoral bertanggung jawab terhadap penangkapan dan eliminasi antigen dalam darah dan cairan tubuh, sementara kekebalan seluler bekerja di tingkat sel untuk menghilangkan sel-sel terinfeksi virus atau sel kanker. Penting untuk dicatat bahwa penjelasan ini hanya gambaran umum tentang respons kekebalan tubuh terhadap antigen. Sistem kekebalan tubuh sangat kompleks, melibatkan berbagai macam sel dan mekanisme yang saling berinteraksi untuk melindungi tubuh dari berbagai penyakit dan infeksi.

### **Imunitas Tubuh dan Kelainannya**

Imunitas Tubuh: Imunitas tubuh mengacu pada kemampuan tubuh untuk melawan infeksi dan melindungi diri dari penyakit. Ada empat jenis imunitas tubuh utama:

1. **Imunitas Aktif Alami:** Imunitas aktif alami adalah respons imun yang dikembangkan oleh tubuh secara alami setelah terpapar dengan patogen tertentu. Contohnya adalah ketika seseorang terinfeksi virus, sistem kekebalan tubuh akan merespons dengan memproduksi antibodi yang khusus untuk melawan virus tersebut. Imunitas ini membutuhkan waktu untuk berkembang, tetapi setelah sembuh dari infeksi, tubuh dapat mempertahankan memori imunologis terhadap patogen tersebut.
2. **Imunitas Aktif Buatan:** Imunitas aktif buatan adalah respons imun yang dikembangkan melalui pemberian vaksin atau antigen yang dilemahkan atau mati. Vaksin mengandung fragmen patogen atau antigen yang dapat merangsang respons imun tanpa menyebabkan penyakit. Tubuh akan mengenali antigen tersebut sebagai ancaman dan merespons dengan memproduksi antibodi yang melawan patogen tersebut. Keuntungan dari imunitas aktif buatan adalah tubuh akan memiliki memori imunologis terhadap patogen, sehingga dapat melawan infeksi jika terpapar di masa depan.
3. **Imunitas Pasif Alami:** Imunitas pasif alami terjadi saat antibodi atau faktor kekebalan lainnya ditransfer dari ibu ke bayi melalui plasenta atau ASI. Bayi menerima perlindungan imun sementara sampai sistem kekebalan tubuh mereka sendiri berkembang dengan baik. Namun, imunitas pasif alami bersifat sementara dan tidak memberikan perlindungan jangka panjang.
4. **Imunitas Pasif Buatan:** Imunitas pasif buatan melibatkan pemberian antibodi atau faktor kekebalan lainnya yang diproduksi di luar tubuh, seperti transfusi darah atau penggunaan serum imunoglobulin. Antibodi yang diberikan langsung memberikan perlindungan langsung terhadap patogen yang spesifik, tetapi perlindungan ini bersifat sementara dan tidak menyebabkan pengembangan memori imunologis.

Kelainan Imunitas Tubuh:

1. **Imunodefisiensi:** Imunodefisiensi adalah kondisi di mana sistem kekebalan tubuh tidak berfungsi dengan baik atau terganggu, sehingga tubuh rentan terhadap infeksi. Beberapa bentuk imunodefisiensi dapat bawaan atau didapat. Contoh imunodefisiensi bawaan adalah sindrom imunodefisiensi yang berat (severe combined immunodeficiency syndrome, SCID).

Imunodefisiensi didapat dapat disebabkan oleh faktor genetik, seperti AIDS yang disebabkan oleh infeksi HIV, atau oleh penggunaan obat immunosupresif setelah transplantasi organ.

2. Hipersensitivitas: Hipersensitivitas terjadi ketika sistem kekebalan tubuh bereaksi berlebihan terhadap zat yang sebenarnya tidak berbahaya. Ada empat tipe hipersensitivitas yang dijelaskan dalam skema Gell dan Coombs. Misalnya, hipersensitivitas tipe I (reaksi alergi) terjadi ketika sistem kekebalan bereaksi secara berlebihan terhadap alergen, seperti serbuk sari atau bulu binatang, yang menghasilkan pelepasan histamin dan menyebabkan gejala seperti ruam kulit, sesak napas, atau pembengkakan.
3. Penyakit Autoimun: Penyakit autoimun terjadi ketika sistem kekebalan tubuh menyerang dan merusak jaringan tubuh sendiri, karena kelainan dalam regulasi sistem kekebalan. Contoh penyakit autoimun termasuk lupus eritematosus sistemik (SLE), rheumatoid arthritis (RA), dan diabetes tipe 1. Pada kondisi ini, sistem kekebalan tubuh yang seharusnya melindungi tubuh dari patogen justru menyerang sel-sel tubuh sehat.

### Lampiran 3. Asesmen

#### Asesmen Diagnostik Non-Kognitif

##### Survei Keterampilan Manajemen Waktu

Asesmen ini mengukur kemampuan siswa dalam mengatur waktu, mengelola jadwal, dan memprioritaskan tugas.

##### Contoh Rubrik Penilaian:

- Skala Likert untuk menilai tingkat kemampuan siswa dalam berbagai aspek manajemen waktu.
- Contoh aspek: perencanaan waktu, penyebaran waktu untuk tugas-tugas, kemampuan memenuhi tenggat waktu, dan fleksibilitas dalam penyesuaian jadwal.

#### Asesmen Sumatif (Akhir Bab)

1. Buku Biologi 2 untuk SMA/MA Kelas XI penerbit Grafindo Media Pratama, latihan akhir bab 4 halaman 144–152.
2. Kumpulan soal berikut.

### LATIHAN BAB 4

#### A. Pilihan Ganda

1. Saat terkena luka, tubuh merespons dengan meningkatkan aliran darah ke area yang terluka. Proses ini termasuk dalam sistem pertahanan tubuh eksternal yang disebut...
  - A. kekebalan humoral
  - B. pertahanan fisik
  - C. kekebalan seluler
  - D. pertahanan kimiawi
  - E. kekebalan adaptif
2. Saat kamu terluka, darah yang keluar dari luka akan membentuk bekuan darah. Proses ini merupakan contoh dari sistem pertahanan tubuh eksternal yang disebut ....
  - A. kekebalan humoral
  - B. pertahanan fisik
  - C. kekebalan seluler

- D. pertahanan kimiawi
- E. kekebalan adaptif
3. Saat tubuh terinfeksi oleh bakteri, sistem pertahanan tubuh internal yang bekerja untuk melawan bakteri tersebut adalah ....
- A. kekebalan humoral
- B. pertahanan fisik
- C. kekebalan seluler
- D. pertahanan kimiawi
- E. kekebalan adaptif
4. Bayi yang baru lahir menerima kekebalan dari ibu melalui ASI. Jenis imunitas ini disebut ....
- A. imunitas aktif
- B. imunitas pasif
- C. imunitas humoral
- D. imunitas seluler
- E. imunitas adaptif
5. Tubuh menghasilkan antibodi setelah vaksinasi untuk melawan antigen spesifik. Jenis imunitas ini disebut ....
- A. imunitas aktif
- B. imunitas pasif
- C. imunitas humoral
- D. imunitas seluler
- E. imunitas adaptif
6. Saat terinfeksi oleh bakteri, tubuh merespons dengan meningkatkan produksi sel darah putih. Jenis sel darah putih yang terlibat dalam respons kekebalan seluler adalah ....
- A. neutrofil
- B. limfosit B
- C. limfosit T
- D. monosit
- E. eosinofil
7. Berikut merupakan gejala-gejala yang timbul ketika terjadi respons berlebihan terhadap antigen, kecuali ....
- A. gatal
- B. peradangan sendi
- C. ruam
- D. bersin
- E. sesak napas
8. Penyakit AIDS adalah contoh dari kelainan pada sistem pertahanan tubuh yang disebut ....
- A. imunodefisiensi
- B. hipersensitivitas
- C. autoimun
- D. alergi
- E. imunitas adaptif
9. Saat terpapar alergen seperti serbuk sari, tubuh merespons dengan melepaskan histamin yang menyebabkan bersin dan gatal-gatal. Proses ini termasuk dalam jenis kelainan sistem kekebalan tubuh yang disebut ....
- A. alergi
- B. autoimun
- C. imunodefisiensi
- D. hipersensitivitas
- E. imunitas adaptif
10. Penyebab sistem pertahanan tubuh menyerang sel tubuhnya sendiri adalah karena sistem pertahanan tubuh ....
- A. gagal membedakan sel dengan zat asing

- B. memberikan reaksi berlebih pada atigen
- C. mengalami penurunan fungsi
- D. memunculkan reaksi alergi
- E. menerima antibodi dari luar tubuh

**A. Uraian**

1. Uraikan perbedaan antara sistem pertahanan tubuh eksternal (pertahanan fisik dan pertahanan kimiawi) dan sistem pertahanan tubuh internal (spesifik dan non spesifik).
2. Jelaskan perbedaan antara kekebalan humoral dan kekebalan seluler dalam respons kekebalan tubuh terhadap antigen.
3. Jelaskan perbedaan antara imunitas aktif dan imunitas pasif serta berikan contoh dari masing-masing jenis imunitas tersebut.
4. Jelaskan perbedaan antara hipersensitivitas tipe I dan tipe IV serta berikan contoh dari masing-masing tipe.
5. Jelaskan perbedaan antara imunodefisiensi, hipersensitivitas, dan penyakit autoimun.

**Rubrik Penilaian Asesmen Sumatif**

**A. Pilihan Ganda**

No. Soal	Kunci Jawaban	Kriteria Penskoran	Skor
1	B	Benar	1
		Salah	0
2	D	Benar	1
		Salah	0
3	C	Benar	1
		Salah	0
4	B	Benar	1
		Salah	0
5	A	Benar	1
		Salah	0
6	C	Benar	1
		Salah	0
7	B	Benar	1
		Salah	0
8	A	Benar	1
		Salah	0
9	D	Benar	1
		Salah	0
10	A	Benar	1
		Salah	0
Jumlah skor maksimal			10

Penentuan nilai:

**B. Uraian**

No.	Kunci Jawaban	Kriteria Penskoran	Skor
1	Sistem pertahanan tubuh eksternal terdiri dari pertahanan fisik seperti kulit dan selaput lendir yang mencegah masuknya patogen ke dalam tubuh, serta pertahanan kimiawi seperti produksi lendir, enzim, dan asam lambung. Sistem pertahanan tubuh internal terdiri dari respons spesifik dan non spesifik. Respons non spesifik melibatkan sel darah putih seperti neutrofil dan makrofag yang menyerang patogen secara umum. Respons spesifik melibatkan limfosit B dan T yang menghasilkan antibodi dan merespons antigen secara spesifik.	Benar dan tepat	3
		Kurang lengkap	1
		Tidak dijawab	0
2	Kekebalan humoral melibatkan produksi dan pelepasan antibodi oleh limfosit B untuk melawan antigen yang terlarut dalam cairan tubuh. Kekebalan seluler melibatkan limfosit T yang merespons antigen yang ada di dalam sel tubuh. Limfosit T membantu menghancurkan sel yang terinfeksi dan mengaktifkan sel-sel kekebalan tubuh lainnya.	Benar dan tepat	3
		Kurang lengkap	1
		Tidak dijawab	0
3	Imunitas aktif terjadi ketika tubuh menghasilkan antibodi sendiri setelah terpapar antigen, baik melalui infeksi alami maupun vaksinasi. Contohnya adalah ketika seseorang terkena flu dan tubuhnya memproduksi antibodi untuk melawan virus. Imunitas pasif terjadi ketika antibodi diberikan dari sumber eksternal, seperti ibu yang memberikan antibodi kepada bayinya melalui ASI.	Benar dan tepat	5
		Kurang lengkap	3
		Tidak dijawab	0
4	Hipersensitivitas tipe I merupakan reaksi alergi yang melibatkan pelepasan histamin dan mediator alergi lainnya. Contohnya adalah reaksi alergi terhadap serbuk sari atau makanan tertentu. Hipersensitivitas tipe IV merupakan reaksi alergi lambat yang melibatkan respons seluler. Contohnya adalah dermatitis kontak yang terjadi akibat kontak kulit dengan zat tertentu seperti logam.	Benar dan tepat	2
		Kurang lengkap	1
		Tidak dijawab	0
5	Imunodefisiensi adalah kondisi di mana sistem kekebalan tubuh tidak berfungsi dengan baik, sehingga seseorang lebih rentan terhadap infeksi. Hipersensitivitas adalah reaksi kekebalan tubuh yang berlebihan terhadap zat yang sebenarnya tidak berbahaya. Penyakit autoimun terjadi ketika sistem kekebalan tubuh menyerang jaringan dan organ tubuh sendiri. Contohnya adalah lupus, diabetes tipe 1, dan penyakit tiroid autoimun.	Benar dan tepat	2
		Kurang lengkap	1
		Tidak dijawab	0
Jumlah skor maksimal			15

Penentuan nilai:

#### Lampiran 4. Glosarium

pertahanan fisik	: komponen sistem kekebalan tubuh eksternal yang melibatkan barikade fisik seperti kulit, rambut, lendir, dan membran mukosa untuk mencegah masuknya patogen ke dalam tubuh.
pertahanan kimiawi	: komponen sistem kekebalan tubuh eksternal yang melibatkan zat-zat kimia seperti enzim, asam lambung, dan senyawa antimikroba untuk membunuh atau melawan patogen.
sistem pertahanan tubuh internal	: sistem kekebalan tubuh yang berfungsi di dalam tubuh dan melibatkan respons spesifik dan non-spesifik terhadap patogen.
kekebalan humoral	: respons kekebalan tubuh yang melibatkan produksi antibodi oleh sel-sel b untuk melawan patogen dan zat asing di dalam cairan tubuh.
kekebalan seluler	: respons kekebalan tubuh yang melibatkan peran langsung sel-sel t untuk mengenali dan menghancurkan patogen yang terinfeksi sel tubuh.
imunitas aktif	: jenis kekebalan tubuh yang berkembang setelah terpapar patogen atau vaksin, di mana tubuh menghasilkan respons kekebalan sendiri.
imunitas pasif	: jenis kekebalan tubuh yang diperoleh dari pemberian antibodi atau sel kekebalan dari sumber eksternal, seperti ibu kepada bayinya melalui plasenta atau transfusi darah.
imunodefisiensi	: kondisi atau kelainan yang menyebabkan sistem kekebalan tubuh melemah atau tidak berfungsi dengan baik, membuat tubuh rentan terhadap infeksi dan penyakit.
hipersensitivitas	: reaksi yang berlebihan dan tidak normal dari sistem kekebalan tubuh terhadap zat-zat yang sebenarnya tidak berbahaya, seperti alergi.
autoimun	: kondisi di mana sistem kekebalan tubuh menyerang dan merusak jaringan dan sel sehat tubuh sendiri, salah mengenali mereka sebagai benda asing atau patogen.

#### Lampiran 5. Daftar Pustaka

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2014). Cellular and Molecular Immunology (8th ed.). Saunders.
- Murphy, K., Weaver, C., & Mowat, A. (2016). Janeway's Immunobiology (9th ed.). Garland Science.