



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



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI



KELAS
XI



SISTEM SIRKULASI PADA MANUSIA

BIOLOGI KELAS XI

PENYUSUN
Icih Tresnaasih, M.Pd
SMAN 3 Kuningan

DAFTAR ISI

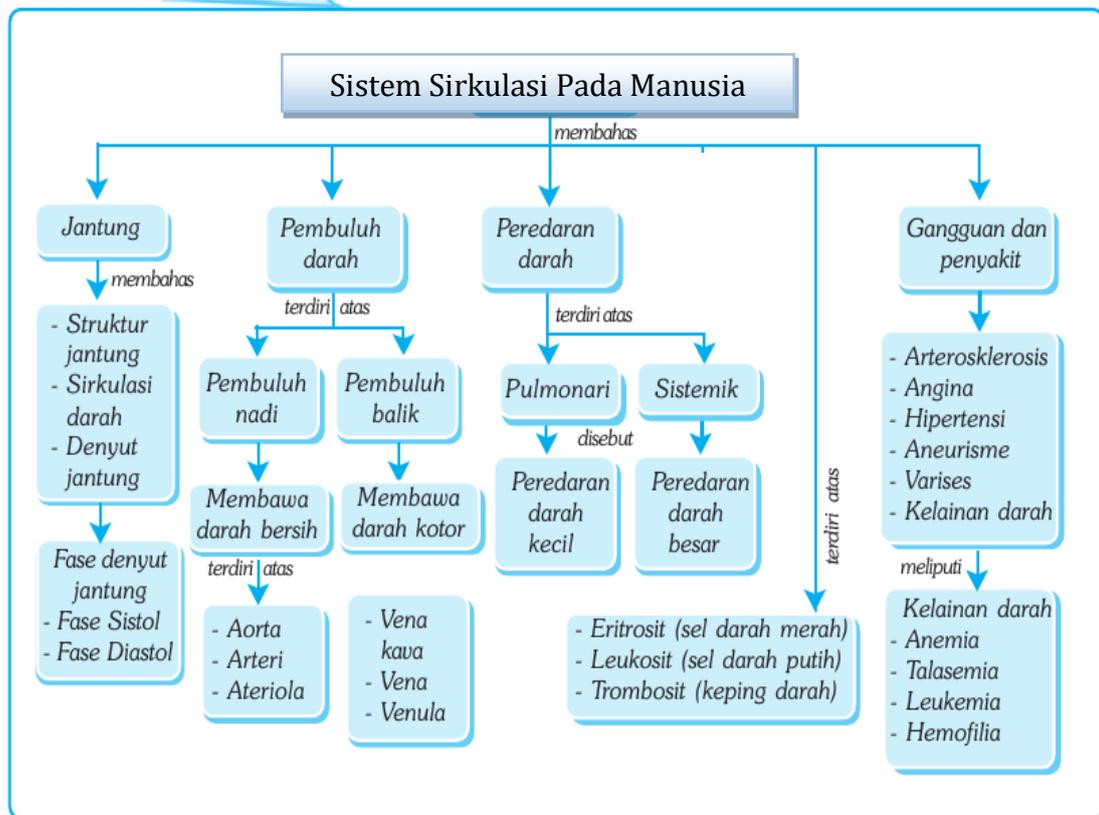
PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP.....	6
PENDAHULUAN.....	7
A. Identitas Modul	7
B. Kompetensi Dasar.....	7
C. Deskripsi Singkat Materi	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	7
E. Materi Pembelajaran	8
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	9
PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA	9
A. Tujuan Pembelajaran	9
B. Uraian Materi.....	9
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	14
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	19
Komponen Darah pada Manusia	19
A. Tujuan Pembelajaran	19
B. Uraian Materi.....	19
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	24
E. Latihan Soal	24
F. Penilaian Diri	27
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	28
KELAINAN PADA SISTEM SIRKULASI.....	28
A. Tujuan Pembelajaran	28
B. Uraian Materi.....	28
C. Rangkuman	32
D. Latihan Soal	32
E. Penilaian Diri	35
EVALUASI	36

DAFTAR PUSTAKA40

GLOSARIUM

Aglutinasi	: Proses penggumpalan darah
Aglutinin	: Antibodi plasma yang menggumpalkan aglutinogen
Aglutinogen	: Aglutinogen Protein dalam eritrosit yang dapat digumpalkan oleh aglutinin
Agranulosit	: Leukosit yang plasmanya tidak bergranuler
Anemia	: Keadaan kurang eritrosit
Antigen	: Antigen Protein asing yang menggerakkan pembentukan
Aorta	: Pembuluh arteri utama yang keluar dari atrium kiri ke bagian-bagian tubuh selain paru-paru
Arteri	: Pembuluh yang membawa darah keluar dari jantung
Arteriol	: Pembuluh darah yang membawa darah dari arteri ke kapiler.
Atrium	: Salah dari dua ruang jantung bagian atas yang menerima darah dari vena.
Darah	: Cairan jaringan penghubung yang mentranspor medium sistem sirkulasi yang mengandung plasma darah, dan sel darah
Diastole	: Keadaan jantung mengembang dan darah mengalir ke dalam jantung
Fagosit	: Sistem imun bawaan dari keluarga sel darah putih, berada sangat dekat dengan lapisan sel epitel yang melapisi banyak permukaan tubuh
Fibrin	: Protein berbentuk benang yang tak dapat larut dalam plasma. Berasal dari fibrinogen yang berubah karena aktivitas enzim trombin.
Granulosit	Leukosit yang memiliki plasma bergranula
Hemofilia	: penyakit keturunan berupa darah yang keluar dari pembuluh darah sukar membeku
Hemoglobin	: Protein respirasi yang mengandung besi. Pada manusia, hemoglobin terdapat pada sel darah merah dan membawa oksigen
Hipotensi	: Kelainan tekanan darah rendah
Hipertensi	: Kelainan tekanan darah tinggi
Kapiler	: Pembuluh darah terkecil. Darah bertukar zat dengan cairan interstitial menembus dinding pembuluh yang tebal ini
Katup bikuspidalis	: Katup di antara atrium kiri dengan ventrikel kiri
Katup trikuspidalis	: Katup di antara atrium kanan dan ventrikel kanan
Koagulasi	: Proses perubahan cairan atau larutan menjadi gumpalan-gumpalan lunak baik secara seluruhan ataupun hanya sebagian
Leukemia	: (kanker darah), penyakit karena jumlah leukosit yang lebih dari normal.
Plasma	: Sel darah putih fagositik yang bersirkulasi.
Sistole	: Keadaan jantung menguncup (berkontraksi) dan darah mengalir meninggalkan jantung
Thalasemia	: penyakit yang ditandai bentuk sel darah yang tidak beraturan.
Trombin	: Enzim yang mengubah fibrinogen menjadi fibrin
Ventrikel	: Ruang jantung yang menerima darah dari atrium dan memompanya ke arteri.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: XI MIPA
Alokasi Waktu	: 6 JP
Judul Modul	: Sistem Pencernaan Pada Manusia

B. Kompetensi Dasar

- 3.6 : Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem sirkulasi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem sirkulasi manusia.
- 4.6 : Menyajikan karya tulis tentang kelainan pada struktur dan fungsi darah, jantung, pembuluh darah yang menyebabkan gangguan sistem sirkulasi manusia serta kaitannya dengan teknologi melalui studi literatur.

C. Deskripsi Singkat Materi

Pada modul ini akan mempelajari sistem sirkulasi yang terjadi pada tubuh manusia. Dalam sistem sirkulasi sebagai alat tranfortasi utama adalah sistem peredaran darah yang terdiri dari jantung dan jaringan pembuluh darah (sistem kardiovaskuler) dibentuk. Sistem ini menjamin kelangsungan hidup organisme, didukung oleh metabolisme setiap sel dalam tubuh dan mempertahankan sifat kimia dan fisiologis cairan tubuh.

Darah adalah jaringan terspesialisasi yang mencakup cairan kekuningan atau plasma darah yang didalamnya terkandung sel-sel darah. Sel-sel darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit). Darah merupakan cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri.

Gangguan sistem sirkulasi adalah masalah yang terjadi pada saluran atau organ yang terlibat dalam jantung dan pembuluh darah. Kondisi ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor. Dalam modul ini akan dipelajari juga bagaimana keterkaitan antara struktur, fungsi, dan proses yang terjadi pada system sirkulasi pada manusia. Selain itu dapat mempelajari berbagai kelainan/penyakit dalam kehidupan sehari-hari yang terkait sistem sirkulasi manusia termasuk berbagai teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasinya.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Sebelum mempelajari modul ini, perhatikanlah petunjuk penggunaan modul di bawah ini :

1. Keberhasilan belajar dengan modul ini tergantung dari kedisiplinan dan ketekunan kalian dalam memahami dan mematuhi langkah-langkah belajar dalam modul ini

2. Belajar dengan modul ini dapat dilakukan secara mandiri atau kelompok, baik di dalam atau di luar sekolah. Untuk pendalaman materi dan penyelesaian penugasan dapat dilakukan secara mandiri atau kelompok di luar atau di dalam sekolah.
3. Sebagian informasi mengenai sistem sirkulasi pada manusia terdapat dalam modul ini, namun kalian dapat memperkaya pengetahuan dan memperdalam materi modul dengan mencari informasi di luar modul ini seperti buku atau website yang disarankan dalam modul ini.
4. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus kalian lakukan selama mempelajari modul ini :
 - a. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
 - b. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
 - c. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
 - d. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
 - e. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar
 - f. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
 - g. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
 - h. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Menjelaskan alat peredaran darah yang terdiri dari jantung dan pembuluh darah
- Kedua : Menjelaskan struktur, fungsi serta bioproses plasma darah dan sel darah
- Ketiga : Menjelaskan gangguan/kelainan 8erica pencernaan pada manusia dalam kehidupan sehari-hari termasuk berbagai teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasinya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda mampu:

1. Menjelaskan struktur jantung pada manusia
2. Membedakan macam-macam pembuluh darah pada manusia
3. Mendeskripsikan sistem peredaran darah pada manusia

B. Uraian Materi

Setiap saat, dalam tubuh manusia terjadi proses sirkulasi berbagai macam zat yang dibutuhkan tubuh. Diperlukan media pengantar dan alat-alat yang turut berperan dalam sirkulasi untuk melakukan proses ini. Media dan alat-alat ini bekerja bersama-sama membentuk suatu *serica* yang dikenal dengan *serica* sirkulasi darah.

Dalam proses kelangsungan hidupnya, manusia memerlukan makanan dan oksigen untuk melangsungkan metabolisme. Proses metabolisme, selain menghasilkan zat-zat yang berguna juga menghasilkan sampah (zat sisa) yang harus dikeluarkan dari tubuh. Bahan-bahan yang diperlukan tubuh seperti makanan, oksigen, hasil metabolisme dan sisanya diangkut dan diedarkan didalam tubuh melalui sistem peredaran darah. Hasil pencernaan makanan dan oksigen diangkut dan diedarkan oleh darah keseluruhan jaringan tubuh, sementara sisa-sisa metabolisme diangkut oleh darah dari seluruh jaringan tubuh menuju organ-organ pembuangan.

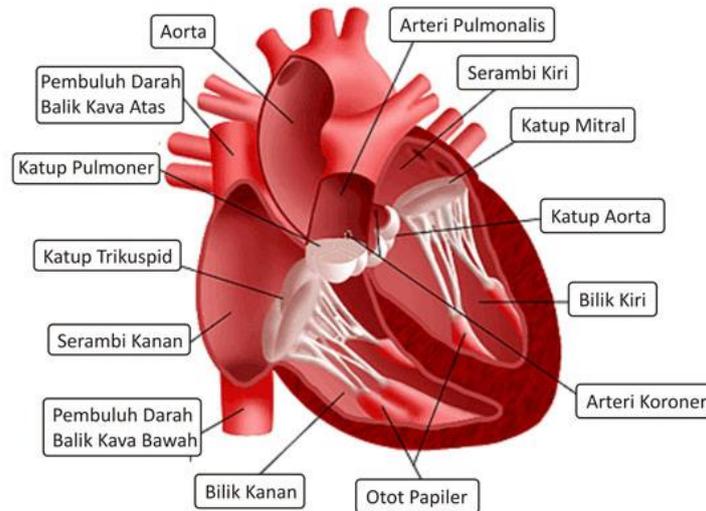
Sistem sirkulasi adalah sistem transportasi yang berfungsi untuk mengangkut berbagai zat di dalam tubuh, pada manusia berupa sistem peredaran darah. Sistem peredaran darah terdiri dari darah dan alat peredaran darah. Berikut beberapa fungsi peredaran darah yang menunjukkan betapa pentingnya darah bagi manusia.

- a. Mengedarkan oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan mengangkut karbon dioksida sisa aktivitas sel dari tubuh ke paru-paru untuk dibuang
- b. Mengangkut nutrisi yang diperlukan untuk metabolisme tubuh dari sistem pencernaan dan membawa sisa metabolisme ke ginjal untuk dibuang
- c. Mengangkut hormone
- d. Mengangkut sistem kekebalan tubuh
- e. Mengatur suhu tubuh

Darah tidak bisa mengalir dengan sendirinya ke seluruh tubuh. Dibutuhkan sebuah mesin pemompa agar darah dapat mengalir di dalam tubuh, organ tersebut adalah jantung. Darah yang terdapat di dalam tubuh akan tetap terus berada di dalam pembuluh-pembuluh darah, yaitu pada pembuluh besar dan pembuluh kecil.

1. Jantung

Jantung adalah organ sistem peredaran darah yang bertugas memompa darah dan mengalirkan darah dalam pembuluh darah, yang terletak pada rongga dada di antara kedua paru-paru, di atas diafragma dengan posisi condong ke kiri. Jantung dilapisi oleh perikardium yang mengandung cairan perikardia. Perikardium berfungsi untuk melindungi jantung agar tidak terluka karena bergesekan ketika berdetak.



Gambar 1.1 Anatomi Jantung
<https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

a. Struktur Jantung

Jantung tersusun oleh tiga lapisan, yaitu perikardium (pembungkus luar), miokardium (otot jantung), dan endokardium (pembatas ruang jantung). Jantung terdiri dari empat ruang, yaitu serambi kanan, serambi kiri, bilik kanan, dan bilik kiri.

- 1) Atrium/serambi kanan berfungsi menerima darah dari seluruh tubuh mengandung CO₂ (darah kotor).
- 2) Atrium/serambi kiri berfungsi menerima darah dari paru-paru banyak mengandung O₂ (darah bersih).
- 3) Ventrikel/bilik kanan berfungsi menerima darah dari serambi kanan kemudian dipompa ke paru-paru
- 4) Ventrikel/bilik kiri berfungsi menerima darah dari serambi kiri kemudian dipompa ke seluruh tubuh

Antara bilik kanan dan serambi kanan terdapat katup valvula trikuspidalis, yang berfungsi mencegah agar darah dari bilik kanan tidak kembali ke serambi kanan. Antara bilik kiri dan serambi kiri terdapat katup valvula bikuspidalis, yang berfungsi mencegah agar darah dari bilik kiri tidak kembali ke serambi kiri.

b. Mekanisme Kerja Jantung

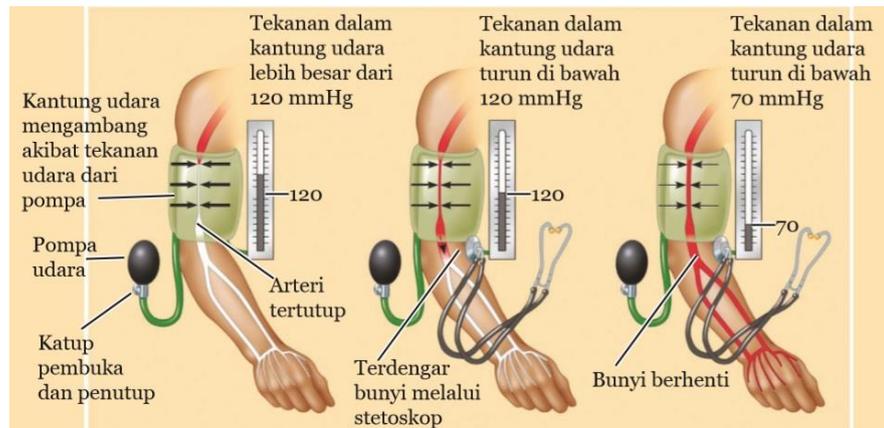
Jika Serambi jantung mengembang, darah dari seluruh tubuh dan paru-paru masuk ke serambi. Kemudian darah dari serambi jantung menguncup dan darah masuk ke dalam bilik. Apabila bilik menguncup maka darah dipompa menuju seluruh tubuh dan paru-paru.

c. Tekanan Darah dan Denyut Jantung

Otot jantung mempunyai kekuatan untuk berdenyut sendiri secara terus menerus. Sebuah sistem terintegrasi yang berada di dalam jantung mengawali denyutan dan merangsang ruang-ruang pada jantung secara sistematis.

Impuls menyebar ke semua bagian atrium dan ke simpul atrioventrikel. Kemudian, dorongan akan dilanjutkan ke otot ventrikel melalui serabut purkinje. Hal ini berjalan cepat supaya kontraksi ventrikel merata pada apeks jantung dan menyebar bersama cepat ke arah pangkal arteri besar yang meninggalkannya.

jantung'. Tekanan darah adalah ukuran seberapa kuatnya jantung memompa darah ke seluruh tubuh.



Gambar 1.2. Proses Pengukuran Tekanan Darah
<https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

Umumnya, orang dewasa dengan kondisi tubuh sehat memiliki tekanan darah normal sekitar 90/60 mmHg hingga 120/80 mmHg. Angka 120 dan 90 menunjukkan tingkat tekanan ketika jantung memompa darah ke seluruh tubuh atau biasa disebut tekanan sistolik. Sementara angka 80 dan 60 berarti tingkat tekanan saat jantung beristirahat sejenak sebelum kembali memompa lagi, atau kerap disebut tekanan diastolik.

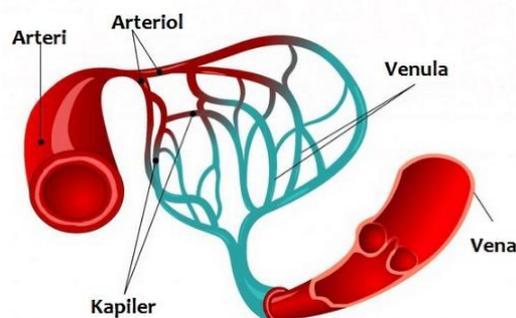
Terdapat dua pengukuran penting dalam tekanan darah, yaitu:

- 1) **Tekanan Sistolik** adalah tekanan darah saat jantung berdetak dan memompakan darah.
- 2) **Tekanan Diastolik** adalah tekanan darah saat jantung beristirahat di antara detakan

Kecepatan denyut jantung di dalam keadaan sehat berbeda-beda, terpengaruh oleh aktivitas, makanan, pekerjaan, keadaan emosi dan juga umur. Kecepatan normal denyut nadi pada pas bayi lebih kurang 140 kali permenit, denyut jantung ini tambah mengalami penurunan bersama pertambahan umur, pada orang dewasa kuantitas denyut jantung lebih kurang 70 sampai 80 per menit.

2. Pembuluh darah

Pembuluh darah adalah jalur bagi darah yang mengalir berasal dari jantung menuju ke jaringan tubuh, dan sebaliknya.



Gambar 1.3. Pembuluh Darah
<https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

Menurut struktur dan fungsinya, pembuluh darah dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

a. Pembuluh Darah Nadi (Arteri)

Pembuluh darah arteri adalah pembuluh darah yang membawa darah meninggalkan atau keluar jantung. Arteri condong terdapat agak lebih dalam di jaringan badan. Pembuluh arteri banyak mengandung oksigen (O_2) kecuali arteri pulmonalis yang membawa darah dari jantung ke paru-paru mengandung karbon dioksida (CO_2).

b. Pembuluh Darah Balik (Vena)

Pembuluh darah balik (vena) adalah pembuluh darah yang mengangkut darah menuju ke jantung. Pembuluh balik terdiri atas tiga lapisan, seperti pembuluh arteri. Dari susunan dalam ke arah luar adalah endotel, otot polos dan jaringan elastik, serta jaringan ikat fibrosa. Pembuluh balik banyak mengandung karbon dioksida (CO_2) kecuali vena pulmonalis yang membawa darah dari paru-paru ke jantung mengandung oksigen (O_2)

c. Pembuluh Kapiler

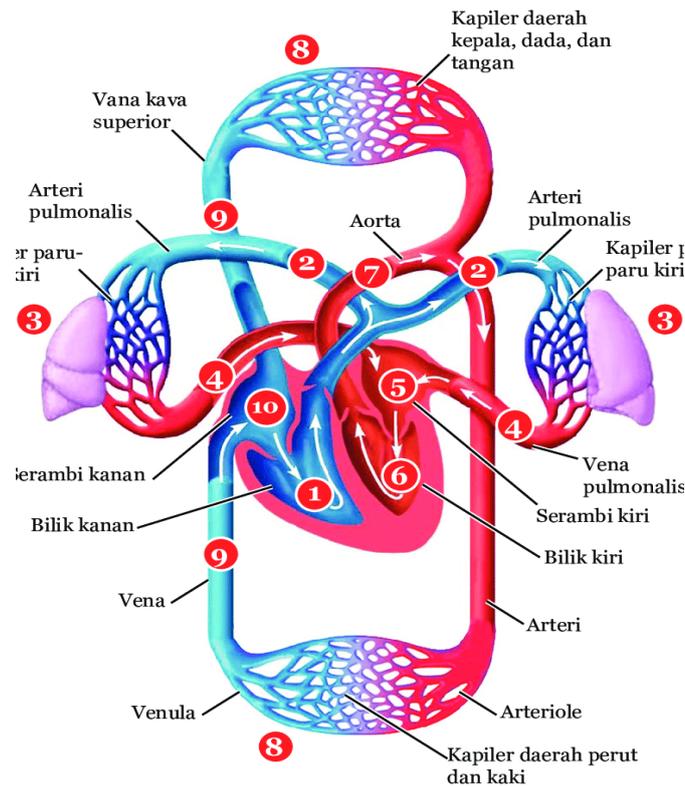
Pembuluh darah kapiler merupakan pembuluh yang menghubungkan ujung pembuluh nadi terkecil dengan ujung pembuluh balik. Meskipun diameter sebuah kapiler benar-benar kecil, kuantitas kapiler yang timbul berasal dari sebuah arterioler tergolong besar supaya keseluruhan daerah sayatan melintang yang tersedia untuk aliran darah meningkat. Pada orang dewasa kurang lebih terdapat 90.000 km kapiler. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 1.1. Perbedaan Arteri, Vena dan Kapiler

Sifat	Arteri/Pembuluh Nadi	Vena/Pembuluh Balik	Kapiler
Dinding	Tebal dan Elastis	Tipis dan kurang elastis	Tipis dan permiabel
Arah Aliran	Meninggalkan jantung	Menuju jantung	Berawal dari arteioler
Tekanan	Kuat dan memancar	Lemah dan menetes	Peralihan Antara system bertekanan tinggi dengan system bertekanan rendah
Darah	Banyak mengandung oksigen kecuali arteri pulmonalis	Banyak mengandung karbondioksida kecuali vena pulmonalis	Banyak mengandung oksigen
Letak	Lebih ke dalam	Dekat permukaan tubuh	Antara aretri dan vena
Klep	Hanya satu pada pangkal nadi	Banyak disamping pembuluh darah	Tidak memiliki

3. Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah manusia dikendalikan oleh organ jantung yang berguna untuk memompa darah agar mampu mengalir ke semua tubuh. Saat otot jantung berelaksasi, jantung dalam keadaan mengembang, volumenya besar, dan tekanannya kecil.



Gambar 1.4 Peredaran Darah pada Manusia
<https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

Berdasarkan cara kerjanya sistem peredaran darah dibagi menjadi dua, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar.

1) Peredaran darah Kecil

Peredaran darah kecil merupakan peredaran darah yang mengalirkan darah dari jantung ke paru-paru dan lagi lagi ke jantung. Urutannya adalah Jantung (bilik kanan) > Arteri pulmonalis > paru-paru > vena pulmonalis > jantung (serambi kiri).

2) Peredaran Darah Besar

Peredaran darah besar adalah peredaran darah yang mengalirkan darah yang kaya oksigen dari bilik kiri jantung lalu diedarkan ke semua jaringan tubuh. Urutannya adalah Jantung (bilik kiri) > Aorta > seluruh tubuh > vena cava > jantung (serambi kanan).

C. Rangkuman

1. Sistem peredaran darah pada manusia melibatkan jantung dan pembuluh darah.
2. Jantung berfungsi untuk memompa darah. Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri dan serambi (atrium) kanan serta bilik (ventrikel) kiri dan bilik (ventrikel) kanan.
3. Pembuluh darah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler.
4. Peredaran darah pada manusia terdiri atas peredaran darah kecil (peredaran darah pulmonari) dan peredaran darah besar (peredaran darah sistemik). Sistem peredaran darah kecil dimulai darah dari jantung mengalir paru-paru, kemudian kembali ke jantung. Sementara peredaran darah besar, darah yang berasal dari jantung menuju seluruh tubuh, kemudian kembali lagi ke jantung.

D. Penugasan Mandiri

Eksperimen Menghitung Denyut Nadi

Langkah Kerja

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

Pertanyaan:

1. Mengapa terjadi perbedaan frekuensi denyut nadi antara saat istirahat dengan setelah berlari-lari?
 2. Menurut Anda, apakah denyut nadi setiap orang sama? Jelaskan alasannya.
 3. Berdasarkan eksperimen di atas, coba Anda simpulkan faktor apa saja yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi.
 4. Buatlah laporan hasil eksperimen ini dan kumpulkan kepada bapak atau ibu guru.
- Tabel Pengamatan

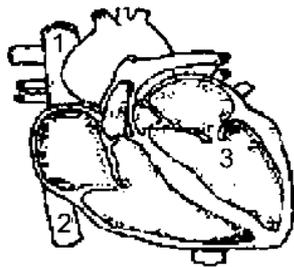
No	Nama	Jenis Kelamin	Jumlah Denyut Nadi	
			Istirahat	Setelah berlari-lari

E. Latihan Soal

Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Pernyataan di bawah ini adalah fungsi sistem sirkulasi pada manusia, kecuali ...
 - A. Menghantarkan rangsang ke organ organ tubuh
 - B. Mengangkut zat nutrisi ke seluru jaringan tubuh
 - C. Mengatur dan menjaga stabilitas suhu tubuh
 - D. Mengangkut sisa sisa metabolisme ke alat pengeluaran
 - E. Mengedarkan oksigen ke keseluruhan jaringan tubuh
2. Di antara pernyataan berikut yang bukan ciri pembuluh arteri adalah ...
 - A. tempat keluarnya darah dari jantung
 - B. letaknya di daerah agak dalam dari kulit
 - C. tekanan kuat
 - D. membawa darah menuju jantung
 - E. membawa oksigen

3. Kita dapat merasakan denyut nadi ditangan kita yang menyebabkan terjadinya denyut nadi adalah....
 - A. gerakan jantung memompa darah ke arteri
 - B. gerakan jantung memompa darah ke kapiler
 - C. gerakan jantung memompa darah ke vena
 - D. gerakan jantung memompa darah ke paru-paru
 - E. gerakan paru-paru memompa darah ke jantung
4. Tekanan diastole adalah tekanan yang terjadi pada saat darah....
 - A. keluar dari serambi jantung
 - B. masuk ke bilik jantung
 - C. keluar dari jantung
 - D. keluar dari bilik jantung
 - E. masuk ke serambi jantung
5. Pembuluh darah dalam tubuh manusia yang mengandung banyak oksigen yaitu
 - A. Vena hepatica
 - B. Venula
 - C. Vena pulmonalis
 - D. Arteri pilmonalis
 - E. Vena kava
6. Nomor 1, 2, dan 3 dan gambar penampang jantung berikut adalah



- A. arteri kanan,ventrikel kanan, arteri kiri
 - B. aorta, ventrikel kanan, berkas His
 - C. aorta, arteri pulmonalis, vena pulmonalis
 - D. arteri pulmonalis, aorta, arteri pulmonalis
 - E. vena cava superior, vena cava inferior, ventrikel kiri
7. Peredaran darah kecil pada manusia yang tepat adalah
 - A. bilik kanan – vena pulmonalis – paru-paru – arteri pulmonalis – serambi kanan
 - B. bilik kanan – arteri pulmonalis – paru – paru – vena pulmonalis – serambi kiri
 - C. bilik kiri – vena pulmonalis – paru-paru – arteri pulmonalis – serambi kanan
 - D. bilik kiri – arteri pulmonalis – paru-paru- vena pulmonalis – serambi kanan
 - E. bilik kanan – arteri pulmonalis- paru-paru – vena pulmonalis – serambi kanan
8. Pada sistem peredaran darah manusia, atrium kiri menerima darah dari
 - A. seluruh jaringan tubuh, berisi karbon dioksida
 - B. paru-paru yang mengandung banyak oksigen
 - C. kepala dan tungkai depan serta membawa karbondioksida
 - D. paru-paru dan kulit serta membawa karbon dioksida
 - E. tubuh bagian belakang dan mengangkut oksigen

9. Otot jantung bekerja secara ritmik, sehingga perlu mendapatkan oksigen dan zat-zat makanan. Pembuluh darah yang mengalirkan darah ke jantung dengan membawa oksigen dan zat makanan adalah
- A. Arteri pulmonalis
 - B. Arteri koronaria
 - C. Vena kava superior
 - D. Vena pulmonalis
 - E. Vena hepatica
10. Otot jantung pada dinding bilik kiri lebih tebal dibandingkan pada dinding bilik kanan. Hal ini karena otot pada dinding bilik kiri
- A. mampu berkontraksi sesuai kehendak kita
 - B. mempunyai kemampuan kontraksi lebih tinggi
 - C. berkontraksi terus-menerus sehingga mengalami atropi
 - D. berkontraksi terus-menerus sehingga mengalami hipertropi
 - E. berkontraksi secara berkala sesuai dengan kehendak kita

Kunci jawaban dan pembahasan

Nomor Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	A	Fungsi sistem sirkulasi adalah . a. Mengangkut zat nutrisi ke seluruh jaringan tubuh b. Mengatur suhu tubuh c. Mengangkut sisa-sisa metabolisme ke alat pengeluaran d. Mengedarkan oksigen ke seluruh jaringan tubuh
2	D	Pembuluh arteri terletak di dalam tubuh, dengan dinding tebal dan elastis, membawa oksigen keluar dari jantung.
3	A	Penyebab terjadinya denyut nadi adalah gerakan jantung memompa darah ke arteri.
4	E	Saat kita mengukur tekanan darah, yang diukur adalah tekanan sistol (saat darah keluar jantung) dan tekanan diastol (saat darah masuk ke jantung)
5	C	Vena pulmonalis merupakan pembuluh darah dalam tubuh manusia yang banyak mengandung oksigen.
6	E	1 = vena cava superior 2 = vena cava inferior 3 = ventrikel (bilik) kiri
7	B	Peredaran darah kecil pada manusia yang tepat adalah bilik kanan-arteri pulmonalis- paru-paru- vena pulmonalis-serambi kiri.
8	B	Pada sistem peredaran darah manusia, atrium atau serambi kiri menerima darah dari paru-paru yang kaya oksigen, dan kemudian masuk ke ventrikel/bilik kiri, untuk selanjutnya di pompa ke seluruh tubuh.
9	D	Pembuluh darah yang mengalirkan darah ke jantung dengan membawa oksigen dan zat makanan adalah vena pulmonalis.
10	B	Bilik kiri memiliki otot lebih tebal dibandingkan bilik kanan. Hal ini dikarenakan tugas bilik kiri untuk memompa darah ke seluruh tubuh, sehingga kemampuan kontraksinya sangat kuat.

Pedoman Penskoran

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

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

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

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

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi bagian-bagian jantung ?		
2	Apakah Anda telah mampu membedakan pembuluh darah arteri, vena dan kapiler		
3	Apakah Anda telah mampu menjelaskan mekanisme kerja jantung?		
4	Apakah Anda telah mampu menjelaskan peredaran darah besar dan peredaran darah kecil?		

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

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Komponen Darah pada Manusia

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan Anda mampu:

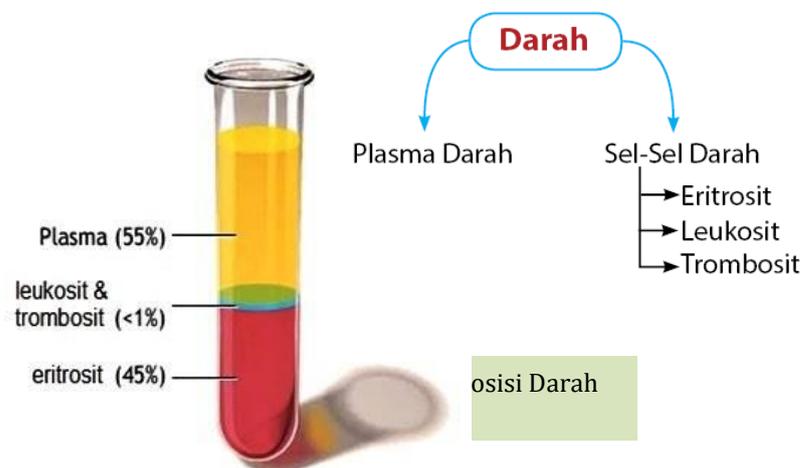
1. Menjelaskan komponen darah yang terdiri dari plasma darah dan sel darah.
2. Mengidentifikasi golongan darah pada manusia
3. Menjelaskan proses tranfusi darah pada manusia

B. Uraian Materi

Darah memiliki banyak kegunaannya bagi tubuh, makanya darah mempunyai komposisi yang kompleks. Tanpa darah, bisa dipastikan bahwa oksigen dan sari makanan akan sulit untuk dihantarkan dengan baik ke seluruh tubuh. Darah tersusun dari kombinasi antara plasma darah dan sel-sel darah, yang semuanya beredar di seluruh tubuh. Sel-sel darah ini kemudian dibagi lagi menjadi tiga jenis, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit.

1. Komponen Darah

Darah merupakan bagian tubuh yang sangat penting. Darah dalam tubuh terdiri atas plasma darah dan sel-sel darah. Komposisi susunan darah tersebut meliputi 55% plasma darah dan 45% sel – sel darah yang terdiri atas eritrosit, leukosit, dan trombosit. Dalam plasma darah terbagi lagi atas 90% air dan 10% zat terlarut, meliputi protein, garam mineral, bahan organik, sisa metabolik, hormon, dan gas.



Gambar 2.1 Komponen Darah
<https://today.line.me/id/v2/article/>

a. Plasma Darah

Plasma darah mengandung protein yang tersusun atas albumin, globulin, dan fibrinogen. Albumin mempunyai peran untuk menjaga tekanan osmotik darah. Globulin berfungsi sebagai antibodi. Fibrinogen berperan dalam pembekuan

darah. Plasma darah memiliki banyak fungsi penting dalam tubuh, di antaranya adalah:

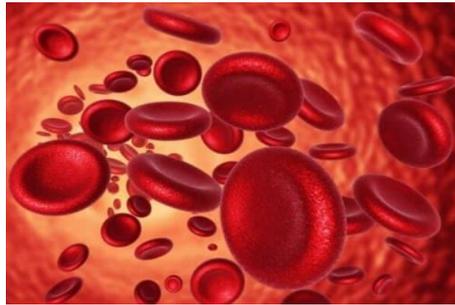
- 1) Mengangkut limbah
- 2) Menjaga keseimbangan cairan tubuh
- 3) Membantu proses pembekuan darah
- 4) Menjaga suhu tubuh
- 5) Membantu melawan infeksi
- 6) Menjaga keseimbangan asam dan basa

b. Eritrosit (Sel darah merah)

Eritrosit (sel darah merah) merupakan bagian utama dari sel – sel darah. Rata-rata jumlah eritrosit dalam setiap satu milimeter adalah 5 miliar. Bentuk eritrosit berupa bikonkaf, melengkung ke dalam. Berupa piringan dan pada bagian tengah berupa cekungan. Rata – rata panjang diameter eritrosit adalah 8 mikrometer, rata-rata tebal bagian luarnya adalah 2 mikrometer, dan rata-rata bagian tengahnya adalah 1 mikrometer. Pada eritrosit (sel darah merah), terdapat hemoglobin yang berperan dalam memberi warna merah pada darah.

Karakteristik Eritrosit:

- 1) Bentuk bikonkaf dan tidak berinti.
- 2) Terbentuk di sumsum tulang.
- 3) Umur sel 120 hari.
- 4) Jumlahnya 4 – 5 juta/mm³.
- 5) Berfungsi mengangkut CO₂ dan O₂.



Gambar 2.2 Struktur Eritrosit

<https://pengajar.co.id/%E2%88%9A%9Asel-darah-merah-eritrosit/>

c. Leukosit (Sel Darah putih)

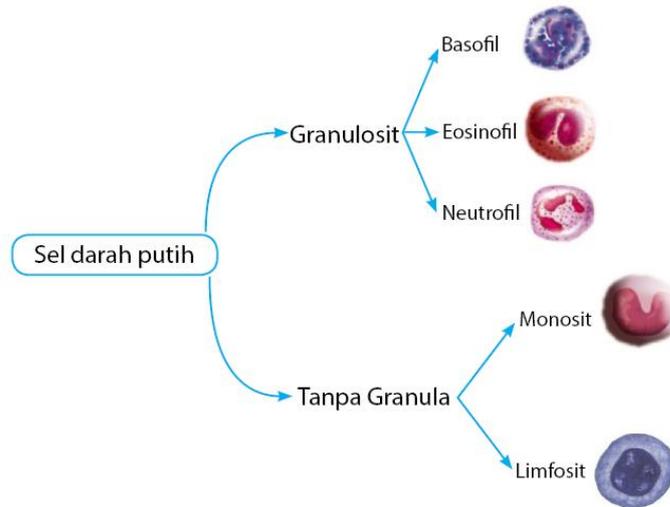
Fungsi leukosit adalah melacak kemudian melawan mikroorganisme atau molekul asing penyebab penyakit atau infeksi, seperti bakteri, virus, jamur, atau parasit. Sehingga keberadaan leukosit sangat berkaitan erat dengan sistem kekebalan tubuh. Jumlah leukosit di dalam tubuh dalam keadaan normal adalah 4×10^9 sampai dengan 11×10^9 sel darah putih untuk setiap satu liter darah. Dalam tubuh, sel darah putih mempunyai kemampuan fagositosis dan diapedesis. **Fagositosis** adalah kemampuan memakan benda asing bagi sel darah putih. Sedangkan **diapedesis** adalah kemampuan untuk menembus keluar pori-pori membran kapiler dan menuju ke jaringan.

Karakteristik sel darah putih:

- 1) Bentuk tidak tetap dan berinti.
- 2) Terbentuk di sumsum tulang, limfa dan kelenjar getah bening.
- 3) Umur sel 12 hari.
- 4) Jumlahnya 6.000 – 9.000 /mm³
- 5) Berfungsi untuk membunuh kuman dan membentuk antibodi.

Sel darah putih secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yaitu granulosit dan agranulosit. Pengelompokan ini didasarkan pada ada tidaknya butiran pada sitoplasma di dalam selnya:

- 1) **Granulosit:** Granulosit berkembang dari sumsum tulang merah dan memiliki butiran sitoplasma dengan fungsi yang berbeda. Granulosit terdiri atas tiga macam sel, yaitu basofil, neutrofil, dan eosinofil.
- 2) **Agranulosit:** Agranulosit berkembang dari jaringan limfoid dan tidak memiliki butiran sitoplasma. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit.



Gambar 2.3. Pengelompokan Sel Darah Putih

<https://idschool.net/smp/mekanisme-pembekuan-darah-dan-komposisi-darah/>

d. Trombosit (Keping Darah)

Trombosit atau yang sering disebut sebagai keping darah. Komponen darah inilah yang berperan dalam pembekuan darah jika ada bagian tubuh yang mengalami luka. Pada keadaan normal, tubuh mampu menghasilkan benang-benang fibrin yang akan menutup luka pada tubuh jika seseorang mengalami luka.

Karakteristik Trombosit sebagai berikut:

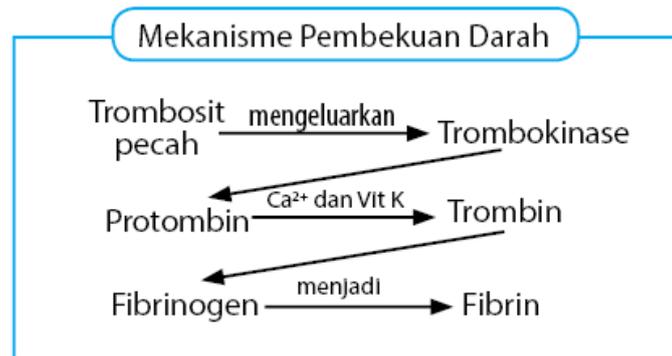
- 1) Bentuk tidak teratur dan tidak berinti.
- 2) Terbentuk di sumsum tulang belakang.
- 3) Umur sel 6 – 9 hari.
- 4) Jumlahnya 200.000 – 400.000 untuk setiap mm³.
- 5) Berperan pada pembekuan darah.

2. Mekanisme Pembekuan Darah

Bagaimana tubuh memberikan respon jika ada bagian tubuh yang mengalami luka? Ketika kulit terluka, darah akan mengalir keluar untuk beberapa waktu sebelum akhirnya berhenti dan mengering. Proses pembekuan darah ini termasuk mekanisme yang sangat penting dalam tubuh, guna mencegah terjadinya kehilangan darah berjumlah banyak akibat luka.

Respon yang diberikan pertama adalah pecahnya trombosit yang mampu menghasilkan trombokinase kemudian dihasilkan protrombin. Dengan bantuan Ca²⁺ dan vitamin K akan membentuk trombin. Kemudian dibentuk fibrinogen yang akan menjadi benang-benang fibrin dan menutup luka.

Alur mekanisme pembekuan darah dalam diagram dapat dilihat melalui gambar di bawah.



Gambar 2.4. Skema Pembekuan Darah

<https://idschool.net/smp/mekanisme-pembekuan-darah-dan-komposisi-darah/>

3. Golongan Darah

Golongan darah pada manusia digolongkan menjadi 4, yaitu golongan A, B, O, dan AB. Pengelompokan ini didasarkan kandungan aglutinogen (antigen) pada sel darah merah dan aglutinin (antibodi) pada plasma darah. Antigen pada sel darah merah merupakan suatu bagian berupa glikoprotein atau glikolipid yang bersifat genetik, meliputi antigen A dan antigen B. Sedangkan aglutinin adalah antibodi yang bereaksi dengan antigen. Aglutinin terdapat pada permukaan sel darah merah dan terdiri dari dua jenis, yaitu aglutinin α dan β .

Pengenalan aglutinin dan aglutinogen tersebut berguna untuk menghindari penggumpalan darah pada saat transfusi darah. Penggumpalan darah akan terjadi ketika kedua aglutinin bereaksi dengan antigen. Proses tersebut dinamakan aglutinasi (penggumpalan darah). Sehingga perlu dicermati kandungan aglutinogen pada sel darah merah dan aglutinin pada plasma darah. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan kandungan aglutinogen dan aglutinin berdasarkan golongan darah.

Tabel 2.1. Golongan Darah Sistem ABO

Golongan Darah	Aglutinogen pada sel darah merah	Aglutinin pada plasma darah
A	A	β
B	B	α
AB	A dan B	–
O	–	α dan β

4. Transfusi darah

Transfusi darah adalah pemberian darah dari seseorang kepada orang yang memerlukan. Orang yang memberi darah disebut donor, sedangkan orang yang menerima darah disebut resipien. Dalam transfusi darah, donor harus memperhatikan jenis aglutinogen (antigen) yang dimilikinya. Sedangkan, pada resipien yang perlu diperhatikan adalah aglutininnya (antibodi).

Bertemunya aglutinin β dengan aglutinogen B akan mengakibatkan pembekuan darah. Sehingga, orang dengan golongan darah A tidak bisa mendonorkan darahnya untuk seseorang dengan golongan darah B. Begitu juga dengan sebaliknya. Seseorang dengan golongan darah O dapat mendonorkan darahnya ke semua golongan darah, disebut sebagai **donor universal**. Donor Universal yaitu golongan

darah yang bisa memberikan sejumlah darahnya ke orang lain. Sedangkan orang dengan golongan darah AB dapat menerima donor dari semua golongan, disebut sebagai **resipien universal**. Resipien universal adalah golongan darah yang dapat menerima sejumlah darah dari golongan darah lain.

Tabel 2.2. Skema Transfusi Darah

Transfusi darah		Donor			
		A	B	AB	O
Resipien	A	√	-	-	√
	B	-	√	-	√
	AB	√	√	√	√
	O	-	-	-	√
Keterangan √ : transfusi dapat dilakukan					
- : transfusi tidak dapat dilakukan					

Selain golongan darah, ada faktor lain yang menentukan dalam transfusi darah, yaitu suatu antigen yang dimiliki manusia yang dinamakan rhesus. Berdasarkan faktor Rhesus, darah manusia digolongkan menjadi dua, yaitu Rhesus positif (Rh+) dan Rhesus negatif (Rh-).

Rhesus negatif adalah darah yang di dalam eritrositnya tidak mengandung antigen rhesus, tetapi dalam plasma darahnya mampu membentuk antibodi atau aglutinin rhesus. Jika darah seseorang yang bergolongan rhesus positif ditransfusikan ke golongan rhesus negatif, maka akan terjadi penggumpalan walaupun golongan darahnya sama. Jika seorang ibu yang memiliki golongan darah Rh- mengandung anak Rh+ maka anak kedua akan mengalami penyakit Erythroblastosis fetalis (sel darah merah memiliki Hb yang rendah) sehingga kemampuan mengangkat oksigen rendah.

C. Rangkuman

1. Darah terdiri atas plasma darah dan sel darah. Sebagian plasma darah terdiri atas air dan bahan-bahan yang terlarut, seperti protein, karbohidrat, lemak, hormon, dan garam-garam mineral.
2. Fungsi plasma darah adalah:
 - a. Mengangkut limbah
 - b. Menjaga keseimbangan cairan tubuh
 - c. Membantu proses pembekuan darah
 - d. Menjaga suhu tubuh
 - e. Membantu melawan infeksi
 - f. Menjaga keseimbangan asam dan basa
3. Sel darah merah (eritrosit) merupakan komponen sel darah yang berperan dalam pengangkutan O₂ ke sel-sel tubuh/sel-sel jaringan tubuh dan mengikat kembali gas CO₂ menuju paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh.
4. Sel darah putih (leukosit) adalah komponen sel darah yang berfungsi melacak kemudian melawan mikroorganisme atau molekul asing penyebab penyakit atau infeksi, seperti bakteri, virus, jamur, atau parasite. Sel darah putih secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yaitu granulosit dan agranulosit.
5. Keping-keping darah (trombosit) adalah bagian sel-sel darah yang berperan dalam proses pembekuan darah (aglutinasi).

- Penggolongan darah sistem AB disusun berdasarkan ada tidaknya molekul aglutinogen dan aglutinin dalam sel darah. Darah manusia memiliki golongan darah A, B, AB dan O. Golongan darah O disebut donor universal, sedangkan golongan darah AB disebut resipien universal.

D. Penugasan Mandiri

- Leukosit mempunyai bentuk beraneka macam. Coba Anda gambarkan bagian-bagiannya dan jelaskan fungsinya?
- Apa yang terjadi jika orang yang bergolongan darah A mendonorkan darahnya kepada orang bergolongan darah B? Mengapa demikian?
- Saat terjatuh kita sering mengalami luka dan mengeluarkan darah. Namun, keluarnya darah ini tidak berlangsung lama karena dengan cepat darah akan membeku dan menutupi luka. Coba jelaskan prosesnya!

E. Latihan Soal

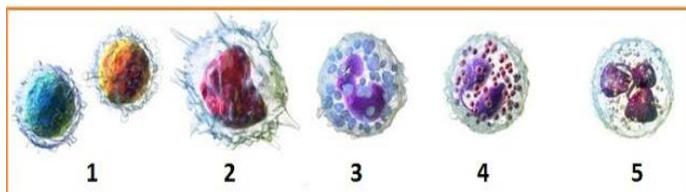
Pilihlah jawaban yang paling benar

- Komponen darah yang dijumpai di dalam plasma darah, antara lain
 - serum, eritrosit, zat anorganik, dan zat organik
 - air, serum, leukosit, dan zat organik
 - air, serum, zat organik, dan eritrosit
 - serum, eritrosit, zat anorganik, dan zat organik
 - air, serum, zat organik, dan zat anorganik
- Berikut ini adalah fungsi sel darah merah :
 - Menghindarkan tubuh dari infeksi
 - Melakukan proses pembekuan darah
 - Mengikat CO₂ dari jaringan menuju paru – paru
 - Mengedarkan O₂ dari paru – paru ke seluruh tubuh
 - Mengangkut sari – sari makanan ke seluruh tubuh

Fungsi eritrosit ditunjukkan oleh nomor

 - 1 dan 3
 - 4 dan 5
 - 2 dan 3
 - 3 dan 4
 - 1 dan 2

- Perhatikan gambar ini.



Sel darah putih yang mampu bergerak amubocyt dan memakan kuman penyakit *kecuali* nomor....

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. Berikut ini yang merupakan ciri-ciri eritrosit adalah
 - A. berbentuk bikonkaf
 - B. memiliki granula
 - C. memiliki inti
 - D. berfungsi melawan kuman
 - E. bersifat ameboid

5. Jika seseorang terkena luka, darah yang keluar akhirnya dapat terhenti kejadian ini dikarenakan adanya
 - A. trombosit
 - B. eritrosit
 - C. trombin
 - D. prothrombin
 - E. Fibrinogen

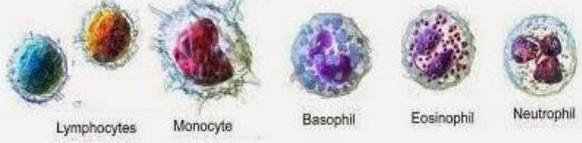
6. Sel darah putih pada tubuh kita yang mempunyai peranan dalam keadaan alergi adalah
 - A. Granulosit
 - B. Basofil
 - C. Limfosit
 - D. Eosinofil
 - E. Neutrofil

7. Transfusi darah dari donor yang bergolongan darah A ke resipen yang bergolongan darah B, menyebabkan aglutinasi karena bertemunya ...
 - A. Aglutinogen A dengan Aglutinin α
 - B. Aglutinogen B dengan Aglutinin α
 - C. Aglutinogen A dengan Aglutinin β
 - D. Aglutinogen B dengan Aglutinin β
 - E. Aglutinogen β dengan Aglutinin B

8. Pasangan aglutinogen dan aglutinin yang menunjukkan golongan darah O adalah

	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	A
B	A	B
C	-	$\alpha \beta$
D	A dan B	-
E	B	A

Kunci Jawaban dan pembahasan

Nomor Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan															
1	E	Komponen darah yang dijumpai di dalam plasma darah antara lain air, serum, zat organik, dan zat anorganik.															
2	D	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menghindarkan tubuh dari infeksi : leukosit ➤ Melakukan proses pembekuan darah : trombosit ➤ Mengikat CO₂ dari jaringan menuju paru – paru : eritrosit ➤ Mengedarkan O₂ dari paru – paru ke seluruh tubuh : eritrosit ➤ Mengangkut sari – sari makanan ke seluruh tubuh : plasma darah 															
3	A	 <p>Sel darah yang mampu bergerak amubocyt dan memakan kuman penyakit adalah .Monocyt, Neutrofil, Basophyl, Eosinofil (sel darah yang mampu memakan kuman penyakit yaitu leukosit)</p>															
4	A	Eritrosit memiliki ciri-ciri, antara lain tidak berinti, berbentuk bikonkaf, berfungsi untuk mengangkut oksigen dan sebagian karbon dioksida, mengandung hemoglobin, dan tidak bergranula.															
5	E	Protein yang terlibat adalah protein fibrinogen yang dihasilkan dari protrombin menjadi trombin dan diubah menjadi fibrinogen.															
6	B	Sel darah putih pada tubuh kita yang mempunyai peranan dalam keadaan alergi adalah basofil. Fungsi basofil adalah melepaskan zat pencegah alergi, mengandung heparin.															
7	D	Golongan darah A mempunyai aglutinogen A dan aglutinin β, sedangkan golongan darah B mempunyai aglutinogen B. Ketika darah ini bertemu maka aglutinogen B akan bereaksi dengan aglutini β yang mengakibatkan aglutinasi.															
8	C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Golongan Darah</th> <th style="width: 33%;">Aglutinogen</th> <th style="width: 33%;">Aglutinin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>-</td> <td>α β</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>AB</td> <td>A dan B</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin	O	-	α β	A	A	B	B	B	A	AB	A dan B	-
Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin															
O	-	α β															
A	A	B															
B	B	A															
AB	A dan B	-															

Pedoman Penskoran

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

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

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3 Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi komponen darah pada manusia ?		
2.	Apakah Anda telah mampu menjelaskan mekanisme proses pembekuan darah?		
3.	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi golongan darah?		
4.	Apakah Anda telah mampu menjelaskan proses tranfusi darah?		

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

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

KELAINAN PADA SISTEM SIRKULASI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan Anda mampu:

1. Menjelaskan kelainan atau gangguan pada sistem sirkulasi
2. Menjelaskan teknologi yang dapat digunakan dalam mengatasi gangguan pada sistem sirkulasi

B. Uraian Materi

Dalam kehidupan sehari-hari, tubuh kita yang selalu bekerja tiada henti dapat mengalami kelainan atau penyakit. Misalnya saja, kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem peredaran darah tubuh. Di bawah ini dapat kalian simak beberapa contoh kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem peredaran darah manusia.

1. Penyakit pada Sistem Peredaran Darah

Jika sistem peredaran darah mengalami gangguan, maka akan berdampak pada fungsi tubuh secara menyeluruh. Fungsi utama dari sistem sirkulasi adalah untuk memasok oksigen, hormon, dan nutrisi penting lainnya ke sel-sel tubuh dan jaringan. Kelainan dan penyakit pada sistem sirkulasi manusia Antara lain:

a. Anemia

Anemia merupakan suatu keadaan kekurangan eritrosit (Hemoglobin). Kekurangan hemoglobin menyebabkan suplai oksigen ke jaringan menurun sehingga dapat mengganggu fungsi kerja sel. Gejala anemia antara lain ditandai dengan muka pucat, cepat lelah, sakit kepala, timbulnya titik-titik hitam pada mata, jantung berdebar-debar, dan bertambahnya kecepatan denyut nadi di pergelangan tangan.

b. Talasemia

Talasemia merupakan suatu kelainan pada eritrosit yang berakibat sel tersebut mudah rapuh dan cepat rusak. Talasemia termasuk penyakit keturunan yang dapat terjadi pada perempuan maupun laki-laki.

c. Leukemia

Leukemia atau kanker darah merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh kelebihan produksi leukosit. Leukemia terjadi akibat sumsum tulang atau jaringan limpa bekerja secara tidak normal sehingga produksi leukosit menjadi berlipat ganda, sedangkan produksi eritrosit dan trombosit menurun. Pada saat demikian, jumlah leukosit dapat mencapai 500.000 sel per mm³.

d. Agranulositosis

Agranulositosis merupakan kebalikan dari leukemia yang berakibat pada menurunnya daya tahan terhadap penyakit. Penyakit ini dapat menyebabkan seorang pasien meninggal karena infeksi yang tidak dapat ia lawan.

e. Hemofilia

Hemofilia merupakan suatu penyakit yang berakibat sukarnya darah membeku ketika terjadi pendarahan. Hemofilia termasuk penyakit keturunan yang terjadi hampir pada semua keturunan berjenis kelamin laki-laki.

f. Hipertrofi

Hipertrofi merupakan suatu keadaan yang menyebabkan menebalnya otot-otot jantung. Kelainan ini terjadi akibat katup-katup jantung tidak berfungsi secara

wajar sehingga jantung tidak bekerja secara ekstra agar darah terus mengalir. Pada waktu tertentu, jantung tidak dapat lagi memberi cukup oksigen kepada jaringan.

g. Jantung koroner

Jantung koroner merupakan penyakit jantung yang disebabkan oleh tersumbatnya arteri koroner, yaitu pembuluh yang menyuplai darah ke jantung. Penyumbatan pembuluh tersebut dapat terjadi karena adanya endapan lemak, terutama berupa kolesterol pada lapisan dalam dinding pembuluh. Penyumbatan pembuluh arteri demikian dikenal dengan istilah arteriosklerosis.

h. Embolisme koroner

Embolisme koroner merupakan suatu keadaan yang menyebabkan arteri koroner terisi oleh bekuan darah secara mendadak. Bekuan darah berasal dari bagian tubuh lain yang terbawa oleh aliran darah ke arteri koroner. Jika seluruh arteri terisi (tersumbat), maka dapat menyebabkan kematian.

i. Varises

Varises merupakan suatu pelebaran pada pembuluh balik (vena). Varises sering terjadi pada bagian bawah tubuh. Hemaroid atau wasir merupakan varises yang terjadi pada daerah dubur.

j. Hipertensi

Hipertensi merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan tekanan sistolik di atas 150 mmHg atau tekanan diastolik di atas 100 mmHg. Hipertensi atau yang dikenal sebagai tekanan darah tinggi ditandai dengan badan lemah, pusing, napas pendek dan palpitasi jantung. Hipertensi dapat menyebabkan pecahnya pembuluh arteri dan kapiler. Jika terjadi pada otak, maka disebut pendarahan otak.

k. Hipotensi

Hipotensi merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan tekanan sistolik dan diastolnya di bawah ukuran normal. Tekanan darah ideal adalah 120 mmHg untuk sistolik dan 70 atau 80 mmHg untuk diastolik. Hipotensi atau tekanan darah rendah ditandai dengan gejala badan cepat lelah, tangan dan kaki terasa dingin, dan mudah pusing ketika bangun dari tidur.

l. Trombus (embolus)

Trombus adalah kelainan pada jantung karena adanya gumpalan di dalam nadi tajuk. Gumpalan ini menyebabkan penyumbatan di dalam nadi sehingga otot jantung kekurangan makanan dan oksigen. Hal ini menyebabkan sebagian otot jantung mati sehingga terjadi serangan jantung. Pengobatan dapat dilakukan dengan teknik angioplasty yaitu teknik dimana suatu balon yang tipis dan panjang dimasukkan ke dalam pembuluh darah yang menyempit, kemudian balon itu ditiup menggelembung dengan tekanan tinggi sehingga melebarkan pembuluh darah.

m. Angina

Penyakit pada peredaran darah yang pertama adalah angina yang ditandai dengan berat dan berulang ketidaknyamanan dada dan nyeri, disebabkan karena kurangnya pasokan darah atau suplai oksigen pada otot jantung. Pada dasarnya, itu diwujudkan sebagai komplikasi yang disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah. Angina sering dianggap sebagai tanda peringatan serangan jantung yang akan datang. Jadi, sesegera mungkin menghubungi dokter untuk mendapatkan penanganan yang tepat.

n. Aterosklerosis

Aterosklerosis adalah penyakit sistem peredaran darah, akibat akumulasi deposit lemak dalam dinding pembuluh darah, terutama arteri. Dengan kata lain, arteri terutama dipengaruhi oleh aterosklerosis. Selama periode waktu, arteri

mengeras dan dinding kehilangan elastisitasnya. Komplikasi aterosklerosis termasuk penyakit jantung dan serangan jantung.

o. Kardiomiopati

Penyakit dan gangguan sistem peredaran darah termasuk kardiomiopati, yang disebabkan karena melemahnya otot jantung atau miokardium. Pada tahap awal, otot-otot ventrikel atau otot ruang jantung yang lebih rendah terpengaruh. Jika tidak diobati, menyebar ke otot-otot jantung atas. Dalam kasus yang parah, kardiomiopati dapat menyebabkan gagal jantung kongestif dan bahkan menyebabkan kematian.

p. Cacat jantung bawaan

Cacat jantung bawaan muncul pada saat lahir dan bisa ringan atau berat. Janin mungkin menunjukkan perkembangan yang tidak lengkap atau organ jantung tidak normal (abnormal), menyebabkan gejala seperti murmur jantung pada bayi. Penyebab pasti penyakit jantung bawaan tidak diketahui. Dalam beberapa kasus, masalah genetik menyebabkan cacat ini, sementara yang lain berkembang tanpa alasan apapun.

q. Kolesterol tinggi

Kolesterol tinggi atau hiperkolesterolemia ditandai dengan meningkatnya kolesterol. Ada dua jenis utama dari kolesterol, yaitu *low-density lipoprotein* (LDL) atau kolesterol jahat dan *high density lipoprotein* (HDL) atau kolesterol baik. Tingginya kadar kolesterol jahat (LDL) meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke.

r. Serangan jantung

Myocardial infarction (MI) adalah istilah teknis untuk serangan jantung. Serangan jantung sering menyerang banyak orang, dan ini adalah salah satu contoh penyakit yang mengganggu peredaran darah. Serangan jantung dapat terjadi ketika suplai darah terhenti atau terputus dari jantung, biasanya disebabkan oleh gumpalan darah. Beberapa serangan jantung kecil, tetapi yang lain bisa mengancam jiwa.

s. Stroke

Penyakit pada peredaran darah yang juga sering menyerang adalah stroke. Penyakit ini dapat terjadi ketika salah satu pembuluh yang mengarah ke otak tersumbat oleh gumpalan darah atau pecah. Ini menghentikan aliran darah dan mencegah oksigen masuk ke otak.

2. Teknologi Sistem Peredaran Darah Manusia

Banyak orang yang mengalami gangguan-gangguan pada sistem peredaran darah. Dengan kemajuan teknologi ada beberapa penemuan yang dapat membantu dalam hal pengambilan tindakan untuk proses penyembuhan segala jenis gangguan dan kerusakan pada sistem peredaran darah pada tubuh manusia.

Diantaranya adalah sebagai berikut ini.

a. Elektrokardiograf (ECG)

Penemuan pertama teknologi dari sistem peredaran darah manusia yang digunakan dalam dunia klinis ini adalah elektrokardiograf atau ECG. Elektrokardiograf ini memiliki fungsi guna mengetahui struktural dari sistem peredaran darah manusia, mendiagnosis akan adanya sebuah gumpalan darah di dalam aliran pembuluh darah, arah aliran darah dalam tubuh.

b. Angioplasti

Penemuan yang kedua akan adanya teknologi dari sebuah sistem peredaran darah manusia yang digunakan dalam dunia kesehatan adalah angioplasti. Bilamana Anda mengalami masalah atau gangguan Iskemia yang disebabkan

oleh penyempitan maupun tersumbatnya aliran peredaran darah karena tertimbun banyaknya lemak maupun zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, maka Anda dapat memilih menggunakan metode penyembuhan dengan memanfaatkan salah satu dari penemuan teknologi sistem peredaran darah manusia yaitu angioplasti.

c. Transplantasi jantung

Merupakan salah satu tindakan medis yang perlu diambil apabila seseorang mengalami kerusakan pada bagian jantung. Caranya adalah dengan mencari seseorang yang mau mendonorkan jantung miliknya pada seseorang yang akan melakukan transplantasi jantung tersebut. Yang perlu diperhatikan adalah tidak semua jenis jantung akan sama dengan penerima donor jantung tersebut. Oleh sebab itu, sebelum mendonorkan jantung, maka cek terlebih dahulu apakah jantung pendonor akan sama dengan jantung penerima donor jantung tersebut.

d. Terapi gen

Menjadi salah satu pengobatan klinis yang mengatasi masalah pada sistem peredaran darah manusia. Dengan bantuan teknologi tertentu, maka segala masalah tentang medis terutama masalah pada peredaran darah manusia ini akan dapat disembuhkan. Dengan adanya kemajuan dari teknologi sistem peredaran darah manusia ini pun menjadikan salah satu metode klinis untuk menyembuhkan beragam jenis penyakit dalam aliran darah manusia.

e. Operasi By Pass Jantung

Merupakan Operasi yang biasanya dilakukan ke penderita penyumbatan pembuluh darah, dan penderita Penyakit Jantung Koroner (PJK). Operasi ini bertujuan untuk mengembalikan pasokan darah ke jantung dengan cara membuat saluran baru supaya aliran darah ke jantungnya lancar.

f. Scanning Radioactive

Yaitu pemindaian sistem peredaran darah dengan menggunakan bahan radioaktif. Langkah memilih tindakan scanning radio active yang menjadi salah satu dari penemuan teknologi sistem peredaran darah manusia ini sangat tepat apabila seorang pasien mengalami masalah yang cukup serius pada bagian sistem peredaran darah terbuka yang terfokus pada bagian jantung.

Dengan melakukan tindakan scanning radioactive ini maka dokter ahli dapat mengetahui tentang adanya gangguan gangguan yang mungkin dialami oleh pasien terutama pada bagian jantung. Langkah pertama yang diambil oleh dokter adalah dengan menyuntikkan cairan radioactive ke dalam tubuh pasien dan kemudian dokter akan menganalisis dari reaksi pasien yang telah disuntik cairan radioaktif.

g. Pacemaker

Merupakan sebuah penemuan teknologi sistem peredaran darah manusia yang terakhir digunakan dalam metode penyembuhan dari gangguan dan kerusakan sistem peredaran darah dalam tubuh manusia. Pacemaker sendiri merupakan sebuah alat bantu untuk detak jantung manusia yang kemudian alat tersebut dipasangkan ke dalam organ jantung manusia sehingga pacemaker ini membantu pasien untuk tetap dapat mengalirkan aliran darah ke seluruh tubuh secara sempurna meskipun dengan kondisi jantung yang bermasalah. Jadi, alat pacemaker ini menggantikan peran jantung dalam hal memompa peredaran darah dalam tubuh.

C. Rangkuman

1. Gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah adalah anemia, thalasemia, anemia bulan sabit (cicle cell anemia), polisitemia, leukemia (kanker darah), agranulositosis, hemofilia, trombositopenia, hipertrofi, jantung koroner, embolisme koroner, fibrilasi atrium, varises, flebitis, hipertensi, hipotensi, hemorage, dan lain sebagainya.
2. Dalam pengambilan tindakan untuk proses penyembuhan segala jenis gangguan dan kerusakan pada sistem peredaran darah pada tubuh manusia sudah banyak dibantu dengan alat teknologi.

D. Latihan Soal

Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Wajah Meri selalu terlihat pucat, tubuhnya lesu, dan hasil uji laboratium menunjukan leukositnya jauh di atas normal, sedangkan sel darah merahnya sangat rendah. Meri diduga menderita
 - A. Anemia
 - B. Hipotensi
 - C. Leukimia
 - D. Embolus
 - E. Hemafilia
2. Penyakit anemia disebabkan oleh hal-hal berikut, kecuali
 - A. kekurangan zat besi
 - B. kekurangan eritrosit dalam darah
 - C. terkena penyakit malaria
 - D. adanya cacing tambang dalam darah
 - E. kekurangan zat karbohidrat
3. Kelainan berupa pengerasan dan penyempitan pembuluh darah akibat endapan senyawa lemak disebut

 - A. Embolus
 - B. Trombus
 - C. Arteriosklerosis
 - D. Arterosklerosis
 - E. Hemoroid

4. Berikut adalah nama beberapa penyakit atau gangguan pada tubuh manusia.
 1. Varises
 2. Emfsema
 3. Sklerosis
 4. Skoliosis
 5. Artritis

Yang merupakan penyakit atau gangguan pada sistem peredaran darah adalah

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 4 dan 5

5. Gangguan adanya pelebaran pembuluh darah di anus disebut ...
- A. Hemoroid
 - B. Trombus
 - C. Embolus
 - D. Aterosklerosis
 - E. Arteriosklerosis

Kunci jawaban dan Pembahasan

Nomor Soal	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C	Pucat, tubuh lesu, dan tingginya jumlah leukosit sedangkan eritrosit amat rendah merupakan gejala penyakit leukimia
2	E	Anemia (rendahnya kadar hemoglobin dalam darah) dapat terjadi karena a. kekurangan bahan pembentuk hemoglobin (protein dan zat besi); b. kerusakan eritrosit karena parasit malaria; c. perdarahan mendadak akibat kecelakaan atau karena perdarahan kronis karena infeksi cacing tambang.
3	D	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arteriosklerosis pengerasan pembuluh kapur oleh zat kapur ➤ Arteriosklerosis : pengerasan pembuluh darah oleh kolesterol dan lemak ➤ Embolus : jenis penyakit jantung akibat tersumbatnya arteri menuju otak oleh trombus. ➤ Trombus : darah yang membeku ➤ Hemoroid : pelebaran pembuluh darah disekitar anus
4	B	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Varises dan sklerosis merupakan penyakit atau gangguan pada sistem peredaran darah. ➤ Emfisema adalah penyakit atau gangguan pada sistem pernapasan. ➤ Skoliosis dan artritis merupakan penyakit atau gangguan pada sistem gerak.
5	A	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hemoroid = nama lain dariambeien, yang berarti adanya pelebaran pembuluh darah pada daerah anus ➤ Trombus = tersumbatnya pembuluh darah oleh benda yang tidak bergerak. ➤ Embolus = tersumbatnya pembuluh darah oleh benda yang bergerak. ➤ Aterosklerosis = pengerasan pembuluh nadi akibat endapan lemak. ➤ Arteriosklerosis = pengerasan pembuluh nadi akibat endapan kapur

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

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

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar Materi selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

E. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi gangguan pada jantung manusia?		
2	Apakah Anda telah mampu mengidentifikasi kelainan atau gangguan pada pembuluh darah manusia?		
3	Apakah Anda telah mampu menjelaskan penggunaan teknologi untuk mengatasi masalah gangguan tulang?		

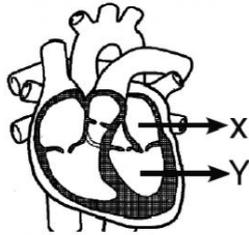
Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

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

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

- Urutan manakah dari pernyataan di bawah ini yang benar mengenai peredaran darah besar pada manusia
 - bilik kiri -> serambi kanan -> seluruh tubuh -> bilik kiri -> serambi kiri -> paru-paru
 - bilik kiri-> seluruh tubuh -> paru-paru -> serambi kanan -> bilik kanan -> serambi kiri
 - bilik kanan -> seluruh tubuh -> serambi kiri -> paru-paru -> serambi kanan
 - bilik kiri -> seluruh tubuh -> serambi kanan -> bilik kanan -> paru-paru -> serambi kiri
 - bilik kanan -> seluruh tubuh -> serambi kiri -> paru-paru -> serambi kiri
- Otot dinding bilik jari jantung lebih tebal dari otot serambi kirinya, Hal ini sesuai dengan fungsi bilik kiri,yaitu untuk.....
 - memompa darah ke paru-paru
 - menerima darah dari bilik kanan
 - menerima darah dari bilik kiri
 - menerima darah dari paru-paru
 - memompa darah ke seluruh tubuh
- Perhatikan gambar jantung berikut!



Dari tabel berikut yang menyatakan fungsi X dan Y adalah

	Fungsi X	Fungsi Y
A	Menerima darah dari seluruh tubuh.	Memompa darah ke seluruh tubuh.
B	Menerima darah dari seluruh tubuh.	Menerima darah dari paru-paru.
C	Menerima darah dari paru-paru.	Memompa darah ke seluruh tubuh.
D	Menerima darah dari seluruh tubuh.	Memompa darah ke paru-paru.
E	Menerima darah dari paru-paru.	Memompa darah ke paru-paru.

- Tekanan darah Pak Topan yang ditunjukkan oleh tensimeter adalah 120/90 mmHg. Angka 120 mmHg menunjukkan tekanan....
 - Sistole
 - Diastole
 - Darah keluar dari jantung
 - Darah dari pembuluh balik
 - Otot jantung
- Dari daftar berikut
 - Plasma darah
 - Trombin
 - Sel darah

4. Fibrinogen yang termasuk komponen darah manusia adalah....
- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 1 dan 4
 - 2 dan 3
 - 2 dan 4
6. Pernyataan yang benar tentang macam sel darah putih dengan peranannya adalah
- neutrofil mengenali antigen dan menghasilkan antibody
 - eosinophil memakan antigen dan mengontrol respon kebal
 - monosit memproduksi antibodi dan menembus pembuluh darah
 - limfosit mengontrol respon kebal dan menghasilkan antibody
 - basofil menembus pembuluh darah dan mengontrol respon kebal
7. Pada peristiwa pembekuan darah, jika tubuh kekurangan kalsium dan vitamin K maka yang terganggu adalah pembentukan....
- trombin dan fibrinogen
 - protombin dan thrombin
 - fibrin dan fibrinogen
 - trombin dan protombin
 - fibrinogen dan trombokinase
8. 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
9. Apabila dalam sel darah merahnya tidak terdapat aglutinogen tetapi dalam plasmanya mengandung aglutinin a dan b maka golongan darah orang tersebut adalah...
- O
 - AB
 - A
 - B
 - O dan AB

10. Hasil laboratorium Bapak Arman.

Komponen sel- sel darah	Per mm ³ darah	Hasil lab.
Eritrosit	4–6 juta	5,1 juta
Leukosit	4,5–10 ribu	6,8 ribu

Trombosit	150–300 ribu	70 ribu
-----------	--------------	---------

Dari hasil laboratorium, bapak Arman diduga menderita penyakit

- A. Leukemia
- B. Tifus
- C. Hepatitis
- D. Anemia
- E. Demam berdarah

Kunci jawaban

1	D
2	E
3	C

4	A
5	B
6	D
7	B
8	C
9	A
10	E

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A, & Reece, Jane B. 2008. Biologi Ed. 9. Jakarta: Erlangga
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. "Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA. Jakarta .CV.Ricardo
- <http://rebellisamici.blogspot.com/2011/10/mekanisme-gerak-otot.html>
- <https://www.biologi.co.id/sistem-gerak-pada-manusia-rangka-persendian-otot-tulang-dan-fungsinya-terlengkap/>
- <https://www.sumberpengertian.id/sistem-gerak-pada-manusia>
- <https://www.gurupendidikan.co.id/sistem-gerak-manusia-pengertian-komponen-dan-fungsinya-secara-lengkap/>
- <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/repos/FileUpload/Organ%20Jantung-BPSMG/materi2.html>
- <https://today.line.me/id/v2/article/Jangan+Hanya+Golongan+Darah+Kamu+juga+Harus+Tahu+Rhesus+Darah-OkXlzG>
- <https://pengajar.co.id/%E2%88%9Aseleksi-darah-merah-eritrosit/>
- <https://idschool.net/smp/mekanisme-pembekuan-darah-dan-komposisi-darah/>
- Irawan, Bobby Albertus. 2013. Seminar Riset Unggulan Nasional Informatika. Sistem Rangka Manusia. Vol 2 No 1: 1-13
- Renni Diastuti. 2009. 'BIOLOGI untuk SMA/MA Kelas XI' Jakarta. CV. Sindunata
- Sarifin.2013. Kontraksi Otot Dan Kelelahan. Jurnal ilmiah.11(2013)12-13.
- Sri Pujiyanto, Rejeki Siti Fatimah. 2016. "Buku Guru Menjelajah Dunia Biologi untuk XI SMS dan MA. Solo, Tiga Serangkai.
- Tortora, Gerard J and Bryan Derrickson. 2012. Principles of Anatomy and Physiology. USA : John Wiley and Sons Inc