



Sistem Gerak dan Sirkulasi

MODUL TEMA 7

BIOLOGI PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018



Sistem Gerak dan Sirkulasi

MODUL TEMA 7

**BIOLOGI PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

- **Penulis:** Renni Diastuti
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 76 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Petunjuk Penggunaan Modul dan Kriteria Ketuntasan Pembelajaran	1
Tujuan Pembelajaran Modul	2
Pengantar Modul	3
Unit 1. Alat Gerak Kita	4
□ Uraian Materi	4
□ Penugasan 1.1	14
• Tujuan	14
• Media	14
• Langkah Penugasan	14
□ Penugasan 1.2	20
• Tujuan	20
• Media	20
• Langkah Penugasan	20
□ Penugasan 1.3	27
• Tujuan	27
• Media	27
• Langkah Penugasan	27
Unit 2. Darah bagi Kehidupan Kita	28
□ Uraian Materi	28
□ Penugasan 2.1	36
• Tujuan	36
• Media	36
• Langkah Penugasan	36
Unit 3. Kerja Tiada Henti	37
□ Uraian Materi	37
□ Penugasan 3.1	40
• Tujuan	40
• Media	40
• Langkah Penugasan	40
Rangkuman	53
Saran Referensi	56
Soal Latihan	57
Kunci Jawaban dan Pembahasan	64
Penilaian	70
Daftar Pustaka	75

Sistem Gerak dan Sirkulasi

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Belajar dengan modul, keberhasilannya tergantung dari ketekunan Anda dalam memahami langkah-langkah belajarnya
2. Belajar dengan modul dapat dilakukan secara mandiri atau berkelompok.
3. Langkah- langkah yang perlu Anda ikuti secara berurutan adalah sebagai berikut:
 - a. Usahakan Anda memiliki Modul sebagai bahan utama dalam memahami materi.
 - b. Baca dan pahami benar-benar tujuan yang terdapat dalam modul ini dengan seksama untuk mengetahui apa yang akan diperoleh setelah mempelajari modul ini.
 - c. Bila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari modul ini, diskusikan dengan teman-teman lain atau tanyakan pada tutor saat tatap muka.
 - d. Setelah Anda merasa memahami materi tersebut, kerjakan tugas-tugas yang ada dalam modul ini dan perhatikan rubrik penilaiannya.
 - e. Disarankan menggunakan alat, bahan, media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan
 - f. Periksa hasil tugas Anda dengan mencocokkan pada kunci jawaban yang tersedia. Dan bila ada jawaban yang belum benar, pelajari lagi materi yang terkait.
 - g. Bila semua kegiatan dalam modul sudah dapat Anda selesaikan dengan baik, maka Anda berhak mengikuti tes akhir modul yang diselenggarakan oleh tutor.
 - h. Bila dalam tes akhir modul Anda dapat mencapai nilai 70, maka Anda dapat melanjutkan untuk mempelajari modul berikutnya.

Modul 7 ini merupakan salah satu sumber belajar, sehingga sangat disarankan untuk membaca referensi lain yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Referensi-referensi bacaan yang terkait materi pembelajaran beberapa dicantumkan pada modul ini, yang dapat dicari di perpustakaan atau website. Hal ini dimaksudkan untuk memperluas wacana pengetahuan peserta didik.

Modul 7 ini terdiri atas tiga unit yang hendaknya dipelajari mulai dari unit pertama hingga terakhir. Modul ini sebaiknya dipelajari secara berurutan. Setiap unit memuat uraian materi dan penugasan, yang dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Selain itu juga memuat penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.



Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari modul ini, warga belajar diharapkan mampu:

1. Menjelaskan keterkaitan antara struktur, fungsi, dan proses serta kelainan/penyakit yang dapat terjadi pada sistem gerak pada manusia dengan benar.
2. Menyusun Karya Tulis tentang struktur, fungsi, dan proses serta kelainan/penyakit yang dapat terjadi pada sistem gerak pada manusia.
3. Menjelaskan keterkaitan antara struktur, fungsi, dan proses serta kelainan/penyakit yang dapat terjadi pada sistem peredaran darah dengan benar.
4. Menyusun Karya Tulis tentang struktur, fungsi, dan proses serta kelainan/penyakit yang dapat terjadi pada sistem peredaran darah pada manusia.

5. Menjelaskan mekanisme pertahanan tubuh terhadap benda asing berupa antigen dan bibit penyakit, serta kelainan/penyakit yang mungkin terjadi pada sistem peredaran darah serta implikasinya dan teknologi untuk membantu mengatasinya
6. Mensyukuri anugerah Tuhan Yang Maha Esa dengan cara memelihara kesehatan sistem gerak dan peredaran darah.
7. Menerapkan pola hidup sehat

Pengantar Modul

Pembelajaran merupakan wahana untuk mencapai kompetensi dasar baik sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Modul dapat digunakan sebagai alternatif untuk menciptakan kegiatan pembelajaran baik secara tatap muka, tutorial, maupun mandiri. Modul 7 dengan Judul Sistem Gerak dan Sirkulasi terdiri atas tiga Unit. Unit 1 membahas tentang Alat Gerak Kita. Unit 2 membahas tentang Darah bagi Kehidupan Kita, dan Unit 3 membahas tentang Kerja Tiada Henti.

Modul ini memberikan gambaran uraian materi dilengkapi dengan contoh-contoh yang terjadi di kehidupan sehari-hari atau bersifat kontekstual. Pada Modul ini Anda akan diajak untuk dapat memahami seluk-beluk sistem gerak dan sistem peredaran darah pada tubuh kita.

UNIT 1 Alat Gerak Kita akan menjelaskan secara lengkap mekanisme kontraksi otot, mekanisme gerak, macam-macam gerak, kelainan pada sistem gerak, dan teknologi yang mungkin untuk membantu kelainan pada sistem gerak.

UNIT 2 Darah bagi Kehidupan Kita membahas bagian-bagian darah: sel-sel darah dan plasma darah, proses pembekuan darah, dan golongan darah

UNIT 3 Kerja Tiada Henti, akan membahas tentang Jantung: struktur jaringan dan fungsinya, ruang dan katup jantung, proses peredaran darah, kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah, serta teknologi yang berkaitan dengan kesehatan jantung

Setiap unit modul dilengkapi dengan uraian materi, penugasan, dan rangkuman materi untuk membantu peserta didik lebih memahami konsep, mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.

UNIT 1 Alat Gerak Kita

Uraian Materi

Setiap saat kita bergerak, apakah itu berjalan, mengangkat beban, menulis, atau yang lainnya. Kalaupun Anda sekarang sedang duduk, pasti ada bagian tubuh Anda yang bergerak, misalnya jantung Anda berdetak atau mata Anda berkedip. Sungguh suatu kebesaran Tuhan Yang Maha Esa. Oleh karena itu sudah selayaknya kita bersyukur kepada Allah Swt yang telah menciptakan kita dengan sempurna.

Kemampuan melakukan gerakan tubuh pada manusia didukung adanya sistem gerak, yang merupakan hasil kerja sama yang serasi antar organ sistem gerak, seperti rangka (tulang), persendian, dan otot.

A. Rangka (Tulang) Tubuh Manusia

Tanpa tulang dan otot, manusia tidak dapat bergerak. Rangka atau tulang pada tubuh manusia termasuk salah satu alat gerak pasif dan otot merupakan alat gerak aktif. Kerja sama tulang dan otot menghasilkan gerakan tubuh. Sedangkan unsur pembentuk tulang pada manusia adalah unsur kalsium dalam bentuk garam yang direkatkan oleh kalogen. Perhatikan ilustrasi berikut ini:



Tulang sebagai rangka manusia, merupakan komponen yang sangat penting dalam menyangga tubuh manusia serta menjaga berbagai organ vital manusia. Kerangka yang kuat, diibaratkan seperti bangunan yang kuat dengan konstruksi yang baik, sehingga bangunan tersebut tidak mudah roboh. Sedangkan apabila kerangka tersebut kurang baik secara struktur maupun komposisi tulang kurang baik, akan berakibat pada ketidaksempurnaan tubuh. Oleh sebab itu, pengetahuan tentang kerangka manusia ini penting untuk dipelajari, agar setidaknya dapat mengenali lebih baik tentang tubuh kita. Dengan demikian kita dapat mengantisipasi (mencegah) hal-hal yang tidak sesuai (kelainan) pada diri kita maupun orang lain.

Rangka pada tubuh manusia merupakan rangka endoskeleton, yaitu rangka yang terdapat di dalam tubuh. Fungsi rangka pada manusia adalah:

- Memberikan bentuk tubuh
- Menahan dan menegakkan tubuh
- Tempat melekatnya otot (otot rangka)
- Melindungi organ-organ tubuh yang penting seperti otak, jantung, dan paru-paru
- Untuk bergerak ketika dikehendaki otot
- Menghasilkan sel darah di dalam sumsum tulang.



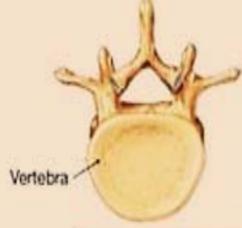
Tulang dapat dibedakan berdasarkan zat penyusunnya dan berdasarkan bentuknya. Berdasarkan zat penyusunnya, tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang keras.

Tabel 1.1. Pembagian Tulang Berdasarkan Zat Penyusun

No	Tulang	Penjelasan
1	Tulang Rawan (Kartilago)	<ul style="list-style-type: none"> Bersifat elastis dan lentur Tersusun atas sel-sel tulang rawan (kondrosit) yang mengeluarkan matriks (kondrin) berupa hialin atau kolagen. Ruang antar sel tulang rawan banyak mengandung zat perekat dan sedikit zat kapur, itulah sebabnya tulang rawan bersifat lentur. Contoh: pada bagian persendian, daun telinga, cuping hidung, dan ruas-ruas tulang belakang
2	Tulang Keras (Tulang, osteon)	<ul style="list-style-type: none"> Tulang keras tersusun dari jaringan tulang keras, yang terdiri dari sel-sel tulang (osteosit) yang membentuk lingkaran. Di tengah-tengah sel tulang terdapat saluran Havers. Di dalam saluran Havers terdapat pembuluh kapiler yang berfungsi untuk mengangkut sari makanan dan oksigen pada sel tulang Pada tulang keras banyak mengandung zat kapur (kalsium) dan sedikit mengandung zat perekat Matriks akan mengeluarkan kapur dan fosfor yang menyebabkan tulang menjadi keras Proses pengerasan tulang disebut penulangan atau osifikasi. Sel-sel tulang keras yang telah mati akan membentuk rongga bekas sel tulang yang disebut lacuna Setiap lakuna dapat berhubungan satu sama lainnya melalui saluran-saluran kecil yang disebut kanalikuli

Berdasarkan bentuknya, tulang terdiri atas tulang pipa, tulang pipih, tulang pendek, dan tulang tak beraturan. Penjelasan dapat dilihat pada Tabel 1.2. dibawah ini.

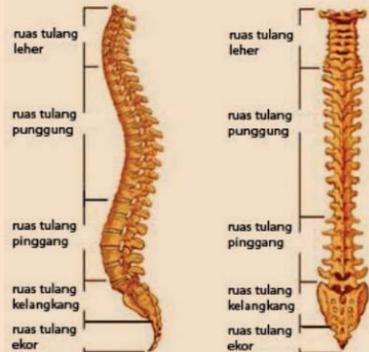
Tabel 1.2. Pembagian Tulang Berdasarkan Bentuk

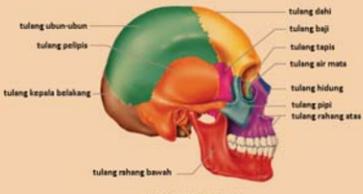
Tulang Pipa	Tulang Pipih	Tulang Pendek	Tulang Tak Beraturan
<p>Bentuknya silindris dan berlubang di bagian tengah. Ada tiga bagian, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> epifisis (kedua ujung) diafisis (bagian tengah) cakra epifisis (diantara epifisis dan diafisis) 	<p>Bentuknya tipis dan pipih</p> 	<p>Bentuknya bulat dan pendek</p> 	<p>Bentuknya kompleks yang</p> 
<p>Gambar 1.1. Tulang Pipa https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html</p>	<p>Gambar 1.2. Tulang Pipih https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html</p>	<p>Gambar 1.3. Tulang Pendek https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html</p>	<p>Gambar 1.4. Tulang Tak Beraturan https://www.infopelajaran.com/2016/02/macam-macam-jenis-tulang-pada-manusia.html</p>
Berisi sumsum merah dan kuning	Berisi sumsum merah	Berisi sumsum merah	
Fungsi: tempat pembentukan sel darah merah	Fungsi: melindungi bagian tubuh di bawahnya	Fungsi: Tempat pembentukan sel darah merah dan sel darah putih	
Contoh: tulang paha, tulang lengan atas, tulang kering, tulang betis, ruas-ruas jari tangan/ ruas jari kaki, tulang hasta, dan tulang pengumpil	Contoh: tulang kepala (tengkorak), tulang rusuk, tulang dada, dan tulang belikat	Contoh: ruas-ruas tulang belakang, tulang pergelangan tangan, dan pergelangan kaki	Contohnya tulang rahang, tulang kepala, dan ruas-ruas tulang belakang

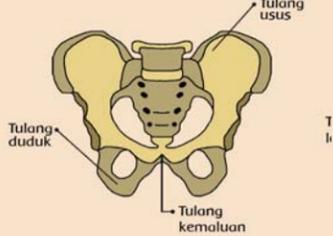
Rangka tubuh manusia tersusun oleh 206 potong tulang yang saling berhubungan. Tulang-tulang yang menyusun rangka tubuh tersebut terdiri atas tiga kelompok besar, yaitu: tulang tengkorak, tulang badan, dan tulang anggota gerak. Penjelasan dapat dilihat pada Tabel 1.3. di bawah ini.

Tabel 1.3. Tulang yang Menyusun Rangka Tubuh

Tulang Tengkorak	Tulang Badan	Tulang Anggota Gerak
<ul style="list-style-type: none"> Berbentuk pipih, saling berhubungan, dan membentuk rongga. Mengelilingi dan melindungi otak yang ada di dalamnya. Terdiri atas 22 tulang. <ul style="list-style-type: none"> Delapan tulang membentuk tengkorak bagian kepala/ tempurung kepala Empat belas (14) tulang tengkorak bagian muka/wajah 	<ul style="list-style-type: none"> Tulang pembentuk badan terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> ruas-ruas tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk, tulang gelang bahu, dan tulang gelang pinggul/ panggul Tulang belakang berada di bagian tengah tubuh yang berfungsi untuk menopang seluruh tubuh, dan tempat pelekatan tulang rusuk 	<p>Tulang anggota gerak pada manusia terdiri atas:</p> <ul style="list-style-type: none"> tungkai depan/tulang anggota gerak atas yang bersambungan dengan gelang bahu tungkai tulang anggota gerak bawah yang bersambungan dengan gelang pinggul
<ul style="list-style-type: none"> Tulang tempurung kepala tersusun dari: <ul style="list-style-type: none"> tulang dahi (frontal) tulang kepala belakang (occipital) tulang ubun-ubun (parietal) tulang baji (sphenoid) tulang tapis (ethmoid) tulang pelipis (temporal). Di bagian bawah tempurung kepala terdapat rongga khusus yang disebut foramen magnum yang menjadi tempat masuk dan keluarnya pembuluh saraf serta darah yang kemudian menuju ke sumsum tulang belakang. 	<ul style="list-style-type: none"> Setiap segemen atau ruas tulang belakang dapat bergerak sedikit. Tulang belakang berbentuk tulang pendek dan berjumlah 33 ruas yang terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> tujuh ruas tulang leher (vertebra servikalis) dua belas ruas tulang punggung (vertebra dorsalis) lima ruas tulang pinggang (vertebra lumbalis) lima ruas tulang kelangkang 5. empat ruas tulang ekor 	<ul style="list-style-type: none"> Tulang anggota gerak bagian atas terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> dua tulang lengan atas dua tulang hasta enam belas tulang pergelangan tangan sepuluh tulang telapak tangan 28 tulang jari tangan Tulang hasta dan tulang pengumpil merupakan tulang lengan bawah Tulang hasta letaknya searah dengan sisi kelingking Tulang pengumpil letaknya searah dengan ibu jari

Tulang Tengkorak	Tulang Badan	Tulang Anggota Gerak
	<ul style="list-style-type: none"> Struktur dan ruas tulang belakang bervariasi karena secara khusus masing-masing memiliki fungsi yang berbeda-beda.  <p>Gambar 1.5. Ruas Tulang belakang</p> <p>http://guratansemangat.blogspot.com/2016/09/struktur-dan-fungsi-rangka-manusia.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tulang pengumpil dapat digerakkan di atas tulang hasta (memutar)
<ul style="list-style-type: none"> Tulang muka terdapat pada bagian depan kepala. Tulang-tulang muka membentuk rongga mata untuk melindungi mata, membentuk rongga hidung serta langit-langit, dan memberi bentuk wajah. Tulang muka terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> dua tulang rahang atas (maksila) dua tulang rahang bawah (mandibula) 	<ul style="list-style-type: none"> Tulang dada merupakan tempat melekatnya tulang rusuk bagian depan. Tulang dada terdiri atas 3 bagian, yaitu; <ul style="list-style-type: none"> bagian hulu (tangkai) bagian dada bagian taju pedang. Tulang rusuk (iga), terdiri atas tiga jenis tulang yaitu; <ul style="list-style-type: none"> tujuh pasang tulang rusuk sejati tiga pasang tulang rusuk palsu 	<ul style="list-style-type: none"> Tulang anggota gerak bagian bawah terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> dua tulang paha dua tulang tempurung lutut dua tulang kering dua tulang betis empat belas tulang pergelangan kaki sepuluh tulang telapak kaki 28 tulang jari kaki.

Tulang Tengkorak	Tulang Badan	Tulang Anggota Gerak
<ul style="list-style-type: none"> - dua tulang pipi (zigomatik) - dua tulang air mata (lakrimal) - dua tulang hidung (nasal) - dua tulang langit-langit (palatum) - satu tulang pangkal lidah 	<ul style="list-style-type: none"> - dua pasang tulang rusuk melayang  <p>Gambar 1.6. Tulang Rusuk dan Tulang Dada https://indobiologi.blogspot.com/2016/07/tulang-rusuk-kosta-dan-tulang-dada.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kaki atau tungkai memiliki fungsi utama untuk menopang berat tubuh dan mengatur gerak tubuh ketika berjalan.
 <p>Gambar 1.7. Tulang Tengkorak https://www.perpusku.com/2016/04/pengelompokan-tulang-dalam-sistem-rangka-manusia.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tulang gelang bahu, terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> - dua tulang belikat - dua tulang selangka • Tulang belikat melekat pada tulang rusuk. • Tulang belikat berbentuk segitiga pipih dan memiliki tonjolan yang disebut gagak. • Tulang selangka melekat pada tulang dada.  <p>Gambar 1.8. Tulang Belikat dan Tulang Selangka https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html</p>	 <p>Gambar 1.9. Tulang Anggota Gerak Atas dan Bawah https://www.ilmudasar.com/2016/11/Pengertian-dan-Fungsi-Sistem-Rangka-Pada-Manusia-adalah.html</p>

Tulang Tengkorak	Tulang Badan	Tulang Anggota Gerak						
	<ul style="list-style-type: none"> • Tulang gelang panggul, terdiri atas: <ul style="list-style-type: none"> - dua tulang pinggul - dua tulang duduk - dua tulang kemaluan • Ketiga tulang tersebut berkaitan erat sehingga membentuk suatu lingkaran yang berlubang  <p>Gambar 1.10. Tulang Gelang Panggul https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html</p>							
	<p>Bagian dalam dari rongga tengah tulang yang berbentuk seperti jaringan halus berongga disebut sumsum tulang. Tekstur dari sumsum tulang sedikit menyerupai spons yang lunak dan sedikit lekat. Dalam kondisi normal, jumlah sumsum tulang di seluruh tubuh mencapai kisaran 4% dari seluruh berat tubuh.</p> <p>Ada dua macam sumsum tulang, yaitu: Sumsum tulang merah (<i>medulla ossia rubra</i>) dan Sumsum tulang kuning (<i>medulla ossium flava</i>). Penjelasan dari kedua macam sumsum tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.4 di bawah ini.</p> <p>Tabel 1.4. Sumsum Tulang</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sumsum Tulang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sumsum tulang merah (<i>medulla ossium rubra</i>)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Merupakan tempat pembuatan sel darah merah • Pada anak-anak, sumsum merah terdapat pada tulang tengkorak. • Pada orang dewasa, sumsum merah terdapat antara lain pada tulang tengkorak, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk. </td> </tr> <tr> <td>Sumsum tulang kuning (<i>medulla ossium flava</i>)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Terdapat pada tulang anggota gerak orang dewasa • Sumsum kuning ini terbentuk dari campuran sel jaringan ikat, misalnya jaringan lemak dan sumsum merah </td> </tr> </tbody> </table>	Sumsum Tulang		Sumsum tulang merah (<i>medulla ossium rubra</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan tempat pembuatan sel darah merah • Pada anak-anak, sumsum merah terdapat pada tulang tengkorak. • Pada orang dewasa, sumsum merah terdapat antara lain pada tulang tengkorak, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk. 	Sumsum tulang kuning (<i>medulla ossium flava</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat pada tulang anggota gerak orang dewasa • Sumsum kuning ini terbentuk dari campuran sel jaringan ikat, misalnya jaringan lemak dan sumsum merah 	
Sumsum Tulang								
Sumsum tulang merah (<i>medulla ossium rubra</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan tempat pembuatan sel darah merah • Pada anak-anak, sumsum merah terdapat pada tulang tengkorak. • Pada orang dewasa, sumsum merah terdapat antara lain pada tulang tengkorak, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk. 							
Sumsum tulang kuning (<i>medulla ossium flava</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat pada tulang anggota gerak orang dewasa • Sumsum kuning ini terbentuk dari campuran sel jaringan ikat, misalnya jaringan lemak dan sumsum merah 							

SUDAHKAH ANDA TAHU ?

Tulang yang terkuat
Femur atau tulang paha biasanya dapat menyangga 30 kali berat seorang manusia.

Tulang yang terkecil
Tulang terkecil di dalam tubuh manusia ialah tulang sanggurdi (di dalam telinga). Panjangnya hanya 2,6-3,4 mm

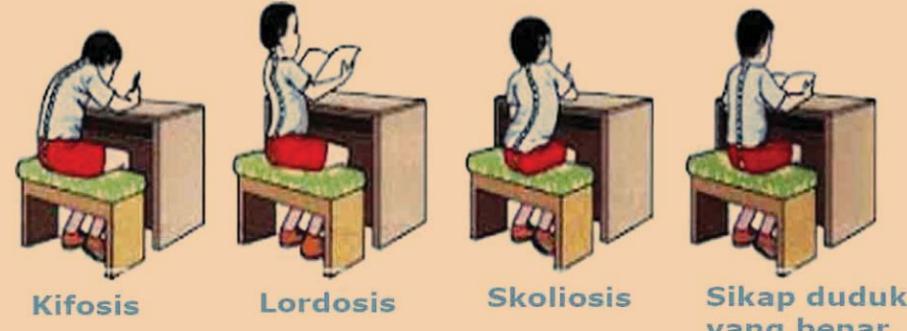
Tulang yang terpanjang
Tulang paha ialah tulang terpanjang di dalam tubuh manusia. Pada umumnya, panjang tulang paha pada pria dengan rata-rata tinggi 175 cm ialah 48 cm.

Kesehatan dan pertumbuhan sel-sel tulang ditentukan oleh vitamin D. Proses pembentukan vitamin D dalam tubuh sangat dipengaruhi oleh sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet yang jatuh mengenai kulit tubuh manusia dapat mengubah provitamin D yang terdapat pada tubuh menjadi vitamin D.

Tulang yang kuat akan senantiasa memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Akan tetapi sering kali kita mengalami kondisi-kondisi tertentu yang menyebabkan tulang kita bermasalah, misalnya jatuh dari motor menyebabkan lengan tangan kanan mengalami patah tulang. Tabel di bawah ini menjelaskan beberapa gangguan yang umum terjadi pada manusia.

Tabel 1.5. Gangguan pada Tulang Manusia

Jenis Gangguan	Penjelasan
Gangguan fisik	<p>Gangguan fisik paling sering terjadi pada tulang adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patah tulang (fraktura) <ul style="list-style-type: none"> - Bila terjadi patah tulang maka akan terbentuk zona fraktura yang runcing dan tajam sehingga menimbulkan rasa sakit karena pergeseran tulang dan akan menyebabkan pembengkakan atau pendarahan. - Bila tulang yang patah keluar dari permukaan kulit disebut patah tulang terbuka, sedangkan bila tulang yang patah di dalam kulit dan otot disebut patah tulang tertutup • Retak tulang (fisura) <p>Retak tulang atau patah tulang pada anak-anak lebih mudah disembuhkan dibandingkan pada orang dewasa karena pada anak-anak masih terjadi pertumbuhan tulang dan tulangnya masih banyak mengandung zat perekat. Patah tulang yang tidak ditangani dengan baik dan benar dapat menyebabkan kelainan pada tulang. Kelainan itu misalnya tulang tangan menjadi bengkok karena tulang tangan yang patah tidak tersambung dengan benar.</p>

Jenis Gangguan	Penjelasan
Gangguan fisiologis	<p>Gangguan fisiologis pada tulang dapat disebabkan oleh kelainan fungsi hormon atau vitamin.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rakitis <p>Merupakan penyakit tulang di mana kaki melengkung menyerupai huruf O atau X. Penyakit ini disebabkan oleh kekurangan vitamin D dan zat kapur (kalsium) pada makanan sehingga pertumbuhan dan pembentukan tulang tidak sempurna.</p> • Mikrosefalus <p>Merupakan gangguan pertumbuhan tulang tengkorak sehingga kepala berukuran kecil disebabkan karena pada masa bayi kekurangan kalsium.</p> • Osteoporosis <p>Merupakan gangguan tulang dengan gejala penurunan massa tulang sehingga tulang menjadi rapuh. Hal ini terjadi karena lambatnya osifikasi dan penghambatan reabsorpsi (penyerapan kembali) bahan-bahan tulang. Osteoporosis terjadi karena ketidakseimbangan hormon kelamin pada pria dan wanita</p>
Gangguan tulang belakang	<p>Gangguan tulang belakang terjadi karena adanya perubahan posisi tulang belakang (spina) sehingga menyebabkan perubahan kelengkungan batang tulang belakang.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skoliosis <p>Tulang punggung bengkok ke kiri atau ke kanan</p> • Lordosis <p>Tulang punggung terlalu bengkok ke depan</p> • Kifosis <p>Tulang punggung terlalu bengkok ke belakang</p> <p>Kelainan tulang punggung tersebut di atas disebabkan kebiasaan duduk yang kurang baik. Agar tidak terjadi kelainan pada tulang punggung, maka kita sebaiknya duduk dengan posisi yang benar.</p>  <p>Gambar 1.11. Kelainan pada Tulang Punggung Sumber: gedubar.com</p>

Jenis Gangguan	Penjelasan
Gangguan karena infeksi	<ul style="list-style-type: none"> • Atritis eksudatif; peradangan pada sendi yang menyebabkan sendi terinfeksi dan bernanah • Atritis sika: peradangan pada sendi hingga cairan sendi menjadi kering karena kekurangan cairan synovial • Nekrosis: kerusakan pada periosteum hingga bagian tulang mati dan mengering • Layu sendi: keadaan tidak bertenaga pada persendian akibat rusaknya cakra epifisis

PENUGASAN 1.1

Rangka Manusia

■ Tujuan

Mengamati rangka manusia dan tulang-tulang penyusunnya

■ Media:

Carta atau model rangka manusia

■ Langkah Penugasan:

1. Amati carta atau model rangka manusia
2. Struktur tulang apakah yang dapat Anda amati?
Struktur mana yang:
 - a. mendukung berdirinya tubuh?
 - b. yang berperan dalam gerakan melempar?
 - c. yang melindungi organ-organ dalam
3. Bandingkan tulang-tulang bahu dan tulang-tulang panggul
 - a. apa persamaan tulang-tulang tersebut? Jelaskan!
 - b. apa perbedaan tulang-tulang tersebut? Jelaskan!

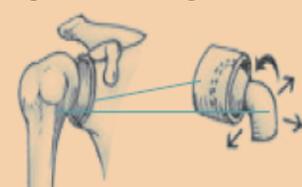
Setelah Anda mendiskusikan dengan teman satu kelompok, coba masing-masing kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dengan menggunakan model rangka.

B. Sendi

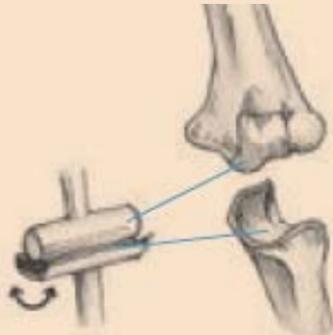
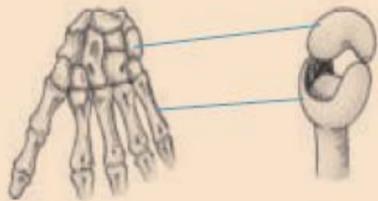
Terbentuknya kerangka tubuh manusia dapat terjadi karena adanya hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain. Hubungan antartulang dinamakan artikulasi. Hubungan antartulang yang memungkinkan pergerakan disebut persendian.

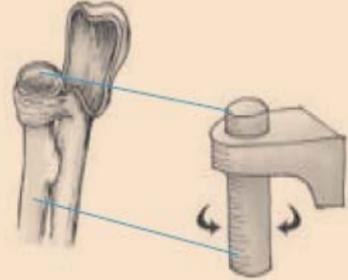
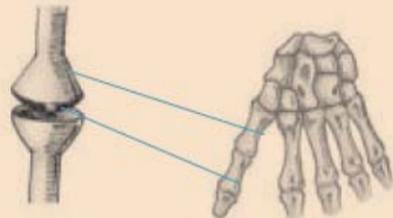
Dari sifat gerakannya maka persendian dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu: sendi mati, sendi kaku dan sendi gerak. Untuk penjelasannya, dapat dilihat pada Tabel 1.6. di bawah ini.

Tabel 1.6. Persendian Berdasarkan Sifat Gerak

No	Sendi	Pengertian	Macam	Contoh
1	Sendi Mati (Sinartrosis)	Hubungan antar tulang yang sudah tidak dapat digerakkan lagi	a. Sinkondrosis, kedua ujung tulang dihubungkan dengan kartilago (tulang rawan) b. Sinfibrosis, kedua ujung tulang dihubungkan dengan serabut	antarsegmen pada tulang belakang persendian tulang tengkorak serabut
2	Sendi kaku (Amfiartrosis)	Hubungan antarulang yang memungkinkan adanya sedikit gerakan (terbatas)	-	persendian pada pergelangan tangan dan kaki, hubungan antara tulang rusuk dan tulang belakang dan tulang tulang dada, dan hubungan tulang kemaluan, persendian ruas-ruas tulang belakang
3	Sendi gerak (Diartrrosis)	Hubungan antartulang yang memungkinkan gerakan lebih bebas	a. Sendi peluru (Endartrosis) Persendian yang dapat bergerak ke segala arah 	Persendian pada lengan atas dengan gelang bahu, tulang paha dengan gelang pinggul

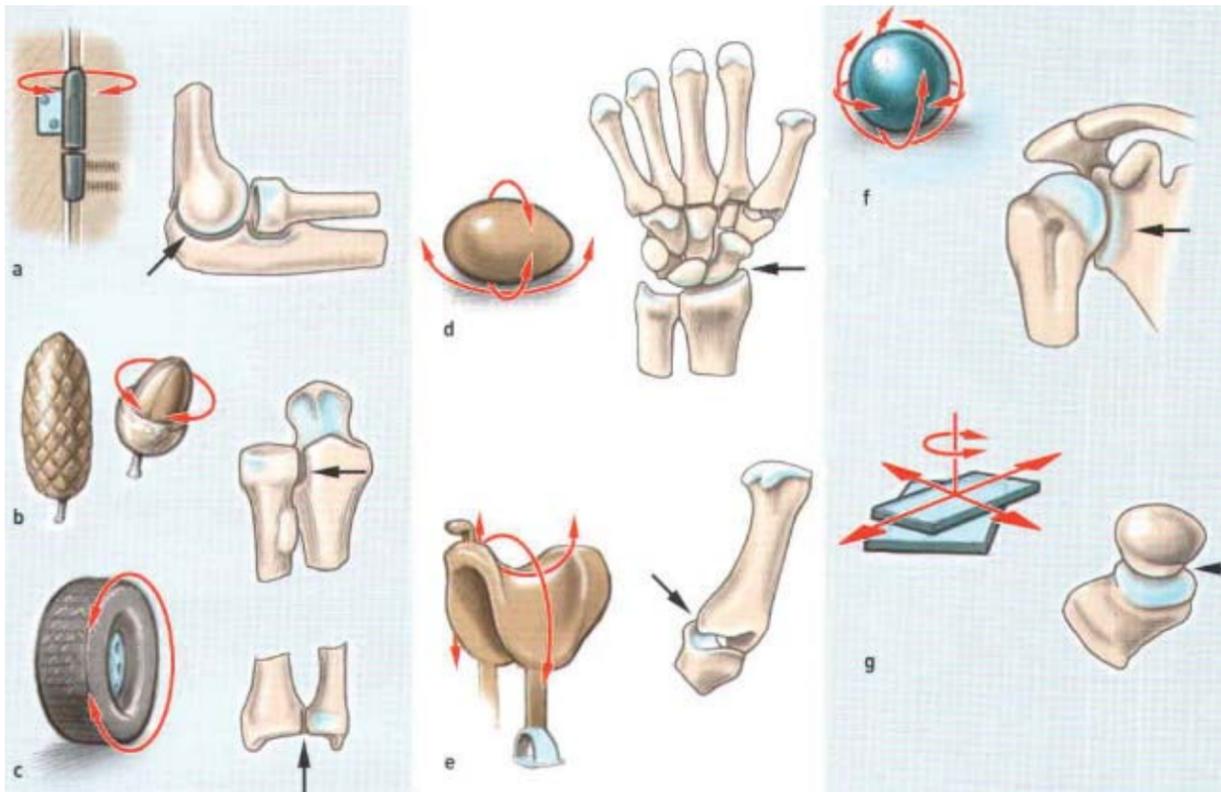
Gambar 1.12. Sendi Peluru
<http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html>

No	Sendi	Pengertian	Macam	Contoh
			<p>b. Sendi engsel (Gynglumus) Gerakan hanya satu arah, seperti gerakan pada pintu</p>  <p>Gambar 1.13. Sendi Engsel http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html</p>	Sendi pada siku dan lutut
			<p>c. Sendi pelana (Sellaris) Persendian yang memungkinkan gerakan ke dua arah</p>  <p>Gambar 1.14. Sendi Pelana http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html</p>	Persendian pada tulang telapak tangan dengan ibu jari
			<p>d. Sendi putar (Trokoidea) Persendian yang mengakibatkan salah satu tulang dapat berputar terhadap tulang yang lain sebagai poros sendi</p>	Persendian pada tulang atlas dan tulang pemutar, serta tulang hasta dan tulang pengumpil

No	Sendi	Pengertian	Macam	Contoh
			 <p>Gambar 1.15. Sendi Putar http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html</p>	
			<p>e. Sendi ovoid/ellips (Ellipsoidea) Gerakan ke samping maju dan mundur tetapi tidak mengitari poros, ujung tulang berbentuk oval masuk ke dalam cekungan lain berbentuk elips</p>  <p>Gambar 1.16. Sendi Ovoid http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html</p>	Contoh: pada pergelangan tangan

Sendi gerak (Diartrrosis) memudahkan tulang untuk bergerak karena ada struktur dan bentuk-bentuk tertentu dari ujung-ujung tulang yang berhubungan biasa kita sebut dengan persendian. Diartrosis memiliki struktur yang terdiri atas bonggol sendi, tulang rawan sendi, dan mangkok sendi.

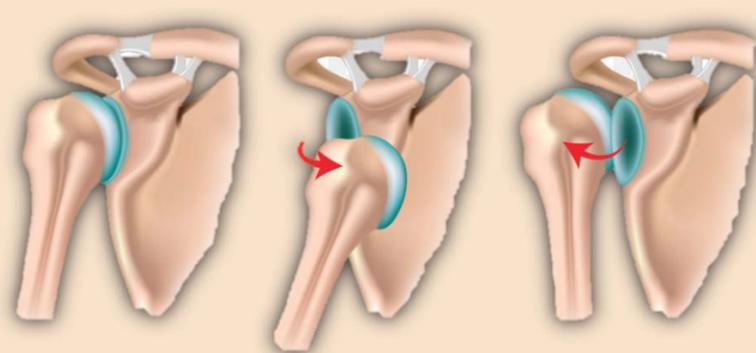
Sendi gerak berdasarkan arah pergerakan, terdiri dari 5 (lima), antara lain: sendi engsel (a), sendi konoid (b), Sendi putar (c), sendi *condylar* (d), sendi pelana (e), sendi *spheroidal* (f), dan sendi pesawat (g). Uraian lebih lengkap bisa dilihat di tabel 1.7. di bawah ini.

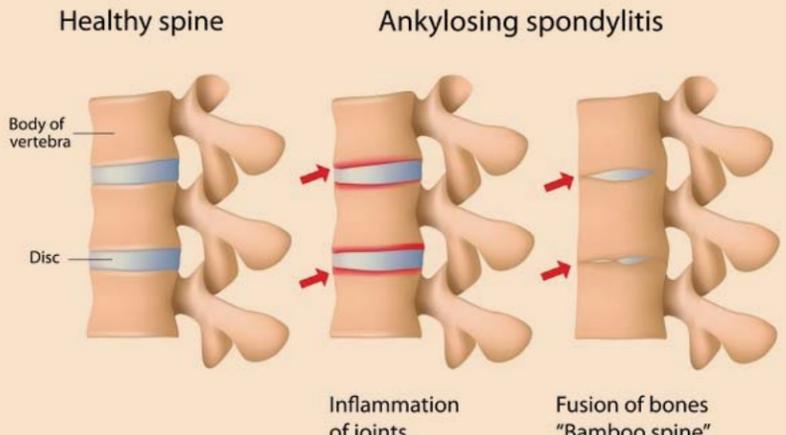


Sumber: Sobotta Atlas of Human Anatomy, Edited by R. Putz and R. Pabst In collaboration with Renate Putz Translation by S. Bedoui Volume 1 Head, Neck, Upper Limb. 14th edition, newly edited 727 colour plates with 1070 figures Booklet Itabl.es of muscles, joints URBAN & FISCHER Munchen .Jena and nerve

Adapun gangguan yang biasa terjadi pada persendian diantaranya diskolasi, terkilir, ankilosis, dan artritis. Tabel di bawah ini uraian singkat tentang gangguan tersebut.

Tabel 1.8. Gangguan pada Persendian

No	Gangguan	Penjelasan
1	Dislokasi	Gangguan yang terjadi karena pergeseran tulang penyusun sendi dari posisi awal karena jaringan ligamen yang sobek atau tertarik  Sumber: https://www.pngdownload.id/png-nd095t/

2	Terkilir	Terkilir dapat menyebabkan gangguan karena tertariknya ligamen sendi atau otot yang menempel pada tulang (tendon) karena gerakan tiba-tiba atau gerakan yang tidak biasa dilakukan. Terkilir menyebabkan timbulnya rasa sakit disertai peradangan pada daerah persendian  Sumber: https://foxvalleyimaging.com/what-you-need-to-know-about-a-sprained-ankle/
3	Ankilosis	Gangguan yang terjadi karena tidak berfungsinya persendian. 

4	Arthritis	<ul style="list-style-type: none"> • Rematoid Merupakan penyakit menurun yang dapat timbul di segala umur. Penyakit ini ditandai oleh jaringan penghubung yang tumbuh di dalam sendi dan kemudian mengeras. Akibatnya, kedua tulang pada sendi menyatu sehingga tidak dapat digerakkan. • Osteoarthritis Merupakan penipisan tulang rawan yang menghubungkan persendian • Gautarthritis Gangguan gerak akibat kegagalan metabolisme asam urat sehingga terjadi penimbunan asam urat pada persendian
---	-----------	--

PENUGASAN 1.2

Macam-macam Sendi

- Tujuan
Memahami macam-macam sendi dan arah gerakannya
- Media:
Tubuh Anda
- Langkah Penugasan:
 1. Coba lakukan gerakan-gerakan pada persendian-persendian Anda. Lakukan gerakan perlahan-lahan dan hati-hati, lalu sebutkan termasuk sendi apa gerakan itu?
 2. Isilah tabel berikut setiap kali Anda selesai melakukan suatu gerakan

Tabel Pengamatan		
No	Gerakan	Contoh Sendi
1	Gerakan jari-jari tangan Anda	
2	Gerakan siku	
3	Gerakan kepala memutar	
4	Gerakan menengadahkan menelungkup telapak tangan	
5	Gerakan memutar lengan atas	

Diskusi

1. Ada berapa macam gerakan yang dapat Anda lakukan?
2. Sendi apa yang paling banyak berguna dalam gerakan?
3. Gerakan apa yang paling mudah dan sulit menurut Anda?

C. Otot

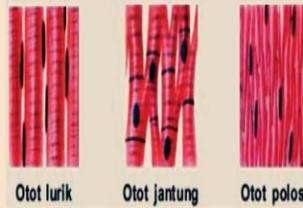
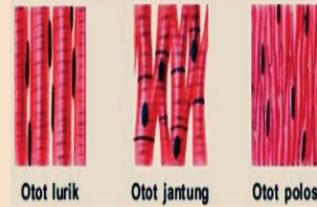


Sumber: <https://www.amazon.com/Strength-Training-Anatomy-Workout-II/dp/1450419895>

Dalam kehidupan sehari-hari, otot disebut juga daging. Tulang-tulang yang menyusun kerangka tubuh kita tertutup oleh otot. Dengan adanya kerja otot, tubuh dapat digerakkan. Oleh sebab itu, otot disebut alat gerak aktif.

Menurut bentuk dan cara kerjanya, terdapat 3 (tiga) macam otot, yaitu: otot lurik, otot polos, dan otot jantung. Tabel di bawah ini memperlihatkan ciri-ciri otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

Tabel 1.8. Ciri-ciri Otot Lurik, Otot Polos, dan Otot Jantung

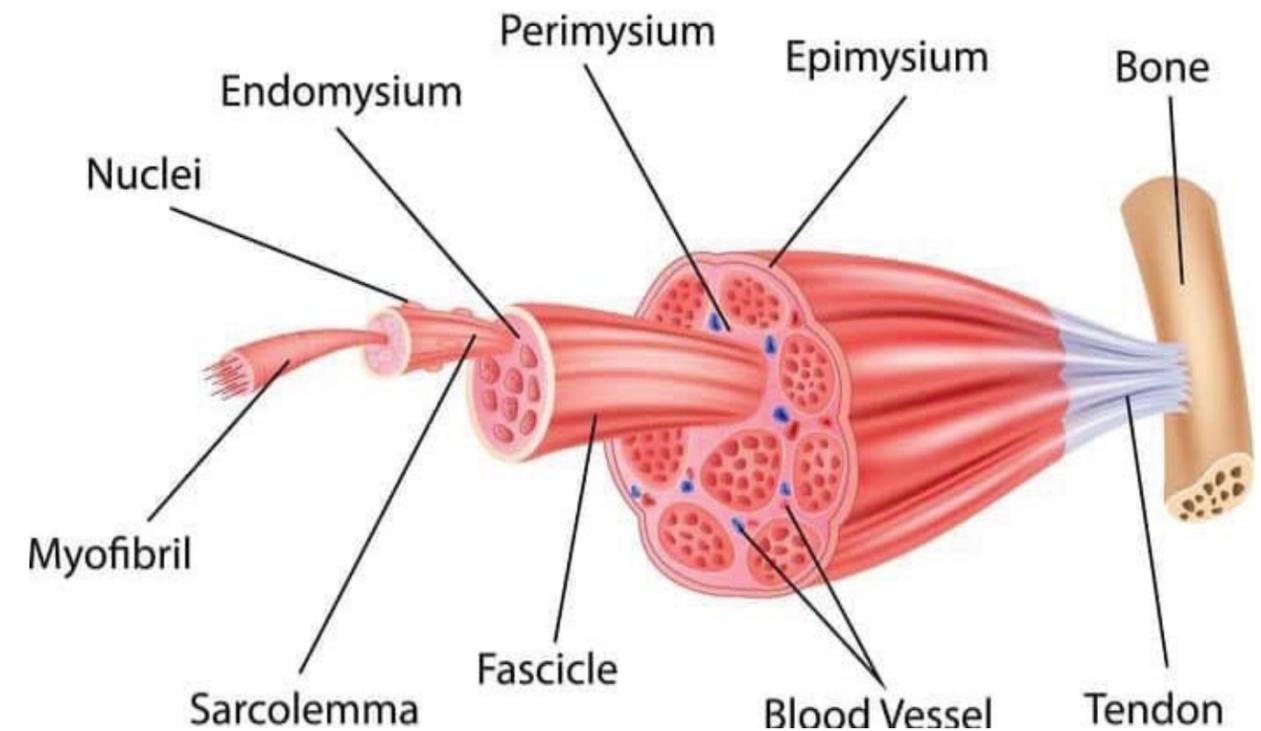
Ciri-ciri	Otot Lurik (otot rangka)	Otot Polos (otot alat-alat dalam tubuh)	Otot Jantung
Bentuk Sel	Panjang, silindris  Gambar 17. Otot Lurik https://salsabiladisycitta.wordpress.com/2015/05/20/otot-lurik-jantung-dan-polos/	Gelendong, ujung meruncing  Gambar 18. Otot Polos https://salsabiladisycitta.wordpress.com/2015/05/20/otot-lurik-jantung-dan-polos/	• Panjang, silindris bercabang-cabang • Struktur seperti otot lurik tetapi bekerja seperti otot polos  Gambar 19. Otot Jantung https://salsabiladisycitta.wordpress.com/2015/05/20/otot-lurik-jantung-dan-polos/
Inti sel	Banyak, terletak di tepi sel	Satu, terletak di tengah sel	Banyak, terletak di tengah sel
Kerja	Dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran	Tidak dipengaruhi kesadaran tetapi dipengaruhi oleh saraf otonom (saraf simpatik dan parasimpatik)
Gerak dan ketahanan	Cepat, tidak teratur, cepat lelah	Lambat, teratur, dan tidak cepat lelah	Otomatis, tidak cepat lelah, dan bereaksi lambat
Letak	Melekat pada rangka	Alat-alat tubuh bagian dalam	Jantung
Diskus Interkalaris	Tidak ada	Tidak Ada	Ada

Otot memiliki 8 (delapan) bagian sebagai pendukungnya, antara lain: tendon, ventrikel, origo, isersio, normotrofi, atrofi, hipertrofi dan diskus interkalaris. Penjelasan dari bagian-bagian otot tersebut bisa dilihat pada tabel 1.9. di bawah ini.

Tabel 1.9. Bagian-bagian Penting dalam Otot

No	Bagian Otot	Penjelasan
1	Tendon	urat otot, bagian ujung otot yang mengecil
2	Ventrikel	empal otot, bagian tengah otot yang menggebung
3	Origo	ujung otot yang melekat pada tempat yang tidak bergerak
4	Inersio	ujung otot yang melekat pada tempat yang bergerak
5	Normotrofi	otot yang besarnya normal
6	Atrofi	otot yang mengecil, lisut
7	Hipertrofi	otot yang membesar
8	Diskus interkalaris	bagian khas otot jantung yang merupakan batas

Structure of Skeletal Muscle

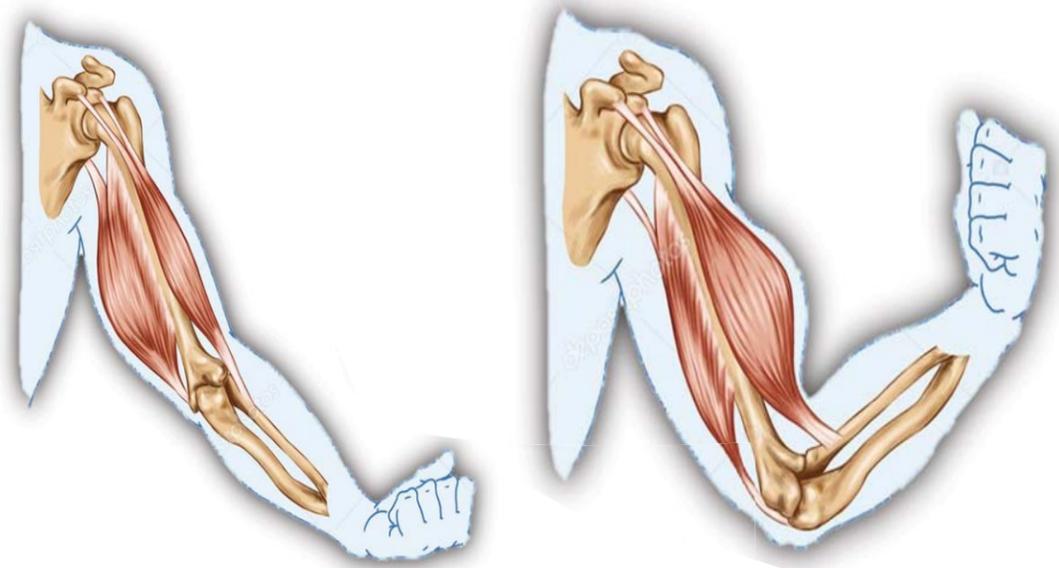


Gambar Struktur Otot

Sumber: <https://mblexguide.com/muscle-fundamentals-components-characteristics-contraction/>

Selain memiliki bagian-bagian tertentu, otot juga memiliki 3 (tiga) karakteristik, yaitu:

- 1) Kontraktibilitas, kemampuan untuk memendek
- 2) Ekstensibilitas, kemampuan untuk memanjang
- 3) Elastisitas, kemampuan untuk kembali ke ukuran semula setelah memendek atau memanjang.



Gambar Ekstensibilitas (kiri) dan Kontraktibilitas (kanan) otot

Sumber: <https://depositphotos.com/15759149/stock-photo-movement-of-the-arm-and.html>

D. Struktur Jaringan dan Mekanisme Kerja Otot

Tulang-tulang dapat digerakkan karena adanya otot yang berkontraksi. Bagian otot yang berkontraksi sebenarnya adalah sel-sel otot. Otot berkontraksi karena pengaruh suatu rangsangan melalui saraf. Rangsangan yang tiba ke sel otot akan memengaruhi suatu zat (asetilkolin) yang peka terhadap rangsangan.

Asetilkolin adalah zat pemindah rangsangan yang dihasilkan pada bagian ujung saraf. Adanya asetilkolin akan membebaskan ion kalsium yang berada di sel otot. Melalui proses tertentu, adanya ion kalsium menyebabkan protein otot, yaitu aktin dan miosin berikatan membentuk aktomiosin.

Hal ini menyebabkan pemendekan sel otot sehingga terjadilah kontraksi. Setelah berkontraksi, ion kalsium masuk kembali ke dalam plasma sel, sehingga menyebabkan lepasnya pelekatan aktin dan miosin yang menyebabkan otot menjadi lemas. Keadaan ini disebut relaksasi.

Otot yang sedang berkontraksi menjadi besar, memendek, dan mengeras. Bila otot berkontraksi, maka tulang-tulang tempat otot melekat akan tertarik sehingga tulang turut bergerak. Adanya pergerakan tulang menyebabkan persendian bergerak pula. Jadi, gerak pada tubuh kita melibatkan kerja sama otot, tulang, sendi, dan saraf.

Otot memerlukan tenaga (energi) untuk berkontraksi. Energi itu berasal dari energi yang tersimpan di dalam sel-sel otot. Otot dalam keadaan bekerja juga menghasilkan zat sisa yang disebut asam susu (asam laktat). Asam susu ini akan dibawa oleh darah untuk dibuang ke luar tubuh. Akan tetapi, asam susu tersebut juga dapat tertimbun dalam otot, sehingga menimbulkan rasa kelelahan atau pegal-pegal. Keadaan ini sering terjadi saat kita melakukan kerja yang berat. Pernahkah Anda merasakan keadaan yang demikian? Pada saat Anda sedang melakukan kegiatan apa?

Untuk menguraikan asam susu diperlukan oksigen yang cukup banyak. Penggunaan oksigen yang banyak dalam waktu singkat menyebabkan napas terengah-engah. Otot yang sering dilatih akan berkembang atau membesar disebut hipertropi. Sebaliknya, otot yang tidak sering digunakan akan mengecil, disebut atropi.

E. Cara Kerja Otot

Untuk menggerakkan tulang diperlukan keterlibatan dua otot lurik (otot rangka) atau lebih. Sifat kerja otot ada yang berlawanan (antagonis) dan ada yang bersamaan (sinergis). Tabel 1.10 di bawah ini menjelaskan secara rinci tentang sifat kerja otot.

Tabel 1.10. Sifat Kerja Otot

Kerja Otot	Penjelasan
Otot antagonis	<p>Dua otot yang bekerja saling berlawanan, yaitu apabila satu otot berkontraksi maka otot yang lain relaksasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fleksi dan ekstensi <ul style="list-style-type: none"> - Fleksi merupakan gerak menekuk atau membengkokkan. - Ekstensi merupakan gerak meluruskan. Contohnya: gerak pada siku, lutut, ruas-ruas jari, dan bahu. Gerak ekstensi lebih lanjut hingga melebihi posisi anatomi tubuh disebut hiperekstensi. • Adduksi dan abduksi <ul style="list-style-type: none"> - Adduksi merupakan gerak mendekati tubuh - Abduksi merupakan gerak menjauhi tubuh. Contohnya: gerak meregangkan jari-jari tangan membuka tungkai kaki, dan mengacungkan tangan • Elevasi dan depresi <ul style="list-style-type: none"> - Elevasi merupakan gerak mengangkat - Depresi merupakan gerak menurunkan. Contohnya: gerak membuka dan menutup mulut • Supinasi dan pronasi <ul style="list-style-type: none"> - Supinasi merupakan gerak menengadahkan tangan - Pronasi merupakan gerak menelungkupkan tangan • Inversi dan eversi <ul style="list-style-type: none"> - Inversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah dalam tubuh - Eversi merupakan gerak memiringkan (membuka) telapak kaki ke arah luar

Kerja Otot	Penjelasan
Otot sinergis	<ul style="list-style-type: none"> Dua otot yang bekerja bersamaan, yaitu sama-sama berkontraksi atau sama-sama relaksasi Contoh: otot-otot pronator yang terdapat pada lengan bawah. Otot pronator ada dua, yaitu: <ul style="list-style-type: none"> otot pronator teres otot pronator kuadratus. <p>Kedua otot tersebut bekerja sama menggerakkan telapak tangan menelungkup dan menengadah.</p>

Otot yang relatif sehat jarang mendapatkan gangguan atau keluhan yang berarti, karena mereka mampu menjaganya dengan baik melalui olahraga yang teratur, memilih menu makanan yang sehat, istirahat yang cukup dan aktivitas fisik yang seimbang. Namun, adakalanya kita lupa atau abai dengan pentingnya pola hidup sehat, sehingga dalam waktu tertentu otot kita mengalami gangguan. Tabel di bawah ini menjelaskan tentang gangguan dan kelaian yang terjadi pada sistem otot.

Tabel 1.11. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Otot

Gangguan/ Kelainan	Penjelasan
Kram	Disebabkan oleh kejang otot. Otot tiba-tiba berkontraksi sangat kuat sehingga sakit. Kram bisa terjadi saat cuaca dingin atau aktivitas otot terlalu berat. Kram bisa juga merupakan gejala ketidakseimbangan air dan ion di dalam tubuh.
Nyeri otot	Nyeri otot biasanya diderita orang berusia lanjut. Penyakit ini mungkin disebabkan pembengkakan jaringan penghubung otot. Jaringan yang membengkak menekan ujung saraf dan pembuluh darah. Akibatnya, aliran darah terhambat dan timbul rasa nyeri. Nyeri otot biasanya kambuh pada cuaca dingin dan dapat diatasi dengan pijat dan menghangatkan badan.
Polio	Disebabkan infeksi virus pada saraf yang mengendalikan gerakan otot rangka. Orang yang terserang penyakit polio dapat menjadi lumpuh. Penyakit ini dapat dicegah dengan imunisasi polio pada bayi
Sawan	Adalah kontraksi pada beberapa kelompok otot yang tidak terkoordinasi. Sawan bisa terjadi akibat gangguan pada otak
Keseleo	Terjadi di daerah sendi dan ligamen sendi. Otot atau tendon dapat putus akibat tarikan yang tiba-tiba dan kuat.

F. Produk Teknologi yang Terkait dengan Otot

Adanya berbagai kelainan dan gangguan otot, menjadikan para ahli berusaha mengatasinya dengan kemajuan teknologi. Salah satu teknologi yang diketengahkan pada masyarakat yakni biopsi otot. Biopsi otot adalah salah satu teknik dalam pengambilan jaringan otot untuk mendiagnosis kanker. Sampai saat ini, tindakan biopsi ini diyakini sebagai cara untuk mendiagnosis lemahnya otot yang cukup baik. Apabila pengambilan jaringan ini tidak dapat dilakukan karena sesuatu hal, maka diagnosis dapat digunakan dengan *Elektro Mio Grafi (EMG)*.

Melalui EMG, penyebaran otot yang mengalami kelainan dapat ditentukan. Indikasinya yakni ada gambaran miopati pada EMG seperti fibrilasi, miotonik dan *chronic repetitive discharge*. Gambaran ini dapat ditemukan terutama saat otot sedang istirahat. EMG sensitif sekali pada penyakit-penyakit otot yang disebabkan adanya gangguan hantaran listrik pada membran otot. Sedangkan, kelainan yang menyebabkan perubahan diameter otot, densitas otot, tidak dapat ditentukan oleh EMG.

PENUGASAN 1.3

MENYUSUN KARYA TULIS

- Tujuan:
 - Menyusun karya tulis sederhana berdasarkan studi pustaka tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
- Media:
 - Alat tulis
 - Referensi yang relevan
 - Internet
- Langkah-langkah Kegiatan
 - Tentukanlah judul karya tulis Anda
 - Carilah informasi dari berbagai sumber yang terkait dengan pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
 - Buatlah karya tulis tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
 - Susunlah karya tulismu sesuai dengan kaidah penulisan yang baik
 - Kumpulkanlah tugas Anda pada tutor sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan!

Uraian Materi

Pada waktu bagian tubuh kita terluka, maka bagian yang terluka akan mengeluarkan darah. Mengapa? Karena seluruh tubuh kita dialiri oleh darah yang dipompa dari jantung. Oleh sebab itu, jika ada seseorang yang mengalami kecelakaan dan mengeluarkan banyak darah, harus segera ditolong dengan *transfusi* darah. Transfusi darah adalah proses pemasukan darah/pemberian darah bagi seseorang yang sudah banyak kehilangan darah. Nah, agar lebih jelas, kali ini kita akan coba membahas mengenai fungsi, susunan darah serta kelainan darah (penyakit yang berhubungan dengan darah).

A. Organ Penyusun Sistem Peredaran Darah

Darah mengalir ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Agar darah dapat mengalir ke seluruh tubuh maka perlu didukung oleh alat-alat peredaran darah, yaitu jantung dan pembuluh darah. Darah selalu beredar di dalam pembuluh darah yaitu pembuluh nadi dan pembuluh balik.

1. Darah

Darah berbentuk cairan yang berwarna merah, agak kental, dan lengket. Darah mengalir di seluruh tubuh kita dan berhubungan langsung dengan sel-sel di dalam tubuh kita. Darah memiliki fungsi sebagai:

- Transportasi (sari makanan, oksigen, karbon dioksida, hasil samping metabolisme, air, hormon, obat)
- Termoregulasi (pengatur suhu tubuh)
- Imunologi (mengandung antibodi tubuh untuk melawan virus dan bakteri)
- Homeostatis (mengatur keseimbangan zat, pH, regulator)
- Melakukan proses pembekuan darah untuk menutup adanya luka (koagulasi)

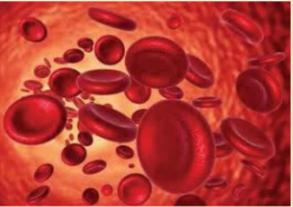
Darah terbentuk dari beberapa unsur, yaitu plasma darah, sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah. Dibawah ini adalah tabel 2.1 penjelasan mengenai plasma darah, dan tabel 2.2 penjelasan tentang sel darah merah, sel darah putih dan keping darah.

Tabel 2.1. Plasma Darah

Ciri-ciri	Fungsi	Penjelasan
<ul style="list-style-type: none"> Bersifat cair Mengandung 90% air dan 10% zat-zat yang terkandung dalam, terdiri dari: <ul style="list-style-type: none"> zat makanan dan mineral (glukosa, asam amino, asam lemak, kolesterol, serta garam mineral) zat-zat yang diproduksi sel (enzim, hormon, antibodi) protein darah (albumin, fibrinogen, globulin) zat-zat hasil metabolisme (urea, asam urat, dan lain-lain) gas-gas respirasi (oksigen dan karbondioksida) Cairan yang tidak mengandung unsur fibrinogen disebut serum darah Tiap antibodi bersifat spesifik terhadap antigen dan reaksinya bermacam-macam. Presipitin (antibodi yang dapat menggumpalkan), lisis (antibodi yang dapat menguraikan antigen), dan antitoksin (antibodi yang dapat menawarkan) 	<ul style="list-style-type: none"> membersihkan tekanan osmotik darah mengangkut sari makanan ke sel-sel membawa sisa pembakaran dari sel ke tempat pembuangan menghasilkan zat kekebalan tubuh terhadap penyakit atau zat antibodi. 	<ul style="list-style-type: none"> Antibodi bekerja melalui dua cara yang berbeda untuk mempertahankan tubuh terhadap penyebab penyakit, yaitu: <ul style="list-style-type: none"> Menyerang langsung penyebab penyakit tersebut Mengaktifkan sistem komplemen yang kemudian akan merusak penyebab penyakit tersebut. Antibodi dapat melemahkan penyebab penyakit dengan salah satu cara berikut: <ul style="list-style-type: none"> Aglutinasi, terbentuknya gumpalan-gumpalan yang terdiri atas struktur besar berupa antigen pada permukaannya Presipitasi, terbentuknya molekul yang besar antara antigen yang larut, misalnya racun tetanus dengan antibodi sehingga berubah menjadi tidak larut dan akan mengendap Netralisasi, antibodi yang bersifat antigenik akan menutupi tempat-tempat yang toksik dari agen penyebab penyakit Lisis, beberapa antibodi yang bersifat antigenik yang sangat kuat kadang-kadang mampu langsung menyerang membran sel agen penyebab penyakit sehingga menyebabkan sel tersebut rusak.

Adapun penjelasan tentang sel darah merah, sel darah putih dan keping-keping darah bisa dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini. Tabel tersebut memperlihatkan perbedaan antara sel darah yang satu dengan yang lainnya.

Tabel 2.2. Perbedaan antara Sel Darah Merah, Sel Darah Putih, dan Keping-keping Darah

Pembeda	Eritrosit (Sel Darah Merah)	Leukosit (Sel Darah Putih)	Trombosit (Keping Darah)
Jumlah	4 – 5 juta/mm ³ <ul style="list-style-type: none"> Jumlah pada pria dewasa sekitar 5 juta sel/cc darah Jumlah pada wanita sekitar 4 juta sel/cc darah. Jumlah eritrosit bervariasi tergantung pada jenis kelamin dan usia 	4.5 – 10 ribu/mm ³	15 – 300 ribu/mm ³
Umur	100 – 120 hari	12 hari	8 – 10 hari
Tempat Produksi	Sumsum tulang merah	Sumsum tulang belakang, sebagian jaringan limpa	Hati dan limpa
Fungsi	Mengangkut CO ₂ dan O ₂	Melindungi tubuh terhadap serangan benda asing, bakteri, atau virus	Pembekuan darah
Bentuk	Cakram bikonkaf (cekung di bagian tengah) dan tidak memiliki inti sel  Gambar 20. Gambar Sel Darah Merah https://www.avkimia.com/2017/08/fakta-fakta-menarik-tentang-darah.html	Bervarasi, tidak beraturan, dan memiliki 1 inti sel  Gambar 21. Sel Darah Putih http://www.pengertianilmu.com/2015/05/leukosit-sel-darah-putih.html	Tidak beraturan dan tidak memiliki inti sel  Gambar 22. Keping-keping Darah http://p2tel.or.id/2018/01/trombosit-penyebab-menggumpalnya-darah-2/

Pembeda	Eritrosit (Sel Darah Merah)	Leukosit (Sel Darah Putih)	Trombosit (Keping Darah)
	<ul style="list-style-type: none"> Sel-sel darah merah yang telah tua akan ditelan oleh sel-sel fagosit dalam hati Sebagian besar besi dari hemoglobin digunakan kembali Sisa dari molekul hemoglobin dipecah menjadi pigmen empedu yang diekskresikan oleh hati ke dalam empedu Eritrosit memiliki pigmen respirasi, yaitu hemoglobin yang berperan mengikat oksigen sehingga membentuk oksihemoglobin (HbO₂) 	<ul style="list-style-type: none"> Jika terjadi infeksi, jumlah leukosit di dalam tubuh bisa meningkat mencapai 30.000 Jumlah leukosit yang melebihi jumlah normal ini disebut leukopeni Jumlah leukosit yang kurang dari jumlah normal disebut leukositosis Contoh keadaan jumlah leukosit menjadi lebih besar dari normal adalah leukimia atau kanker darah Leukosit yang sangat banyak ini mengakibatkan fagositosis terhadap sel darah merah oleh sel darah putih 	<ul style="list-style-type: none"> Di dalam trombosit terdapat banyak sekali faktor pembeku (hemostasis) antara lain adalah Faktor VIII (Anti Haemophilic Faktor). Jika seseorang secara genetik trombotisnya tidak mengandung faktor tersebut, maka orang tersebut menderita Hemofili

Secara khusus, sel darah putih memiliki macam/jenis, karakter, dan perannya masing-masing. Ada 5 (lima) macam sel darah putih, antara lain: neutrophil, eosinofil, basophil, monosit, dan limfosit. Tabel 2.3 di bawah ini menjelaskan mengenai macam-macam sel darah putih beserta karakter dan perannya.

Tabel 2.3. Macam, Karakter, dan Peran Sel Darah Putih

No	Macam Berdasarkan Granula	Karakteristik	Peranan
1	Neutrofil	<ul style="list-style-type: none"> Bergranula Nukleus terdiri dari 2 – 5 lobus Plasma bersifat netral Ada dua jenis sel yaitu netrofil batang dan netrofil segmen Paling banyak menyusun leukosit 	Fagositik (memakan protein asing/ mikroorganisme penyebab penyakit)

2	Eosinofil (asidofil)	<ul style="list-style-type: none"> • Granula berwarna merah • Nukleus terdiri dari 2 lobus • Plasma bersifat asam 	Respons alergi
3	Basofil	<ul style="list-style-type: none"> • Granula berwarna biru • Plasma bersifat basa • Nukleus berbentuk S • Mengandung histamin (zat untuk melawan alergen) • Mengandung heparin (anti pembekuan darah) 	Respons alergi
4	Limfosit	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bergranula • Sel tidak dapat bergerak bebas • Ada 2 jenis limfosit, yaitu limfosit sel B dan limfosit sel T 	<ul style="list-style-type: none"> • Limfosit B berperan dalam pembentukan antibodi • Limfosit T berperan dalam mengaktifkan sistem imun sel B
5	Monosit	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak bergranula • Ukuran besar (makrofag) • Memiliki nukleus yang besar • Dapat berpindah dari aliran darah ke jaringan 	Memakan bakteri/ mikroorganisme dan jaringan yang sudah tidak berguna



Gambar 23 . Macam-macam Sel Darah Putih
 Sumber: <http://kesehatan-kebugarantubuh.blogspot.com/2016/06/fungsi-dari-jenis-jenis-leukosit-sel.html>

2. Pembekuan Darah

Pernahkan anda mengalami luka pada kulit anda? Baik karena sayatan, maupun goresan?

Jika suatu jaringan tubuh Anda terluka, maka trombosit pada permukaan yang luka akan pecah dan mengeluarkan enzim trombokinase (tromboplastin), hal ini yang membuat keluarnya darah dari kulit anda.

Enzim trombokinase akan mengubah protrombin menjadi trombin dengan bantuan ion kalsium dan vitamin K. Protrombin merupakan protein yang tidak stabil yang dibentuk di hati dan dengan mudah dapat pecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih kecil, salah satunya adalah trombin.

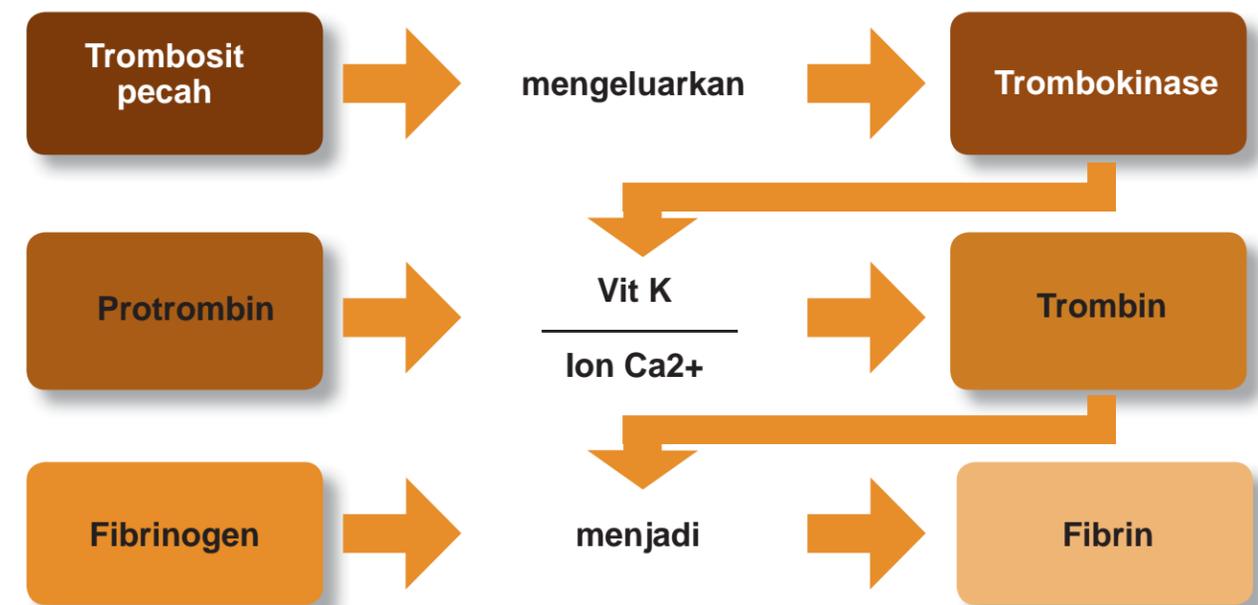
Trombin mengubah fibrinogen (larut dalam plasma darah) menjadi fibrin (tidak larut dalam plasma darah) yang berbentuk benang-benang halus. Benang-benang halus ini akan menutup luka sehingga darah tidak keluar lagi.

Jika luka seseorang hanya di permukaan otot, biasanya darah cepat membeku. Tetapi, bila luka lebih dalam, diperlukan waktu yang lebih lama agar darah membeku.



Sumber: <https://www.nhsdirect.wales.nhs.uk/Encyclopaedia/s/article/sportsinjuries/>

Untuk lebih jelasnya perhatikan skema di bawah ini!



3. Golongan Darah

Darah dibagi menjadi beberapa golongan berdasarkan tipe antigen yang terdapat di dalam sel. *Karl Landsteiner (1868–1943)* mengelompokkan golongan darah manusia berdasarkan ada tidaknya aglutinogen, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O.

Aglutinin merupakan antibodi yang bereaksi dengan antigen. Jika aglutinin a (anti-A) dan aglutinin b (anti-B) bereaksi dengan antigen, sel darah merah akan menggumpal satu sama lain disebut aglutinasi.

Tabel 2.4. Pengelompokan Golongan Darah

Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	β
B	B	α
AB	A dan B	-
O	-	$\alpha \beta$

Transfusi darah adalah pemberian darah seseorang kepada orang lain. Orang yang berperan sebagai pemberi darah disebut donor dan yang menerima darah disebut resipien.

Sel darah yang diberikan kepada resipien merupakan senyawa protein. Bila senyawa protein tidak sesuai dengan golongan darah resipien, maka darah resipien akan menolak darah donor. Penolakan tersebut ditandai dengan penggumpalan darah (aglutinasi) yang dapat membahayakan jiwa resipien. Jadi donor perlu memperhatikan jenis aglutinogen di dalam eritrosit, sedangkan resipien perlu memperhatikan jenis aglutinin dalam plasma darah.

Tranfusi berdasarkan sistem A, B, O. Golongan darah O merupakan donor universal (dapat memberi ke semua golongan darah), dan golongan darah AB disebut sebagai resipien universal (dapat menerima dari semua golongan darah).

Tabel 2.5. Golongan Darah Donor

Golongan Darah Resipien	Golongan Darah Donor			
	A	B	AB	O
A	v	o	o	v
B	o	v	o	v
AB	v	v	v	v
O	o	o	o	v

Tranfusi darah yang terbaik adalah tranfusi dari golongan darah yang sejenis. Jika tranfusi dilakukan dengan jenis golongan darah yang berbeda, meskipun itu memungkinkan, misalnya golongan darah O ditranfusikan ke golongan darah A, B, atau AB masih mungkin terjadi penggumpalan meskipun sedikit.

Alasan terbanyak dilakukan tranfusi darah adalah karena penurunan volume darah. Tranfusi juga sering digunakan untuk mengobati anemia atau untuk memberi resipien beberapa unsur lain dari darah.

Sistem golongan darah yang lain adalah Sistem Rhesus yang dikemukakan oleh Landsteiner. Nama Rhesus diambil dari sejenis kera *Macacca rhesus* (di India). Prinsipnya adalah terdapatnya antibodi terhadap antigen D (anti-D). Antigen D bersifat sangat antigenik dibandingkan dengan antigen Rh lainnya.

Sistem golongan ini, memiliki kekhususan berdasarkan Rh⁺ dan Rh⁻.

- Golongan darah Rh⁺, jika di dalam sel darah seseorang terdapat aglutinogen rhesus
- Golongan darah Rh⁻, jika di dalam darah seseorang tidak terdapat aglutinogen rhesus
- Golongan darah Rh⁺ tidak boleh digunakan sebagai donor untuk golongan darah Rh⁻, karena bisa terjadi aglutinasi (penggumpalan)
- Ketidakesesuaian rhesus mengakibatkan penyakit kuning atau eritroblastosis fetalis

Sekitar 99% penduduk benua Asia memiliki faktor Rh⁺, sedangkan 85% dari seluruh bangsa berkulit putih memiliki Rh⁻. Dengan demikian, sebaiknya sepasang suami istri harus memiliki jenis faktor Rh yang sama, yaitu sama-sama negatif atau sama-sama positif demi keselamatan keturunannya.

PENUGASAN 2.1

MENYUSUN KARYA TULIS

■ Tujuan:

Menyusun karya tulis sederhana berdasarkan studi pustaka tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak

■ Media:

- Alat tulis
- Referensi yang relevan
- Internet

■ Langkah-langkah Kegiatan

- Tentukanlah judul karya tulis Anda
- Carilah informasi dari berbagai sumber yang terkait dengan pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
- Buatlah karya tulis tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
- Susunlah karya tulismu sesuai dengan kaidah penulisan yang baik
- Kumpulkanlah tugas Anda pada tutor sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan!

UNIT 3

Kerja Tiada Henti

▶ Uraian Materi

Peganglah dada kiri Anda sebelah atas. Apakah yang Anda rasakan?

Apabila dipegang, dada kiri Anda akan berdetak karena di dalamnya terdapat jantung. Jantung merupakan salah satu organ dalam sistem peredaran darah. Apa yang Anda ketahui tentang jantung? Baik hewan dan manusia sama-sama mempunyai jantung, tapi tentu saja strukturnya berbeda. Jantung manusia berdetak tanpa henti selama 24 jam sehari dan 7 hari seminggu. Berhenti berdetak sebentar saja, maka nyawa taruhannya. Bahkan kalau Anda hidup sampai usia 70 tahun, berarti jantung Anda berdetak sebanyak 2,5 miliar kali. Nah, kali ini, mari kita belajar tentang jantung dan peredaran darah di tubuh manusia yang bekerja tanpa pernah berhenti.

A. Jantung

Jantung bekerja untuk memompa darah ke seluruh tubuh melalui saluran-saluran yang disebut pembuluh darah. Darah manusia mengandung berbagai jenis sel. Sel darah merah mengandung oksigen, sel darah putih berguna untuk melawan penyakit, sementara trombosit membantu pembekuan darah. Darah mengantar oksigen dari jantung sepanjang pembuluh darah berdinding tebal yang disebut arteri. Kalau oksigen habis terpakai, darah kembali ke jantung melalui pembuluh darah berdinding lebih tipis yang disebut vena.

Proses mengalirnya darah dalam tubuh manusia memang sangat penting. Hampir seluruh bagian tubuh manusia membutuhkan aliran oksigen secara terus menerus sepanjang hari. Oleh karena itu, menjaga kesehatan jantung sangat penting untuk dilakukan. Jantung yang sehat sejak lahir akan terjaga kondisinya kalau kita menjaga pola makan dan berolahraga secara rutin. Jaga jantung sehat, hidup lebih kuat!

1. Bagian-bagian Jantung

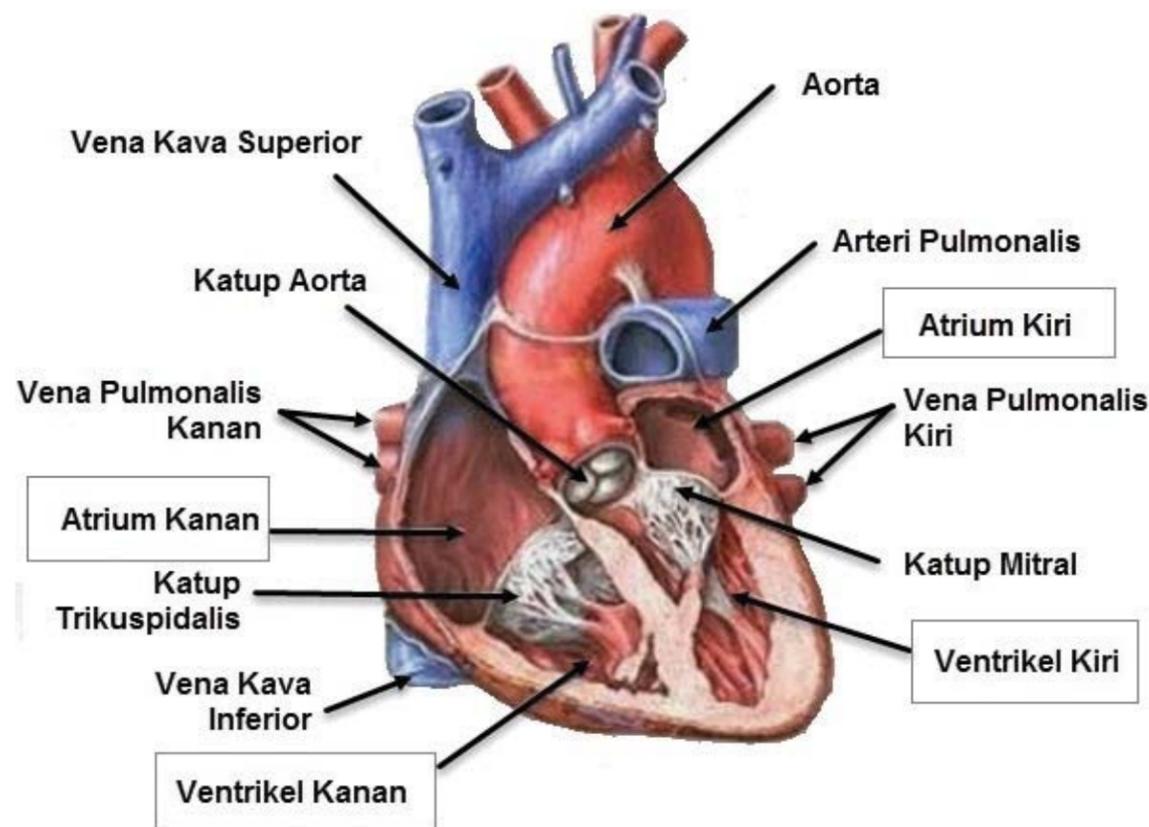
Jantung terletak di rongga dada sebelah kiri dan terdiri atas tiga lapisan, yaitu perikardium (lapisan luar), miokardium (lapisan tengah/otot jantung), dan endokardium (lapisan dalam). Jantung berfungsi sebagai alat pemompa darah. Oleh karena itu jantung mempunyai otot yang kuat. Jantung juga merupakan pusat

peredaran darah pada tubuh kita, karena dari jantunglah darah dialirkan ke seluruh bagian tubuh.

Ruang jantung manusia terdiri atas empat ruang, yaitu: serambi kiri (atrium sinister), serambi kanan (atrium dekster), bilik kiri (ventrikel sinister), dan bilik kanan (ventrikel dekater). Jantung manusia pada saat masih janin mempunyai lubang yang disebut foramen oval. Lubang ini terletak di antara serambi kiri dan serambi kanan.

Antara serambi kiri dengan bilik kiri terdapat katup dua daun (valvula bicuspidalis), yang berfungsi agar darah dari bilik kiri tidak mengalir kembali ke serambi kiri. Antara serambi kanan dengan bilik kanan dihubungkan katup tiga daun (valvula tricuspidalis). Fungsi katup adalah menjaga agar darah dari bilik kanan tidak mengalir kembali ke serambi kanan. Jantung mendapat makanan (oksigenasi) melalui pembuluh arteri koronaria.

Dinding jantung bagian bilik memiliki otot yang lebih tebal dibandingkan dengan dinding jantung bagian serambi. Hal ini disebabkan kerja bilik jantung lebih berat, yaitu memompa darah ke seluruh tubuh. Untuk lebih memahami bagian-bagian jantung, bisa dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



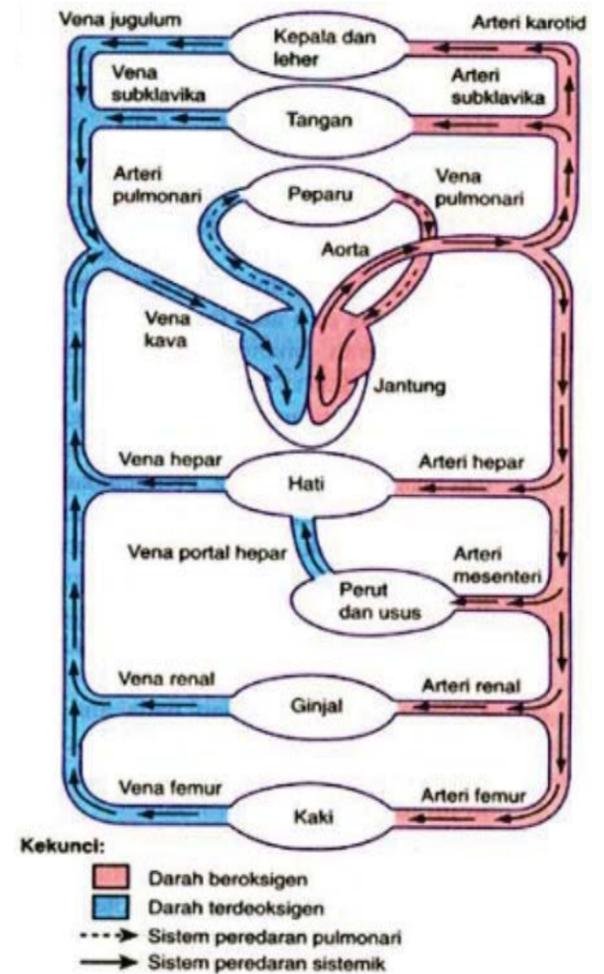
Gambar 3.1. Bagian-bagian Jantung
Sumber: <https://seputarilmu.com/2018/12/jantung.html>

2. Cara Kerja Jantung

Jantung bekerja sangat teratur, yaitu dengan mengembang dan mengempis. Hal ini terjadi karena ada otot-otot jantung yang mengendur (relaksasi) dan berkerut (kontraksi).

Cara kerja jantung adalah sebagai berikut:

- Darah dari paru-paru yang banyak mengandung oksigen masuk ke dalam serambi kiri. Dari serambi kiri darah diteruskan ke bilik kiri. Selanjutnya darah di bilik kiri dipompa keluar dari jantung menuju ke seluruh tubuh, membawa oksigen.
- Setelah oksigen digunakan untuk proses pembakaran di dalam sel-sel tubuh, darah kembali ke jantung dengan membawa karbon dioksida dan air.
- Darah dari seluruh tubuh masuk ke serambi kanan. Dari serambi kanan, darah dipompa keluar dari jantung menuju ke paru-paru untuk melepas karbon dioksida dan mengambil oksigen.



Gambar 3.2. Cara Kerja Jantung
Sumber: <https://materibelajar.co.id/jantung/>

Jantung terus-menerus memompa darah ke seluruh bagian tubuh. Jantung memompa darah dengan cara berkontraksi sehingga jantung dapat mengembang dan mengempis. Kontraksi jantung ini menimbulkan denyutan yang dapat dirasakan pada pembuluh nadi di beberapa tempat, seperti pada pembuluh nadi (arteri) di dekat permukaan kulit, di pergelangan tangan dan leher.

Denyut jantung secara normal berkisar tujuh puluh kali per menit. Denyut jantung pada setiap orang berbeda-beda tergantung pada kondisi setiap orang. Usia, berat badan, jenis kelamin, kesehatan, dan kegiatan berpengaruh terhadap denyut jantung seseorang. Bayi memiliki denyut jantung yang lebih cepat dibanding orang dewasa. Frekuensi denyut nadi dapat diukur untuk mengetahui tingkat kesehatan jantung seseorang. Lakukan eksperimen berikut untuk dapat menghitung frekuensi denyut nadi.

Tekanan darah biasanya menunjukkan tekanan dalam arteri utama. Tekanan darah pada saat jantung mengembang dan darah mengalir ke dalam jantung disebut diastol. Sebaliknya, tekanan darah saat otot jantung berkontraksi, sehingga jantung mengempis dan darah dipompa keluar dari jantung disebut sistol. Tekanan darah dapat diukur dengan menggunakan tensimeter atau sfigmomanometer. Tekanan darah pada orang normal antara 120 mm Hg pada sistol dan 80 mm Hg pada diastol (120/80 mm Hg). Dengan mengetahui tekanan darah seseorang, kita mengetahui kekuatan jantung ketika memompa darah.

PENUGASAN 3.1

Denyut Jantung

■ Tujuan:

Menghitung denyut nadi

■ Media:

- stop-watch atau arloji
- ballpoint atau pensil
- kertas

■ Langkah Penugasan:

Hitunglah denyut nadi Anda dengan cara berikut.

1. Tempelkan jari telunjuk dan jari tengah Anda pada pergelangan tangan. Bila perlu tekan sedikit hingga denyutan semakin terasa.
2. Hitunglah jumlah denyut nadi dalam 1 menit, kemudian catat. Ulangi sebanyak 3 kali, kemudian ambil rata-ratanya.
3. Hitung pula denyut nadi Anda setelah selesai berlari-lari selama 5 menit.
4. Kumpulkan data penghitungan jumlah nadi seluruh teman sekelas Anda, dan bandingkan.

Nama	Jenis Kelamin	Jumlah Denyut Nadi	
		Istirahat	Setelah Berlari-lari

Pertanyaan:

- a. Mengapa terjadi perbedaan frekuensi denyut nadi antara saat istirahat dengan setelah berlari-lari?
 - b. Menurut Anda, apakah denyut nadi setiap orang sama? Jelaskan alasannya.
 - c. Berdasarkan percobaan di atas, coba Anda simpulkan faktor apa saja yang memengaruhi frekuensi denyut nadi.
5. Buatlah laporan hasil percobaan ini dan kumpulkan kepada tutor Anda

B. Pembuluh Darah

Pembuluh darah adalah suatu saluran yang berfungsi untuk mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh dan dari seluruh tubuh kembali ke jantung. Berdasarkan fungsinya, pembuluh darah terdiri atas: pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler. Tabel 3.1 di bawah ini menjelaskan dengan lengkap tentang pembuluh darah dan pembagiannya.

Tabel 3.1. Pembuluh Darah dan Fungsinya

Pembuluh Darah		
Pembuluh Nadi (arteri)	Pembuluh Balik (vena)	Pembuluh Kapiler
Pembuluh darah yang membawa darah keluar dari jantung ke jaringan .	Pembuluh darah yang membawa darah dari kapiler menuju jantung	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh darah yang sangat halus dan langsung berhubungan dengan sel-sel jaringan tubuh. • Pembuluh kapiler menghubungkan ujung pembuluh nadi yang terkecil dan ujung pembuluh balik yang terkecil.
Dinding pembuluh nadi tebal, kuat, dan elastis	Dinding pembuluhnya tipis dan tidak elastis.	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh kapiler sangat halus dan tipis karena hanya terdiri dari satu lapis sel. • Lebar pembuluh kapiler ini hanya selebar 1 sel darah merah sehingga sel darah merah beriringan dalam pembuluh kapiler.
Lapisan paling dalam dari arteri adalah endotelium yang dikelilingi oleh otot polos.	Lapisan dalamnya bersifat licin karena dilapisi endotelium yang dikelilingi oleh otot polos	Di dalam pembuluh kapiler inilah terjadi pertukaran oksigen dan karbondioksida.

Pembuluh Darah		
Pembuluh Nadi (arteri)	Pembuluh Balik (vena)	Pembuluh Kapiler
Letaknya agak dalam, tersembunyi dari permukaan tubuh	Letaknya dekat permukaan kulit dan tampak kebiru-biruan.	
Denyutnya terasa, misalnya di pergelangan tangan atau di leher	Denyut pembuluh balik tidak terasa.	
Mempunyai satu katup dekat jantung yang berfungsi menjaga agar darah tidak mengalir kembali ke jantung.	Pembuluh balik mempunyai katup di sepanjang pembuluhnya. Katup ini berfungsi agar aliran darah berlangsung satu arah, yaitu ke jantung. Selain itu, katup ini juga menjaga agar darah tetap mengalir karena tidak ada pompa pada aliran darah di pembuluh darah balik	
<p>Darah yang keluar dari jantung melalui dua pembuluh nadi.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh nadi pertama, keluar dari bilik kiri (ventrikel kiri). Pembuluh nadi ini membawa darah yang kaya oksigen untuk diedakan ke seluruh tubuh. Pembuluh darah ini disebut nadi besar (aorta). • Pembuluh nadi kedua, keluar dari bilik kanan (ventrikel kanan). Pembuluh nadi ini membawa darah dari seluruh tubuh yang kaya karbon dioksida menuju ke paru-paru. Pembuluh darah ini disebut pembuluh nadi paru-paru. 	<p>Pada manusia, pembuluh balik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh balik paru-paru Pembuluh balik paru-paru (vena pulmonalis) adalah pembuluh balik yang membawa darah dari paru-paru ke serambi kiri (atrium kiri) jantung. Pembuluh balik paru-paru membawa darah yang kaya oksigen • Pembuluh balik tubuh Pembuluh balik tubuh berukuran besar, terdiri atas pembuluh balik atas (vena kava superior) dan pembuluh balik bawah (vena kava inferior). Pembuluh balik atas membawa darah dari tubuh bagian atas, misalnya kepala dan lengan. 	

Pembuluh Darah		
Pembuluh Nadi (arteri)	Pembuluh Balik (vena)	Pembuluh Kapiler
	Sedangkan pembuluh balik bawah membawa darah dari bagian tubuh bagian bawah. Kedua pembuluh balik tersebut bermuara ke serambi kanan (atrium kanan) jantung dan membawa darah yang kaya karbondioksida. Karbon dioksida merupakan sisa pembekaran yang terjadi pada seluruh jaringan tubuh.	
<p style="text-align: center;">Gambar 3.3 Pembuluh Darah Sumber: http://amazingblogsszshadow.blogspot.com/2016/11/pembuluh-darah-dan-berbagai-perbedaannya.html</p>		

C. Sistem Peredaran Darah Manusia

Selama jantung masih bekerja, darah kita akan selalu beredar di sepanjang tubuh. Peredaran darah tersebut merupakan peredaran darah tertutup, karena darah manusia selalu berada dalam pembuluh, tidak pernah langsung masuk ke dalam jaringan tubuh.

Peredaran darah pada manusia disebut peredaran darah ganda atau peredaran darah rangkap, karena setiap satu kali beredar ke seluruh tubuh darah melewati jantung sebanyak dua kali. Peredaran darah rangkap atau peredaran darah ganda terdiri atas peredaran darah besar dan peredaran darah kecil. Penjelasan lebih lengkap tentang peredaran darah bisa dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Peredaran Darah Besar dan Peredaran Darah Kecil

Perbedaan	Peredaran Darah Besar	Peredaran Darah Kecil
Pengertian	Peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh, kecuali paru-paru.	Peredaran darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung.
Mekanisme peredaran darah	(Jantung à paru-paru à jantung): Bilik kanan à arteri pulmonalis à paru-paru à vena pulmonalis à serambi kiri	(Jantung à seluruh tubuh à jantung): bilik kiri à aorta à seluruh tubuh à vena cava (kanan) à serambi kanan
Sistem peredaran darah besar	Biasa disebut dengan sistem porta hepatica. Dalam sistem ini, sebelum darah kembali ke jantung darah terlebih dahulu masuk ke dalam hati untuk dibersihkan dari racun-racun yang diserap dari usus halus. Selanjutnya darah kembali ke jantung melalui pembuluh balik (vena).	-

D. Sistem Limfatik atau Peredaran Getah Bening

Sistem limfatik atau peredaran getah bening merupakan suatu cara dimana cairan dapat mengalir dari jaringan ke dalam darah. Sistem limfatik dapat mengangkut protein dan zat-zat berpartikel besar keluar dari jaringan yang tidak dapat diabsorpsi langsung ke dalam kapiler darah.

Komponen dan peran dari sistem limfatik, antara lain:

- 1) Menghasilkan imunitas
- 2) Tersusun dari cairan limfatik

Terbentuknya cairan ini karena darah keluar melalui dinding kapiler dan melalui ruang antarsel kemudian masuk ke pembuluh halus yang dinamakan pembuluh getah bening (limfa).

- 3) Mengalirkan cairan interstisial, mentranspor lemak dari makanan, dan memfasilitasi cairan imun.

Sistem limfatik terdiri dari 3 (tiga) macam, yaitu: cairan Limfa (Getah Bening), pembuluh pembuluh limfa dan kelenjar limfa. Tabel 3.3 di bawah ini menjelaskan ketiga macam pendukung sistem limfatik.

Tabel 3.3. Macam-macam Pendukung Sistem Limfatik

No	Sistem Limfatik	Ciri-ciri	Fungsi
1	Cairan Limfa (Getah Bening)	- Cairan tubuh yang masuk ke dalam pembuluh kapiler limfa - Cairan ini berwarna kekuningan dan mengandung leukosit - Cairan ini berasal dari plasma darah yang keluar dari pembuluh darah ke jaringan tubuh	membunuh kuman-kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh
2	Pembuluh Limfa	- Terletak di sela-sela otot - Pembuluh ini bermula dari pembuluh besar kemudian bercabang-cabang menjadi cabang yang halus. Cabang-cabang yang halus bagian ujungnya terbuka. - Melalui ujung pembuluh yang terbuka ini cairan jaringan tubuh masuk ke dalam pembuluh limfa. - Pembuluh limfa dibedakan atas pembuluh limfa kanan dan pembuluh limfa dada.	Tempat cairan jaringan tubuh masuk ke dalam
3	Kelenjar Limfa	Berada di sepanjang pembuluh limfa, terutama pada pangkal paha, ketiak, dan leher. Kelenjar limfa Pada saat memerangi infeksi, kelenjar limfa sering membengkak.	Menghasilkan sel darah putih dan berfungsi untuk mencegah infeksi lebih lanjut.

Pembuluh limfa dibedakan atas pembuluh limfa kanan dan pembuluh limfa kiri. Kedua pembuluh tersebut memiliki karakteristik masing-masing. Penjelasan dapat dilihat pada Tabel 3.4. di bawah ini.

Tabel 3.4. Karakteristik Limfa Kanan dan Limfa Kiri

Pembuluh Limfa Kanan	Pembuluh Limfa Kiri
<ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh limfa kanan merupakan kumpulan pembuluh limfa yang berasal dari kepala, leher, dada, jantung, paru-paru, dan lengan bagian kanan. • Pembuluh ini bermuara di pembuluh balik di bawah tulang selangka kanan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembuluh limfa dada merupakan pembuluh limfa yang berasal dari bagian kiri tubuh, saluran pencernaan, dan sisi kanan bagian bawah tubuh. • Pembuluh ini bermuara di pembuluh balik di bawah tulang selangka kiri.

Peredaran limfa dimulai ketika cairan jaringan tubuh masuk ke ujung pembuluh limfa yang terbuka dan berakhir pada pembuluh balik (vena) di bawah tulang selangka (dekat leher). Oleh karena itu, peredaran limfa disebut peredaran terbuka. Pembuluh limfa hanya

berupa pembuluh vena, dan tidak ada pembuluh arteri. Peredaran limfa hanya satu arah, yaitu dari jaringan tubuh ke pembuluh vena di sekitar leher. Dalam peredaran limfa, aliran cairan limfa hanya ke satu arah karena di sepanjang pembuluh limfa terdapat katup-katup.

Limfa berada di organ khusus dalam tubuh hewan atau manusia. Oleh karena itu, tidak bisa ditemukan disemua organ manusia. Limfa sendiri memiliki 3 (tiga) organ yaitu limfa, tonsil, dan timus. Dibawah ini adalah penjelasan lebih lengkap tentang organ-organ limfa.

Tabel 3.5. Organ-organ Limfa

No	Organ Limfa	Ciri-ciri dan Fungsi
1	Limfa	<ul style="list-style-type: none"> • Limfa terletak di dalam rongga perut di belakang lambung. • Limfa berfungsi antara lain sebagai: <ul style="list-style-type: none"> - tempat pembentukan sel darah putih (leukosit) dan antibodi - tempat membunuh kuman penyakit - tempat pembongkaran sel darah merah yang sudah mati, dan - tempat cadangan sel darah. Jika ada bagian tubuh yang kekurangan darah, limfa akan mengeluarkan cadangannya
2	Tonsil	<ul style="list-style-type: none"> • Tonsil terletak di bagian belakang rongga mulut sebelah kanan dan kiri serta di rongga hidung bagian belakang. • Tonsil di rongga mulut disebut amandel sedangkan di rongga hidung disebut polip. • Tonsil berfungsi sebagai pertahanan tubuh dari kuman yang masuk ke dalam mulut dan hidung. • Bila terjadi infeksi, amandel dan polip meradang dan membengkak. Pembengkakan tonsil dapat mengganggu pernapasan sehingga harus dibuang dengan jalan operasi.
3	Timus	<ul style="list-style-type: none"> • Timus merupakan kelenjar yang sebagian besar terdiri atas jaringan limfa. • Timus tersusun atas sel-sel epitel yang menyerupai limfosit. • Timus memproduksi hormon yang berfungsi untuk merangsang produksi limfosit dalam organ-organ limfa.

E. Sistem Kekebalan Tubuh

Kuman penyakit seperti bakteri dan virus selalu berusaha untuk memasuki tubuh manusia. Jika berhasil, mereka akan menginfeksi tubuh kita dan menyebabkan penyakit. Untungnya, tubuh manusia mempunyai kemampuan untuk memiliki berbagai pertahanan untuk melawan berbagai macam kuman penyakit yang disebut dengan kekebalan/imunitas. Tetapi, bila ada yang masuk, sel darah putih akan memburu dan menghancurkannya.

Kekebalan pada tubuh manusia terdiri atas kekebalan bawaan dan kekebalan buatan.

1. Kekebalan bawaan

Kekebalan bawaan adalah kekebalan tambahan yang disebabkan oleh proses

umum dan bukan disebabkan proses melawan organisme penyebab penyakit yang spesifik. Kekebalan bawaan meliputi beberapa aspek, diantaranya sebagai berikut:

- Fagositosis yang dilakukan oleh leukosit dan sel pada sistem makrofag jaringan terhadap bakteri dan penyebab penyakit lainnya
- Perusakan oleh asam yang disekresikan oleh lambung dan enzim pencernaan terhadap organisme yang masuk ke dalam lambung
- Daya tahan kulit terhadap serangan organisme penyebab penyakit
- Adanya senyawa-senyawa kimia tertentu di dalam darah yang akan melekat pada organisme asing atau toksin dan akan menghancurkannya. Senyawa-senyawa tersebut adalah lisozim.

Lisozim merupakan suatu polisakarida yang menyerang bakteri sehingga bakteri tersebut menjadi larut, polipeptida dasar yang akan bereaksi dengan mengaktifkan beberapa macam bakteri gram positif tertentu, dan kompleks komplemen yang terdiri atas kurang lebih 20 protein yang dapat diaktifkan dengan bermacam-macam cara untuk merusak bakteri.

2. Kekebalan Buatan

Sebagian besar dari kekebalan disebabkan oleh suatu sistem imun khusus. Sistem imun tersebut membentuk antibodi atau limfosit yang diaktifkan dan akan menghancurkan organisme atau toksin tertentu. Kekebalan semacam ini disebut kekebalan buatan.

Imunisasi diartikan “pengebalan” (terhadap penyakit). Kalau dalam istilah kesehatan imunisasi diartikan *pemberian vaksin untuk mencegah terjadinya penyakit tertentu*. Biasanya imunisasi bisa diberikan dengan cara disuntikkan maupun diteteskan pada mulut anak *balita* (bawah lima tahun).

Vaksin adalah suatu obat yang diberikan untuk membantu mencegah suatu penyakit. Vaksin membantu tubuh untuk menghasilkan antibodi. Antibodi ini berfungsi melindungi terhadap penyakit. Vaksin tidak hanya menjaga agar anak tetap sehat, tetapi juga membantu membasmi penyakit yang serius yang timbul pada masa kanak-kanak.

Vaksin secara umum cukup aman. Keuntungan perlindungan yang diberikan vaksin jauh lebih besar daripada efek samping yang mungkin timbul. Dengan adanya vaksin maka banyak penyakit masa kanak-kanak yang serius, yang sekarang ini sudah jarang ditemukan.

Kekebalan buatan sering dapat memberikan perlindungan yang hebat. Contohnya, kekebalan buatan dapat melindungi tubuh dari efek toksin tetanus sampai 100.000 kali dari dosis. Toksin tetanus dapat menimbulkan kematian bila tidak ada kekebalan.

Pada dasarnya di dalam tubuh dapat dijumpai dua macam kekebalan yang berhubungan erat satu sama lainnya, yaitu:

- a. Antibodi yang merupakan molekul globulin yang mampu menyerang agen penyakit.
- b. Pembentukan sel limfosit dalam jumlah besar yang secara khusus dirancang untuk menghancurkan benda asing. Kekebalan ini disebut kekebalan seluler.

Jenis imunisasi dibagi kedalam 10 (sepuluh) macam, antara lain: imunisasi BCG, DPT, TT, DT, Campak, MMR, HIB, Varisella, HBV, dan Pneumokokus Konjugata. Untuk memahami lebih mendalam tentang jenis-jenis imunisasi, dapat dilihat di tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6. Jenis-jenis Imunisasi

No	Jenis Imunisasi	Manfaat
1	Imunisasi BCG	Vaksinasi BCG memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit tuberkulosis (TBC). BCG diberikan 1 kali sebelum anak berumur 2 bulan. Vaksin ini mengandung bakteri <i>Bacillus Calmette-Guerrin</i> hidup yang dilemahkan, sebanyak 50.000-1.000.000 partikel/dosis.
2	Imunisasi DPT	Imunisasi DPT adalah suatu vaksin 3-in-1 yang melindungi terhadap difteri, pertusis dan tetanus. Difteri adalah suatu infeksi bakteri yang menyerang tenggorokan dan dapat menyebabkan komplikasi yang serius atau fatal. Pertusis (batuk rejan) adalah infeksi bakteri pada saluran udara yang ditandai dengan batuk hebat yang menetap serta bunyi pernafasan yang melengking. Pertusis berlangsung selama beberapa minggu dan dapat menyebabkan serangan batuk hebat sehingga anak tidak dapat bernafas, makan atau minum. Pertusis juga dapat menimbulkan komplikasi serius, seperti pneumonia, kejang dan kerusakan otak. Tetanus adalah infeksi bakteri yang bisa menyebabkan kekakuan pada rahang serta kejang
3	Imunisasi DT	Memberikan kekebalan aktif terhadap toksin yang dihasilkan oleh kuman penyebab difteri dan tetanus. Vaksin DT dibuat untuk keperluan khusus, misalnya pada anak yang tidak boleh atau tidak perlu menerima imunisasi pertusis, tetapi masih perlu menerima imunisasi difteri dan tetanus

No	Jenis Imunisasi	Manfaat
4	Imunisasi TT (Tetanus Toksoid)	Memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit tetanus. ATS (Anti Tetanus Serum) juga dapat digunakan untuk pencegahan (imunisasi pasif) maupun pengobatan penyakit tetanus.
5	Imunisasi Campak	memberikan kekebalan aktif terhadap penyakit campak (tampek). Imunisasi campak diberikan sebanyak 1 dosis pada saat anak berumur 9 bulan atau lebih
6	Imunisasi MMR	Memberi perlindungan terhadap campak, gondongan dan campak Jerman dan disuntikkan sebanyak 2 kali. Campak menyebabkan demam, ruam kulit, batuk, hidung meler dan mata berair. Campak juga menyebabkan infeksi telinga dan pneumonia. Campak juga bisa menyebabkan masalah yang lebih serius, seperti pembengkakan otak dan bahkan kematian. Gondongan menyebabkan demam, sakit kepala dan pembengkakan pada salah satu maupun kedua kelenjar liur utama yang disertai nyeri. Gondongan bisa menyebabkan meningitis (infeksi pada selaput otak dan korda spinalis) dan pembengkakan otak. Kadang gondongan juga menyebabkan pembengkakan pada buah zakar sehingga terjadi kemandulan. Campak Jerman (rubella) menyebabkan demam ringan, ruam kulit dan pembengkakan kelenjar getah bening leher. Rubella juga bisa menyebabkan pembengkakan otak atau gangguan perdarahan
7	Imunisasi Hib	Membantu mencegah infeksi oleh <i>Haemophilus influenza</i> tipe b. Organisme ini bisa menyebabkan meningitis, pneumonia dan infeksi tenggorokan berat yang bisa menyebabkan anak tersedak
8	Imunisasi varisella	Memberikan perlindungan terhadap cacar air. Cacar air ditandai dengan ruam kulit yang membentuk lepuhan, kemudian secara perlahan mengering dan membentuk keropeng yang akan mengelupas
9	Imunisasi HBV	Memberikan kekebalan terhadap hepatitis B. Hepatitis B adalah suatu infeksi hati yang bisa menyebabkan kanker hati dan kematian
10	Imunisasi Pneumokokus Konjugata	Melindungi anak terhadap sejenis bakteri yang sering menyebabkan infeksi telinga. Bakteri ini juga dapat menyebabkan penyakit yang lebih serius, seperti meningitis dan bakteremia (infeksi darah).

F. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Peredaran Darah

Kelainan dan penyakit pada sistem peredaran darah sering kita jumpai pada seseorang. Kelainan dan penyakit tersebut dapat disebabkan oleh faktor keturunan (genetis), adanya kerusakan pada sistem peredaran darah, dan faktor-faktor lain yang belum diketahui. Kelainan dan penyakit tersebut antara lain:

1. Anemia

Anemia sering disebut sebagai penyakit kurang darah. Kurang darah terjadi karena kandungan hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah rendah atau berkurangnya sel darah merah. Berkurangnya kandungan Hb dapat disebabkan makanan yang kurang mengandung zat besi. Berkurangnya sel darah merah sering terjadi pada penderita penyakit malaria. Hal ini karena plasmodium sebagai penyebab penyakit malaria memakan sel darah merah. Demikian pula penderita penyakit cacing tambang sering mengalami anemia.

2. Talasemia

Talasemia merupakan penyakit yang diturunkan. Talasemia sering terdapat pada bayi dan anak-anak. Pada penderita talasemia, daya ikat sel darah merahnya terhadap oksigen rendah karena kegagalan pembentukan hemoglobin. Penderita talasemia berat membutuhkan transfusi darah setiap bulan.

3. Hemofilia

Hemofilia merupakan penyakit yang menyebabkan darah sukar membeku bila terjadi luka. Kelainan ini disebabkan oleh faktor keturunan (genetis). Kelainan tidak dapat diobati, tetapi dapat dicegah. Penderita harus menghindari terjadinya pendarahan agar darah tidak mengalir terus.

4. Leukimia

Leukimia atau kanker darah adalah penyakit bertambahnya sel darah putih yang tidak terkendali. Beberapa gejala leukimia yaitu:

- a. Demam, kedinginan, dan gejala seperti flu
- b. Badan lemah dan sakit kepala
- c. Sering mengalami infeksi
- d. Kehilangan berat badan
- e. Berkeringat, terutama malam hari
- f. Nyeri tulang atau sendi

Sampai saat ini, belum diketahui secara pasti penyebab leukimia. Namun, para peneliti menduga penyebab leukimia antara lain radiasi energi tinggi, misalnya bom nuklir, bahan kimia benzena yang mengenai seseorang dalam jangka waktu lama, dan keadaan genetika seseorang, misalnya penderita Down's syndrome (idiot) lebih

banyak mendeerita leukimia dibanding orang normal.

5. Hipertensi

Hipertensi disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi di dalam arteri. Hipertensi atau tekanan darah tinggi terjadi bila nilai ambang tekanan sistolik antara 140 – 200 mmHg atau lebih dan nilai ambang tekanan diastolik antara 90 – 110 mmHg atau lebih.

Beberapa penderita tidak menunjukkan gejala-gejala akibat tekanan darah tinggi. Namun, beberapa orang ada yang mengalami gejala-gejala, yaitu sakit kepala, napas pendek, dan penglihatan kabur. Penyebab hipertensi berkaitan dengan umur, kegemukan, dan keturunan.

6. Koronariasis

Koronariasis merupakan penyempitan atau penyumbatan nadi tajuk arteri (arteri koronari) pada jantung. Melalui nadi tajuk tersebut jantung mendapat makan dan oksigen. Nadi tajuk berukuran kecil sehingga bila tersumbat, denyut jantung dapat terganggu atau terhenti. Penderita yang terkena koronariasis akan merasakan sakit di bagian dada (jantung).

Koronariasis disebabkan oleh terbentuknya gumpalan darah pada dinding dalam arteri koronaria. Gumpalan ini disebabkan oleh menumpuknya kolesterol di dalam dinding arteri.

7. Varises

Varises merupakan pelebaran pembuluh balik (vena). Varises biasanya terjadi di kaki terutama di bagian betis. Varises yang terdapat di bagian anus disebutambeien. Varises merupakan hal yang biasa terjadi dan tidak berbahaya.

Penyebab varises tidak diketahui secara keseluruhan. Dalam beberapa kasus, varises dapat disebabkan oleh pembengkakan pada vena. Varises tidak perlu diobati. Namun jika terjadi varises atau ambien yang parah, dapat dilakukan operasi.

G. Pengembangan Teknologi Jantung

Penyakit jantung dan stroke adalah penyakit pembunuh nomor dua di Indonesia. Jantung dapat mengalami kelainan sehingga tidak mampu memompa darah dengan optimal dan kebutuhan metabolisme jaringan tidak dapat terpenuhi dengan baik. Beberapa penyakit yang berhubungan dengan jantung ini di antaranya adalah arteri koroner, hipertensi, dan arterosklerosis.

Jantung merupakan organ yang sangat vital. Gangguan pada jantung dapat mengakibatkan seluruh tubuh terganggu. Oleh karena itu, teknologi untuk mengatasi permasalahan jantung berkembang dengan pesat. Teknologi yang berhubungan dengan jantung antara lain alat EKG (elektrokardiograf), alat pacu jantung (defibrilator), dan kateter balon (balloon cathether). Elektrokardiograf (EKG) adalah alat yang digunakan untuk

mendeteksi kondisi jantung dengan cara memantau irama dan frekuensi detak jantung. Hasil pengukuran dengan menggunakan elektrokardiograf adalah elektrokardiogram. Elektrokardiogram pada jantung normal yang sehat dihasilkan grafik berulang yang teratur.

Pada kondisi tertentu, jantung dapat berdetak dengan lambat atau berhenti sama sekali. Alat pacu jantung adalah alat yang digunakan untuk merangsang jantung berkontraksi kembali. Alat pacu jantung mengirimkan pulsa-pulsa listrik melalui otot-otot jantung sehingga jantung dapat berfungsi kembali.

PENUGASAN 7.2.1

MENYUSUN KARYA TULIS

■ Tujuan:

Menyusun karya tulis sederhana berdasarkan studi pustaka tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak

■ Media:

- Alat tulis
- Referensi yang relevan
- Internet

■ Langkah-langkah Kegiatan

- Tentukanlah judul karya tulis Anda
- Carilah informasi dari berbagai sumber yang terkait dengan pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
- Buatlah karya tulis tentang pemanfaatan teknologi dalam mengatasi gangguan sistem gerak
- Susunlah karya tulismu sesuai dengan kaidah penulisan yang baik
- Kumpulkanlah tugas Anda pada tutor sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan!



Mari Kita Ingat Kembali

Rangkuman

- Rangka manusia mempunyai lima fungsi utama, yaitu:
 - memberi bentuk dan mendukung tubuh
 - melindungi organ-organ dalam
 - tempat melekatnya otot-otot utama tubuh,
 - otot-otot tersebut menggerakkan tulang,
 - beberapa tulang mempunyai sumsum tulang merah yang membentuk sel-sel darah merah, serta tempat utama untuk menyimpan mineral.
- Sistem gerak pada manusia didukung oleh kerja tulang penyusun rangka dan otot penggerak tulang/rangka.
- Tulang disebut juga alat gerak pasif dan otot disebut alat gerak aktif.
- Berdasarkan bentuknya, terdapat tulang pipih, tulang pendek, tulang pipa, dan tulang tidak beraturan.
- Tulang-tulang menjadi alat gerak, karena antartulang dihubungkan oleh persendian.
- Berdasarkan sifatnya, tulang terdiri atas tulang keras dan tulang rawan.
- Otot sebagai alat gerak aktif. Terdapat tiga macam otot, yakni otot rangka atau lurik, otot polos, dan otot jantung.
- Cara kerja otot bisa berpasangan (sinergi) atau berlawanan (antagonis).
- Fungsi darah:
 - Mengangkut zat makanan dan zat sisa metabolisme
 - Mengangkut hormon
 - Menjaga suhu tubuh
 - Melakukan pembekuan darah
 - Pertahanan tubuh (membunuh kuman penyakit)
- Bagian darah terdiri dari *sel darah* dan *plasma darah*.

- *Sel darah* terdiri dari: eritrosit, leukosit, dan trombosit.
- *Plasma darah*:
 - Plasma darah berfungsi mengangkut sari-sari makanan, hormon, dan zat sisa metabolisme, dan mineral dan gas pernapasan
 - Mengandung 90% air
 - Mengandung sari-sari makanan yang larut dalam plasma darah.
 - Mengandung protein: fibrinogen, albumin, dan globulin
 - Cairan darah yang tidak mengandung fibrinogen disebut serum. serum mengandung antibodi yang berguna untuk pertahanan tubuh
- Eritrosit
 - Eritrosit berfungsi mengangkut Oksigen dan CO₂
 - Mengandung hemoglobin
 - Sel darah merah berbentuk bulat, bikonkaf
 - Tidak berinti
 - Jumlahnya sekitar 5 juta/cc
 - Tempat pembentukannya di sumsum tulang
 - Umurnya 120 hari
- Leukosit
 - Leukosit berfungsi pertahanan tubuh, untuk membunuh kuman penyakit
 - Leukosit terdiri dari 5 jenis yaitu: Neutrofil, Eosinofil, Basofil, Limfosit, Monosit
 - Jumlah leukosit sekitar 6.000 - 9.000/cc
 - Leukosit mempunyai inti
 - Bersifat diapedesis, yaitu kemampuan sel darah putih menembus dinding pembuluh darah dan masuk ke jaringan tubuh
 - Sel darah putih tidak memiliki bentuk yang tetap disebut amuboid
 - Tempat pembentukannya di sumsum tulang dan kelenjar limfa
- Trombosit
 - Trombosit berfungsi untuk pembekuan darah
 - Bentuknya tidak teratur & tidak mempunyai inti
 - Jumlah trombosit sekitar 200.000 – 400.000/cc
 - Trombosit bersifat mudah pecah jika tersentuh benda-benda yang kasar
 - Tempat pembentukan sum-sum merah tulang
- Golongan darah: A, B, AB, dan O
- Donor universal: yaitu golongan darah O, artinya dapat memberikan darahnya kepada

semua golongan darah.

- Resipien universal: yaitu golongan darah AB, artinya dapat menerima darah dari semua golongan darah.
- Manfaat golongan darah
 - Untuk proses transfusi darah
 - Membantu penyelidikan tindak kriminal
 - Menentukan golongan darah anak berdasarkan golongan darah orang tuanya
- Alat peredaran darah terdiri dari jantung dan pembuluh darah
- Jantung manusia mempunyai tiga lapisan, yaitu:
 - Perikardium (lapisan luar)
 - Miokardium (lapisan tengah/otot jantung)
 - Endokardium (lapisan dalam)
- Jantung mempunyai beberapa katup, yaitu:
 - Katup dua daun (valvula bikuspidalis): yaitu terletak di antara serambi kiri dan bilik kiri.
 - Katup tiga daun (valvula trikuspidalis): yaitu terletak di antara serambi kanan dan bilik kanan.
 - Katup semilunaris (valvula semilunaris): yaitu terletak di pangkal aorta
- Jantung terletak di rongga dada agak di sebelah kiri, besarnya sekitar sekepalan telapak tangan.
- Jantung terbagi atas empat ruang, yaitu serambi kanan, serambi kiri, bilik kanan dan bilik kiri.
- Jantung berfungsi sebagai pemompa darah ke seluruh tubuh.
- Darah yang dipompa oleh jantung memiliki kekuatan dan kecepatan mengalir tertentu. Kekuatan ini diteruskan oleh pembuluh arteri. Keadaan jantung yang sedang berkontraksi membuat tekanan ruang jantung menjadi maksimum.
- Gerakan jantung disebut denyut jantung. Denyut jantung secara normal berkisar 70 kali per menit.
- Denyut jantung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya kondisi kesehatan, aktivitas kerja, berat badan, dan usia.
- Pembuluh darah dibedakan menjadi pembuluh arteri (nadi), pembuluh vena (balik), dan pembuluh kapiler.

Saran Referensi

Ferdinand P, Fictor dan Moekti Ariebowo. 2009. Praktis Belajar Biologi untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam 2. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

Firmansyah, Rikky, Agus mawardi H, dan M. Umar Riandi 2009. Mudah dan Aktif Belajar Biologi untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam 2. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional

Hanum, Eva Latifah. Et al. 2009. Biologi 2 Kelas XI SMA dan MA. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

Purnomo, et al, 2009. Biologi Kelas XI untuk SMA dan MA. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

Rahmawati, Faidah, Nurul Urifah, dan Ari Wijayanti. 2009. Biologi untuk SMA/MA Program IPA. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

Rochmah, Siti Nur, Sri Widayanti, Meirina Arif P. 2009. Biologi SMA/MA kelas XI. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

https://www.youtube.com/watch?v=GMAIS2-_u3c

<https://www.youtube.com/watch?v=zN277uErp2Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=Gvevblp9s2U>

<https://www.youtube.com/watch?v=uhBb95d4jC4>

<https://www.youtube.com/watch?v=RFc2NJT03h8>

<https://www.youtube.com/watch?v=4pyJgY48EGE>

<https://www.youtube.com/watch?v=LKuoU7EjXTE>

<https://www.youtube.com/watch?v=RFc2NJT03h8>

<https://www.youtube.com/watch?v=mhW-OHbDsOg>

Soal Latihan

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar!

1. Fungsi rangka tubuh sebagai berikut, *kecuali*
 - a. tempat melekatnya otot-otot
 - b. tempat pembentukan sel-sel darah
 - c. penyokong dan penopang tubuh
 - d. tempat penimbunan mineral
 - e. alat gerak aktif
2. Hubungan antartulang yang tidak memiliki celah sendi sehingga tidak memungkinkan terjadinya pergerakan disebut
 - a. kifosis
 - b. sinfibrosis
 - c. skoliosis
 - d. sinkondrosis
 - e. diarthosis
3. Persendian yang terdapat pada siku adalah
 - a. sendi pelana
 - b. sendi peluru
 - c. sendi engsel
 - d. sendi putar
 - e. sendi luncur
4. Gerak antagonis yang terjadi ketika menggerakkan ke atas dan ke bawah adalah
 - a. ekstensi dan fleksi
 - b. atropi dan hipertropi
 - c. depresor dan elevator
 - d. tonus dan tetanus
 - e. hipertropi dan supinasi

5. Suatu jaringan memiliki ciri-ciri berikut:

- gelap dan keruh
- sumber kolagen tersusun sejajar membentuk satu berkas
- terdapat pada persendian tulang pinggang

Jaringan itu adalah

- a. rawan hialin
- b. rawan fibrosa
- c. rawan elastis
- d. tulang kompak
- e. tulang spons

6. Rasa lelah yang terjadi akibat kerja otot terus menerus disebabkan oleh

- a. penimbunan asam laktat
- b. tidak adanya asam laktat
- c. penimbunan senyawa asetikolin
- d. pengubahan asam asetikolin
- e. tidak adanya asam laktat yang menghambat kinerja asetikolin

7. Tulang-tulang berikut yang merupakan contoh tulang pendek pada manusia adalah.....

- a. tulang tengkorak dan tulang ekor
- b. tulang belikat dan tulang dada
- c. tulang pergelangan kaki dan tulang belakang
- d. tulang betis dan tulang dada
- e. tulang pergelangan kaki dan tulang hasta

8. Berikut adalah ciri-ciri otot:

- 1. Berfungsi dalam pergerakan
- 2. Bekerja di bawah kesadaran
- 3. Memiliki struktur gelap dan terang.

Otot yang sesuai dengan ciri di atas adalah....

- a. otot lurik
- b. otot polos
- c. otot jantung
- d. otot bisep
- e. semua salah

9. Persendian yang memungkinkan gerakan ke segala arah adalah

- a. sendi engsel
- b. sendi pelana
- c. sendi putar
- d. sendi peluru
- e. sendi luncur

10. Ketika Anda ingin melihat burung terbang di atas kepala Anda, berarti Anda melakukan gerak

- a. adduksi
- b. elevasi
- c. depresi
- d. pronasi
- e. supinasi

11. Berikut ini adalah fungsi sel darah merah

- 1. Menghindarkan tubuh dari infeksi
- 2. Melakukan proses pembekuan darah
- 3. Mengikat CO₂ dari jaringan menuju paru-paru
- 4. Mengedarkan O₂ dari paru-paru ke seluruh tubuh
- 5. Mengangkut sari-sari makanan ke seluruh tubuh

Fungsi eritrosit ditunjukkan oleh nomor ...

- a. 1 dan 3
- b. 4 dan 5
- c. 2 dan 3
- d. 3 dan 4
- e. 1 dan 2

12. Sel darah putih pada tubuh kita yang mempunyai peranan dalam keadaan alergi adalah
- granulosit
 - basofil
 - limfosit
 - eosinofil
 - neutrofil
13. Hemoglobin sebagai senyawa protein penyusun eritrosit memiliki kemampuan mengikat
- oksigen
 - oksigen dan zat lemak
 - oksigen dan karbon dioksida
 - oksigen dan karbon monoksida
 - oksigen, karbon dioksida, dan karbon monoksida
14. Limfosit di dalam tubuh berperan dalam kekebalan dengan cara
- menghasilkan antibodi yang sesuai dengan antigen yang akan dilawan
 - memakan kuman penyakit atau benda-benda asing yang ada di dalam tubuh
 - menghasilkan enzim yang menguraikan kuman dan benda asing
 - menghasilkan zat asam yang dapat mengakibatkan terjadinya lisis bakteri dan virus
 - menghancurkan kuman penyakit dan benda asing dengan menggunakan lisosom
15. Jika dalam darah seseorang terdapat aglutinogen B dan aglutinin A, orang tersebut mempunyai golongan darah
- A
 - O
 - B
 - A atau AB
 - AB
16. Pembuluh darah dalam tubuh manusia yang mengandung banyak O_2 yaitu
- vena
 - venula
 - vena pulmonalis dan aorta
 - sinus venosus
 - vena kava
17. Darah yang mengalir dalam vena tidak dapat mengalir ke bagian sebelumnya karena sepanjang vena terdapat
- katup
 - arteri
 - valvula semilunaris
 - valvula trikuspidalis
 - valvula bikuspidalis
18. Jika seseorang memerlukan transfusi darah, perlu diketahui dahulu golongan darah orang tersebut untuk menghindari adanya penggumpalan. Reaksi penggumpalan ini disebabkan oleh
- masuknya sel-sel darah merah
 - masuknya hemoglobin
 - adanya reaksi antigen antibodi
 - masuknya trombosit
 - masuknya serum darah
19. Pernyataan berikut yang benar tentang sistem pembuluh limfa adalah
- gerak cairan limfa yang disebabkan adanya denyut jantung
 - pembuluh limfa bergabung dengan pembuluh arteri
 - pembuluh limfa merupakan peredaran terbuka
 - pembuluh limfa tidak memiliki klep
 - cairan limfa banyak mengandung sari makanan
20. Gangguan peredaran darah yang berupa pengerasan pembuluh nadi yang disebabkan karena adanya endapan kapur disebut

- a. haemofili
- b. miokarditis
- c. arterosklerosis
- d. embolus
- e. arteriosklerosis

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

1. Sebutkan lima (5) fungsi rangka bagi tubuh manusia!
2. Mengapa tulang paha berbentuk tulang pipa dan bukan tulang pipih?
3. Apakah tulang merupakan komponen hidup dalam tubuh kita? Berikan Alasan Anda sesuai dengan struktur penyusun tulang!
4. Hubungan antar tulang akan memungkinkan terjadinya gerakan. Berikan jenis persendian beserta contohnya!
5. Berdasarkan keeluasaan dalam bergerak, terdapat tiga jenis persendian pada manusia. Sebut dan jelaskan tiga (3) jenis persendian tersebut!
6. Sistem peredaran darah memiliki lima (5) fungsi utama. Sebut dan jelaskan kelima fungsi utama tersebut
7. Pada prinsipnya, sistem peredaran darah memiliki empat komponen utama. Sebut dan jelaskan empat (4) komponen utama tersebut!
8. Atherosklerosis dan arteriosklerosis merupakan penyakit pada peredaran darah. Sebut dan jelaskan tiga (3) penyebab dari penyakit Atherosklerosis dan arteriosklerosis tersebut!
9. Apakah yang dimaksud dengan sistol dan diastol? Bagaimana pengaruhnya terhadap denyut nadi?
10. Protein dalam plasma darah merupakan zat terlarut yang paling banyak. Terdapat tiga bagian utama protein plasma darah. Sebutkan dan jelaskan tiga (3) bagian utama protein plasma darah!

KRITERIA PINDAH MODUL

Rumus Nilai Penugasan Akhir Modul:

$$\text{Nilai Penugasan} = \frac{\text{nilai tugas unit 1} + \text{nilai tugas unit 2} + \text{nilai tugas unit 3}}{3}$$

Rubrik Penilaian Latihan Soal

- **Pilihan Ganda:**

Setiap soal dengan jawaban yang benar mendapat nilai 5. Total skor untuk 20 soal dengan jawaban benar nilainya 100.

- **Soal Uraian:**

Setiap soal dengan jawaban yang benar mendapat nilai 10. Total skor untuk 10 soal dengan jawaban benar nilainya 100.

- **Rumus Nilai Akhir Latihan Soal**

$$\text{Nilai Latihan} = \frac{\text{total skor nilai pilihan ganda} + \text{total skor nilai uraian}}{2}$$

Nilai yang diperoleh dibandingkan dengan rentang nilai pada tabel di bawah ini. Bila diperoleh nilai di atas 70, maka Anda dinyatakan lulus dan dapat melanjutkan ke modul berikutnya. Bila Anda memperoleh nilai di bawah 70, maka Anda dinyatakan tidak lulus dan dapat mempelajari modul ini kembali sampai Anda memperoleh skor minimal 70.

Tindak Lanjut

- Bagi yang telah lulus dari modul ini maka dapat melanjutkan ke modul berikutnya
- Bagi yang belum lulus maka perlu melakukan remedial dengan mempelajari kembali Unit yang perlu dilakukan remedial
- Seseorang dikatakan lulus/tidak lulus berdasarkan kriteria yang ditetapkan

Rentang Nilai (0 – 100)	Nilai	Kelulusan
91 – 100	A	Lulus
81 – 90	B	Lulus
70 – 80	C	Lulus
< 70	D	Tidak Lulus

Kunci Jawaban dan Pembahasan

Penugasan

Penugasan Unit 1

❖ Penugasan 1

1. Struktur tulang yang dapat diamati dengan carta adalah:

a. Rangka kepala

Tulang-tulang yang menyusun rangka kepala adalah

- tulang dahi,
- tulang ubun-ubun
- tulang pelipis
- tulang tengkorak
- tulang baji
- tulang air mata
- tulang pipi
- tulang hidung
- tulang rahang atas
- tulang rahang bawah
- tulang lidah

b. Tulang Penyusun Rangka Badan, yang terdiri atas:

- 33 ruas tulang belakang
- 12 pasang tulang rusuk, (7 pasang tulang rusuk, 3 pasang rusuk sejati, dan 2 pasang rusuk melayang)

c. Tulang dada terdiri atas:

- tulang hulu
- tulang badan
- tulang pedang-pedangan, yang terdiri atas 2 tulang selangka dan 2 tulang belikat

- tulang panggul, yang terdiri atas: 2 tulang duduk, 2 tulang usus, dan 2 tulang kemaluan

d. Rangka anggota gerak terdiri atas:

- anggota gerak atas: tulang pengumpil, tulang lengan atas, tulang hasta, tulang pergelangan tangan, tulang telapak tangan, ruas-ruas jari tangan
- anggota gerak bawah: tulang paha, tulang tempurung lutut, tulang kering, tulang betis, tulang pergelangan kaki, tulang telapak kaki, ruas-ruas jari kaki

2. Struktur tulang yang:

- mendukung berdirinya tubuh adalah tulang belakang yang merupakan penopang tubuh utama dan tulang kaki yang menopang seluruh tubuh.
- berperan dalam gerakan melempar adalah anggota gerak atas (tangan)
- melindungi organ-organ dalam contohnya adalah tulang rusuk yang melindungi jantung dan paru-paru

3. a. Persamaan tulang-tulang bahu dan tulang-tulang panggul adalah merupakan tulang pipih

b. Perbedaan tulang-tulang bahu dan tulang-tulang panggul adalah tulang gelang bahu dapat memutar ke banyak arah sementara tulang gelang panggul tidak bisa.

❖ Penugasan 2

1. Ada 5 macam gerakan yang dapat dilakukan, yaitu menggerakkan jari-jari tangan, gerakan siku, gerakan kepala memutar, gerakan menengadahkan menelungkup telapak tangan, dan gerakan memutar lengan atas

2. Sendi yang paling banyak berguna dalam gerakan adalah sendi geser.

Sendi ini menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Sendi geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan serta beberapa aktivitas lainnya.

3. Gerakan yang paling mudah adalah gerakan menengadahkan menelungkup telapak tangan dan gerakan yang paling sulit adalah dan gerakan memutar lengan atas

Penugasan Unit 3

Penugasan 1

1. Terjadi perbedaan frekuensi denyut nadi antara saat istirahat dengan setelah berlari-lari adalah karena denyut nadi setelah lari akan meningkat akibat meningkatnya detak jantung, yang memompa darah lebih cepat untuk memenuhi kebutuhan oksigen sel yang beraktivitas berat.

Pada saat kita berolahraga, termasuk pada saat lari atau latihan, jantung akan berdetak lebih cepat. Hal ini untuk memenuhi tuntutan yang meningkat pada tubuh akan oksigen. Sel-sel yang beraktivitas akan memerlukan energi lebih besar, sehingga jumlah oksigen yang lebih banyak diperlukan untuk proses metabolisme.

Sel-sel yang khususnya memerlukan oksigen lebih banyak ini adalah sel-sel otot. Sel otot bekerja keras saat kita berolahraga. Karena itu, olahragawan akan berlatih untuk bernapas secara efektif agar dapat bertanding dengan baik.

Namun, saat beraktivitas berat, sel otot dapat tidak mendapatkan oksigen dengan cukup. Dalam keadaan tersebut, otot yang bekerja menghasilkan energi secara anaerobik, yaitu tanpa menggunakan oksigen.

Akibatnya asam laktat dapat timbul dari proses ini dan terakumulasi ke tingkat tinggi atau tertumpuk saat kita beraktivitas berat. Efek samping kadar asam laktat tinggi adalah timbul efek lelah di tubuh kita.

2. Denyut nadi setiap orang sama tidak sama karena denyut nadi seseorang tergantung keadaan orang tersebut, jika sedang syok denyut nadi tidak stabil, jika sakit denyut nadi akan rendah, dan jika sehat denyut nadi akan bergerak normal.
3. Faktor yang memengaruhi frekuensi denyut nadi seseorang adalah usia, jenis kelamin, keadaan kesehatan, riwayat kesehatan, intensitas dan lama kerja, sikap kerja, faktor fisik dan kondisi psikis.

Latihan

A. Pilihan ganda

1. E, Fungsi rangka bukanlah sebagai alat gerak aktif, yang merupakan alat gerak aktif adalah otot.
2. D, Sinkondrosis adalah hubungan antartulang yang tidak memungkinkan untuk terjadinya pergerakan, contohnya pada tengkorak.

3. D, Persendian antartulang yang terdapat pada siku adalah sendi engsel.
4. A, ekstensi dan fleksi merupakan gerakan antagonis yang terjadi saat menggerakkan lengan atas dan lengan bawah.
5. B, jaringan kartilago fibrosa memiliki ciri-ciri berikut: matriks gelap, keruh, dan ada serabut kolagen sejajar.
6. A, kontraksi otot memerlukan energi yang diperoleh dari pemecahan ATP menjadi ADP. Pada metabolisme anaerob, ATP diperoleh dari reaksi glikolisis. Glikolisis menghasilkan ATP dan asam piruvat. Asam piruvat selanjutnya akan diubah menjadi CO_2 dan sisa-sisa buangan lain seperti asam laktat. Aktivitas otot yang terus menerus menyebabkan asam laktat tertimbun dalam otot dan menimbulkan rasa lelah.
7. C, yang merupakan bagian dari tulang pendek adalah tulang pergelangan kaki dan tulang belakang.
8. A, otot lurik memiliki ciri utama yaitu bekerja di bawah kesadaran.
9. D, sendi peluru adalah persendian yang memungkinkan bergerak ke segala arah.
10. B, elevasi merupakan gerakan mengangkat seperti mengangkat kepala.
11. D, Menghindarkan tubuh dari infeksi: leukosit
Melakukan proses pembekuan darah: trombosit
Mengikat CO_2 dari jaringan menuju paru-paru: eritrosit
Menedarkan O_2 dari paru-paru ke seluruh tubuh: eritrosit
Mengangkut sari-sari makanan ke seluruh tubuh: plasma darah
12. B, Sel darah putih pada tubuh kita yang mempunyai peranan dalam keadaan alergi adalah basofil. Fungsi basofil adalah melepaskan zat pencegah alergi, mengandung heparin.
13. C, Hemoglobin (Hb) merupakan protein yang dikandung eritrosit. Sel ini mampu mengangkut oksigen dan karbon dioksida. Hemoglobin berikatan dengan oksigen dan membentuk oksihemoglobin $\text{Hb}_4 + 4 \text{O}_2 = 4 \text{HbO}_2$. Hemoglobin berikatan dengan gugus amin hemoglobin membentuk karbominohemoglobin.
14. A, limfosit berperan dalam kekebalan dengan cara menghasilkan antibodi yang sesuai dengan antigen yang akan dilawan.
15. C, darah dengan kandungan aglutinogen B dan aglutinin A berarti darah tersebut bergolongan B. Golongan darah dibedakan atas aglutinogen yang dikandung dalam selnya dan aglutinin dalam plasmanya.
16. C, Vena pulmonalis dan aorta merupakan pembuluh darah dalam tubuh manusia

yang banyak mengandung O_2 .

17. A, katup yang terdapat disepanjang vena menyebabkan darah yang mengalir dalam vena tidak dapat mengalir ke bagian sebelumnya. Valvula trikuspidalis, valvula bikuspidalis, dan valvula semilunaris terdapat di jantung.
18. C, aglutinasi/penggumpalan terjadi apabila antigen bereaksi dengan antibodi
19. C, sistem pembuluh limfa merupakan sistem peredaran terbuka. Sistem peredaran terbuka artinya cairan bergerak tidak selalu di dalam pembuluh
20. E, Hemofili: darah penderita sukar membeku
Miokarditis: peradangan otot jantung (miokardium)
Arterosklerosis: pengerasan pembuluh darah oleh kolesterol
Embolus: jenis penyakit jantung akibat tersumbatnya arteri menuju otak oleh trombus. Trombus merupakan darah yang membeku
Arteriosklerosis: pengerasan pembuluh darah oleh zat kapur

B. Essay

1. Alat gerak pasif, pembentukan sel darah merah, membentuk tubuh, melindungi organ internal tubuh, tempat melekatnya otot.
2. Karena bentuk tulang yang seperti pipa lebih kuat daripada bentuk tulang yang lain.
3. Ya
 - a. Tulang dapat tumbuh (bertambah besar dan panjang)
 - b. Tulang dapat berkembang (mengalami osifikasi)
 - c. tulang memerlukan makanan (nutrisi)
4.
 - a. pelana: tulang ibu jari dengan tulang telapak tangan
 - b. geser: hubungan antar tulang pada pergelangan tangan
 - c. putar: tulang atlas dengan tulang tengkorak
 - d. peluru: tulang belikat dengan tulang lengan atas
 - e. engsel: radius dengan ulna
5. Berdasarkan keleluasaan dalam bergerak, terdapat tiga jenis persendian pada manusia, yaitu :
 - a. Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang rapat sehingga tidak memungkinkan pergerakan sama sekali.
Amfiartrosis. Pada persendian amfiartrosis, kedua ujung tulang yang berhubungan dilapisi oleh tulang rawan hialin.
 - c. Diartrosis. Kedua ujung tulang pada persendian diartrosis dihubungkan oleh

jaringan ikat longgar sehingga tulang-tulang dalam persendian tersebut dapat bergerak dengan leluasa.

6. Sistem peredaran darah memiliki 5 fungsi utama, yaitu :
 - a. Mengangkut zat buangan dan substansi beracun menuju hati untuk didetoksifikasi (dinetralkan) atau ke ginjal untuk dibuang.
 - b. Mendistribusikan hormon dari kelenjar dan organ yang memproduksinya ke sel-sel tubuh yang membutuhkannya.
 - c. Mengatur suhu tubuh melalui aliran darah.
 - d. Mencegah hilangnya darah melalui mekanisme pembekuan darah.
 - e. Melindungi tubuh dari bakteri dan virus dengan mensirkulasikan antibodi dan sel darah putih.
7. Pada prinsipnya, sistem peredaran darah memiliki empat komponen utama sebagai berikut.
 - a. Darah, berfungsi sebagai medium pengangkut untuk nutrisi, udara, dan zat buangan.
 - b. Jantung, berfungsi memompa darah sehingga dapat beredar ke seluruh tubuh.
 - c. Pembuluh darah, merupakan saluran tempat darah beredar ke seluruh tubuh.
 - d. Sistem lain yang dapat menambah atau mengurangi kandungan dalam darah. Misalnya, ginjal tempat darah mengurangi konsentrasi urea yang dikandungnya.
8. Tiga penyebab dari penyakit Atherosklerosis dan arteriosklerosis, yaitu:
 - a. Kekurangan oksigen pada organ-organ tertentu. Jika kekurangan oksigen terjadi di jantung, sebagian otot jantung akan mati dan memengaruhi kinerja jantung.
 - b. Meningkatkan tekanan darah secara keseluruhan. Jika mencapai tingkatan tertentu, tekanan yang tinggi ini dapat menyebabkan pecahnya kapiler darah.
 - c. Penumpukan lemak di arteri koroner dapat menghambat sel-sel darah. Penumpukan sel-sel darah ini dapat memicu reaksi pembekuan darah, seperti yang terjadi pada luka.
9. Sistol ialah tekanan darah ketika ventrikel berkontraksi. Adapun diastol ialah tekanan darah ketika ventrikel relaksasi. Denyut nadi terjadi akhir adanya tekanan darah ini.
10. Protein dalam plasma darah merupakan zat terlarut yang paling banyak. Terdapat tiga bagian utama protein plasma darah, yaitu:
 - a. Albumin, berperan dalam mengatur tekanan osmotik darah (mengontrol aliran air yang masuk ke dalam membran plasma)
 - b. Globulin, mengangkut nutrisi makanan dan berperan dalam sistem kekebalan tubuh
 - c. Fibrinogen, berperan dalam proses pembekuan darah

Rubrik Penilaian Penugasan

Unit 1

- **Penugasan 1: Mengamati rangka manusia dan tulang-tulang penyusunnya**

Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
Kelengkapan peralatan yang dibutuhkan	Lengkap	Cukup lengkap	Kurang lengkap
Pengamatan	Melakukan pengamatan dengan tepat ditandai dengan informasi yang disampaikan dapat menjawab semua pertanyaan dengan tepat dan benar	Melakukan pengamatan tetapi informasi yang disampaikan hanya menjawab sebagian pertanyaan	Melakukan pengamatan tetapi informasi yang disampaikan belum menjawab pertanyaan
Kemampuan presentasi	Percaya diri, menguasai materi, dan artikulasi yang jelas	Cukup percaya diri, menguasai materi, artikulasi cukup jelas dan cukup jelas presentasinya	Kurang percaya diri, cukup menguasai materi, artikulasi kurang jelas dan kurang jelas presentasinya
Kualitas tampilan paparan ppt (power point)	Menarik, informatif, dan edukatif	Cukup menarik, cukup informatif, dan cukup edukatif	Kurang menarik, kurang informatif, dan kurang edukatif

Skor Maksimal = 12

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

- **Penugasan 2: Memahami macam-macam sendi dan arah gerakannya**

Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
Melakukan gerakan	Mengisi tabel dengan tepat ditandai dengan melakukan gerakan sesuai dengan yang diperintahkan dan dapat menyebutkan nama sendinya dengan benar	Mengisi tabel tetapi kurang tepat ditandai dengan melakukan semua gerakan sesuai dengan yang diperintahkan tetapi penyebutan nama sendinya ada yang tidak dengan benar	Mengisi tabel tetapi kurang tepat ditandai dengan melakukan beberapa gerakan sesuai dengan yang diperintahkan tetapi penyebutan nama sendinya ada yang tidak dengan benar
Diskusi	Semua anggota kelompok aktif melakukan diskusi dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan tepat	Hanya beberapa anggota yang aktif melakukan diskusi dan dapat menjawab semua pertanyaan dengan tepat	Hanya beberapa anggota yang aktif melakukan diskusi tetapi tidak semua pertanyaan dapat dijawab dengan tepat
Ketepatan waktu pengumpulan tugas	Tepat waktu dalam pengumpulan	Tugas dikumpulkan tetapi melebihi target waktu yang ditetapkan	Tidak mengumpulkan tugas

Skor maksimal = 9

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

- **Penugasan 3: Membuat Karya Tulis**

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Menuliskan gagasan	Tidak Menuliskan gagasan pemecahan masalah	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dengan bantuan tutor/teman	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dilakukan secara mandiri (individu/kelompok)
Sistematika Penulisan	Sistematika penulisan lengkap dan sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap tetapi sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap dan tidak sesuai dengan alur penulisan

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan
Tata bahasa	Tata bahasa sesuai dengan EYD	Tata bahasa kadang tidak sesuai dengan EYD	Tata bahasa tidak sesuai dengan EYD

Skor maksimal = 12

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

Skor maksimal

Unit 2

Penugasan: Membuat Karya Tulis

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Menuliskan gagasan	Tidak Menuliskan gagasan pemecahan masalah	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dengan bantuan tutor/teman	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dilakukan secara mandiri (individu/kelompok)
Sistematika Penulisan	Sistematika penulisan lengkap dan sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap tetapi sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap dan tidak sesuai dengan alur penulisan
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan
Tata bahasa	Tata bahasa sesuai dengan EYD	Tata bahasa kadang tidak sesuai dengan EYD	Tata bahasa tidak sesuai dengan EYD

Skor maksimal = 12

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

Skor maksimal

Unit 3

Penugasan 1: Menghitung denyut jantung

Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian		
	3	2	1
Instruksi penugasan	Instruksi dilaksanakan dengan tepat	Instruksi dilaksanakan tetapi kurang tepat	Instruksi tidak dilaksanakan
Menjawab pertanyaan	Pertanyaan dapat dijawab dengan benar	Pertanyaan dijawab tetapi kurang tepat	Tidak menjawab pertanyaan
Ketepatan waktu pengumpulan tugas	Tepat waktu dalam pengumpulan	Tugas dikumpulkan tetapi melebihi target waktu yang ditetapkan	Tidak mengumpulkan tugas

Skor maksimal = 9

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

Skor maksimal

Penugasan 2: Membuat Karya Tulis

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Menuliskan gagasan	Tidak Menuliskan gagasan pemecahan masalah	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dengan bantuan tutor/teman	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dilakukan secara mandiri (individu/kelompok)
Sistematika Penulisan	Sistematika penulisan lengkap dan sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap tetapi sesuai dengan alur penulisan	Sistematika penulisan tidak lengkap dan tidak sesuai dengan alur penulisan

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan.	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan
Tata bahasa	Tata bahasa sesuai dengan EYD	Tata bahasa kadang tidak sesuai dengan EYD	Tata bahasa tidak sesuai dengan EYD

Skor maksimal = 12

Nilai Penugasan = $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$

Skor maksimal

Daftar Pustaka

- Diastuti, Renni. 2009. Biologi 2: untuk SMA/MA Kelas X. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Hutapea, A.M. 2005. Keajaiban-keajaiban dalam Tubuh Manusia. Gramedia. Jakarta.
- <https://bersekolah.co.id/sistem-gerak-pada-manusia-beserta-gambar-yang-di-sertai-dengan-lengkap/https://artikel-kependidikan.blogspot.com/2014/11/kerangka-tubuh-kita-dan-fungsinya.html>
- <https://indobiologi.blogspot.com/2016/07/tulang-rusuk-kosta-dan-tulang-dada.html>
- <http://guratansemangat.blogspot.com/2016/09/struktur-dan-fungsi-rangka-manusia.html>
- <http://kesehatan-kebugarantubuh.blogspot.com/2016/06/fungsi-dari-jenis-jenis-leukosit-sel.html>
- <http://p2tel.or.id/2018/01/trombosit-penyebab-menggumpalnya-darah-2/>
- <https://seputarilmu.com/2018/12/jantung.htmlhttps://www.avkimia.com/2017/08/fakta-fakta-menarik-tentang-darah.html>
- <http://www.biomagz.com/2015/10/macam-macam-sendi-sinartrosis.html>
- <https://www.ilmudasar.com/2016/11/Pengertian-dan-Fungsi-Sistem-Rangka-Pada-Manusia-adalah.html>
- <https://www.infopelajaran.com/2016/02/macam-macam-jenis-tulang-pada-manusia.html>
- <https://www.perpusku.com/2016/04/pengelompokan-tulang-dalam-sistem-rangka-manusia.html>
- <https://salsabiladisyacitta.wordpress.com/2015/05/20/otot-lurik-jantung-dan-polos/>
- <http://www.pengertianilmu.com/2015/05/leukosit-sel-darah-putih.html>
- Indasari, Ica Nur. 2018. Modul Cerdik Biologi: Jurus cerdas meraih Nilai Sempurna SMA/MA kelas X, XI, dan XII. Cmedia Imprint Kawan Pustaka. Jakarta.
- Nugroho, L.H. dan Sumardi, I. 2002. Biologi Dasar. Penebar Swadaya. Depok.
- Raven, C.P. 2003. Atlas Anatomi (terjemahan). Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Walker, R. 2003. Ensiklopedi Mini Tubuh Manusia (terjemahan). Erlangga. Jakarta.
- Wibowo, D.S. 2005. Anatomi Tubuh Manusia. Grasindo. Jakarta.
- Sobotta Atlas of Human Anatomy, Edited by R. Putz and R. Pabst In collaboration with Renate Putz Translation by S. Bedoui Volume 1 Head, Neck, Upper Limb. 14th edition, newly edited 727 colour plates with 1070 figures Booklet of muscles, joints URBAN & FISCHER Munchen. Jena and nerve



Biodata Penulis

Nama Lengkap : Renni Diastuti
Telp Kantor/HP : (021) 34834862/081399423047
E-Mail : rennie_dt@yahoo.com
Akun Facebook : www.facebook.com/rennidiastruti
Kedinasan/Pekerjaan : Pusat Kurikulum dan Pembelajaran
Alamat Kantor : Komplek Depdikbud II/89, Cirendeui
Bidang Keahlian : Biologi

Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Staf Bidang Kurikulum, Pusat Kurikulum dan Pembelajaran (2019 - sekarang)
2. Staf Bidang Kurikulum Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Puskurbuk (2015 – Maret 2019)
3. Staf Bidang Kurikulum dan Perbukuan Pendidikan Dasar, Puskurbuk (2011 - 2015)
4. Staf Bidang Pendidikan Khusus, Puskurbuk (2006 - 2011)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S2 Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia (2014 – 2017)
2. S1 Jurusan Biologi FMIPA, IPB (1988 – 1995)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Modul Perubahan Iklim Untuk SMA Kelas X, BMKG, 2012
2. Buku Sekolah Elektronik Biologi untuk SMA Kelas XI, Pusat Perbukuan, 2009