



MODUL BIOLOGI DASAR (PSD 113)

**MODUL 10
SISTEM PEREDARAN DARAH**

**DISUSUN OLEH
HARLINDA SYOFYAN, S.Si., M.Pd**

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2018

SISTEM PEREDARAN DARAH

A. Pendahuluan

Darah memang bukan sembarang cairan biasa. Cairan yang identik dengan warna merah ini mempunyai peranan yang luar biasa bagi tubuh. Beredarnya darah dalam tubuh tidak dapat terlepas dari alat-alat sirkulasi.

Sistem peredaran darah manusia, atau yang disebut juga sistem kardiovaskuler merupakan suatu sistem pemindahan nutrisi dan zat-zat tertentu melalui sistem peredaran darah dari jantung ke seluruh sel-sel organ dalam tubuh, dan begitu pula sebaliknya. Darah memiliki dua sistem peredaran, yaitu :

1. Sistem peredaran darah terbuka
2. Sistem peredaran darah tertutup

Sehingga perlu diketahui juga bahwa manusia sebagai makhluk hidup memiliki sistem peredaran darah tertutup karena jika darah pada tubuh manusia tidak akan pernah keluar dari pembuluh darah vena, arteri atau kapiler. Darah yang beredar dalam tubuh manusia membawa zat-zat penting seperti asam amino, oksigen, karbondioksida, elektrolit, hormon, dan sebagainya ke sel-sel di seluruh tubuh, dan membawa zat-zat hasil sekresi ke sel-sel organ yang bertugas membersihkannya seperti ginjal, liver, dan sebagainya.

B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu menguraikan struktur, fungsi, dan proses yang terjadi pada sistem peredaran darah, menjelaskan cara menjaga kesehatan sistem peredaran darah.

C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Menguraikan alat peredaran darah pada manusia dan hewan, menjelaskan penyebab terjadinya
2. Menjelaskan gangguan pada alat peredaran darah pada manusia, misalnya menghirup udara tercemar dan terinfeksi oleh kuman.
3. Menjelaskan memelihara kesehatan alat peredaran darah dengan benar.

D. Kegiatan Belajar 1

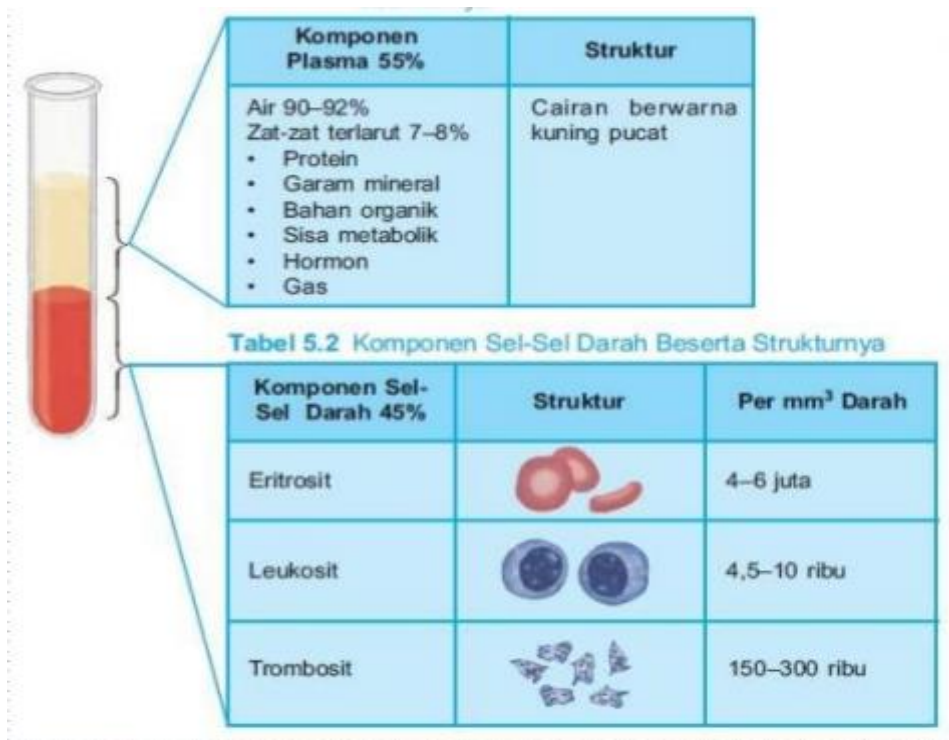
SISTEM PEREDARAN DARAH

I . URAIAN DAN CONTOH

1. SISTEM PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA

A. Darah

Darah merupakan suspensi berwarna merah yang terdapat dalam pembuluh darah. Warna merah ini dapat berubah-ubah, kadang-kadang berwarna merah tua dan kadang-kadang berwarna merah muda. Hal ini tergantung pada kadar oksigen dan karbon dioksida yang terkandung di dalamnya. Dalam tubuh manusia mengalir sekitar 6 liter darah. Darah manusia terdiri dari dua komponen, yaitu sel-sel darah dan plasma darah atau cairan darah.



Gambar 1. Komposisi Darah
Sumber: www.google.co.id

a. Sel-Sel Darah

Sel-sel darah merupakan sel-sel hidup. Dari kegiatan di atas Anda dapat melihat adanya dua lapisan dari darah yang didiamkan. Lapisan atas berupa cairan darah atau plasma darah. Lapisan bawah merupakan sel-sel darah yang terdiri dari eritrosit (sel-sel darah merah), leukosit (sel-sel darah putih), trombosit (keping-keping darah atau sel pembeku darah). Setiap bagian dari sel-sel darah ini memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda.

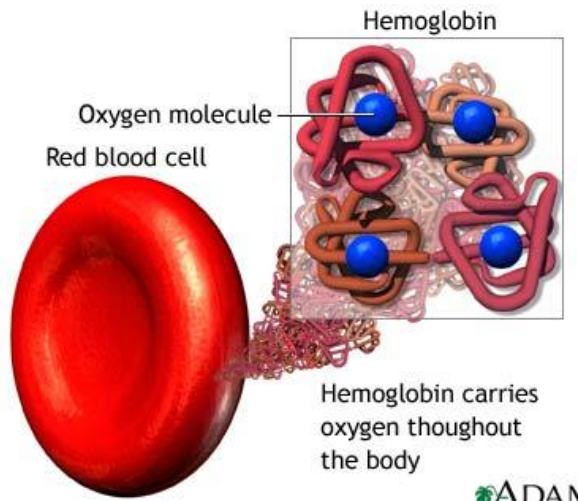
1) Sel Darah Merah (Eritrosit)

Eritrosit merupakan bagian utama dari sel-sel darah. Setiap mm³ darah pada seorang laki-laki dewasa mengandung kira-kira 5 juta sel darah merah dan pada seorang perempuan dewasa kira-kira 4 juta sel darah merah. Tiap-tiap sel darah merah mengandung 200 juta molekul hemoglobin. Hemoglobin (Hb) merupakan suatu protein yang mengandung senyawa besi hemin. **Hemoglobin mempunyai fungsi mengikat oksigen di paru-paru dan mengedarkan ke seluruh jaringan tubuh.** Jadi, dapat dikatakan bahwa di paru-paru terjadi reaksi antara hemoglobin dengan oksigen. $2\text{Hb}_2 + 4\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{HbO}_2$ (oksihemoglobin)

Setelah sampai di sel-sel tubuh, terjadi reaksi pelepasan oksigen oleh Hb.



Kandungan hemoglobin inilah yang membuat darah berwarna merah.



Gambar 2. Struktur Hemoglobin

Sumber: www.google.co.id

Eritrosit mempunyai bentuk bikonkaf, seperti cakram dengan garis tengah 7,5 μm , dan tidak berinti. Warna eritrosit kekuning-kuningan dan dapat berwarna merah karena dalam sitoplasmanya terdapat pigmen warna merah berupa hemoglobin. Eritrosit dibentuk dalam sumsum merah tulang pipih, misalnya di tulang dada, tulang selangka, dan di dalam ruas-ruas tulang belakang. Pembentukannya terjadi selama tujuh hari. Pada awalnya eritrosit mempunyai inti, kemudian inti lenyap dan hemoglobin terbentuk. Setelah hemoglobin terbentuk, eritrosit dilepas dari tempat pembentukannya dan masuk ke dalam sirkulasi darah. Eritrosit dalam tubuh dapat berkurang karena luka sehingga mengeluarkan banyak darah atau karena penyakit, seperti malaria dan demam berdarah. Keadaan seperti ini dapat mengganggu pembentukan eritrosit.






Masa hidup eritrosit hanya sekitar 120 hari atau 4 bulan, kemudian dirombak di dalam hati dan limpa. Sebagian hemoglobin diubah menjadi bilirubin dan biliverdin, yaitu pigmen biru yang memberi warna empedu. Zat besi hasil penguraian hemoglobin dikirim ke hati dan limpa, selanjutnya digunakan untuk membentuk eritrosit baru. Kira-kira setiap hari ada 200.000 eritrosit yang dibentuk dan dirombak. Jumlah ini kurang dari 1% dari jumlah eritrosit secara keseluruhan.

2) Sel Darah Putih (Leukosit)

Jumlah leukosit lebih sedikit dibandingkan dengan eritrosit. Pada laki-laki dan perempuan dewasa setiap mm^3 darah hanya terdapat kira-kira 4.500 sampai 10.000 butir. Leukosit mempunyai bentuk bervariasi dan mempunyai ukuran lebih besar dari eritrosit. Leukosit mempunyai inti bulat dan cekung. Sel-sel ini dapat bergerak bebas secara amuboid serta dapat menembus dinding kapiler (diapedesis).

Leukosit dapat dibedakan menjadi dua, yaitu **granulosit** (plasmanya bergranula) dan **agranulosit** (plasmanya tidak bergranula).

Tabel 1. Jenis-jenis Leukosit

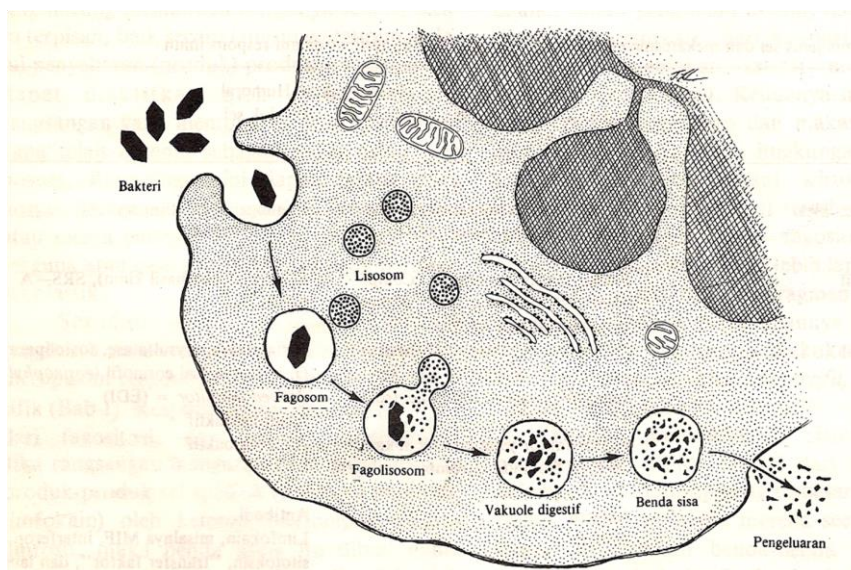
	Leukosit	Keterangan
B e r r a n u l a	 Basofil	<ul style="list-style-type: none"> • Setiap mm³ darah mengandung 20–50 butir. • Plasma bersifat basa dan terdapat bintik-bintik biru yang mengandung histamin. • Bersifat fagosit.
	 Eosinofil	<ul style="list-style-type: none"> • Tiap mm³ darah mengandung 100–400 butir. • Plasma bersifat asam dan terdapat bintik-bintik biru. • Bersifat fagosit.
	 Neutrofil	<ul style="list-style-type: none"> • Tiap mm³ darah mengandung 3.000–7.000 butir. • Plasma bersifat netral dan terdapat bintik-bintik. • Bersifat fagosit.
Tidak B e r r a n u l a	 Limfosit	<ul style="list-style-type: none"> • Tiap mm³ darah mengandung 1.500–3.000 butir. • Dapat bergerak bebas, dapat membentuk zat antibodi.
	 Monosit	<ul style="list-style-type: none"> • Tiap mm³ darah mengandung 100–700 butir. • Dapat bergerak cepat. • Bersifat fagosit. • Monosit dapat membesar dan berkembang menjadi makrofag. Makrofag merupakan sel fagositik terbesar dan berumur panjang.



Gambar 3. Jenis Leukosit

Sumber: www.google.co.id

Leukosit dibentuk dalam sumsum tulang merah, limpa, kelenjar limpa, dan jaringan retikuloendotelium. **Tugas utama leukosit adalah "memakan" kuman penyakit dan benda-benda asing lain, seperti bakteri yang ada di dalam tubuh.** Oleh sebab itu, leukosit dikenal sebagai **fagosit**. Proses fagositosis pada leukosit dapat Anda amati pada Gambar di bawah ini. Selain itu, leukosit khususnya limfosit dapat melemahkan bakteri atau zat-zat berbahaya yang masuk ke dalam tubuh. Kadang-kadang leukosit juga sebagai alat pengangkut lemak sehingga leukosit lebih banyak terdapat di dalam pembuluh kil dan pembuluh limfa.



Gambar 4. Proses Fagositosis

Sumber: www.google.co.id

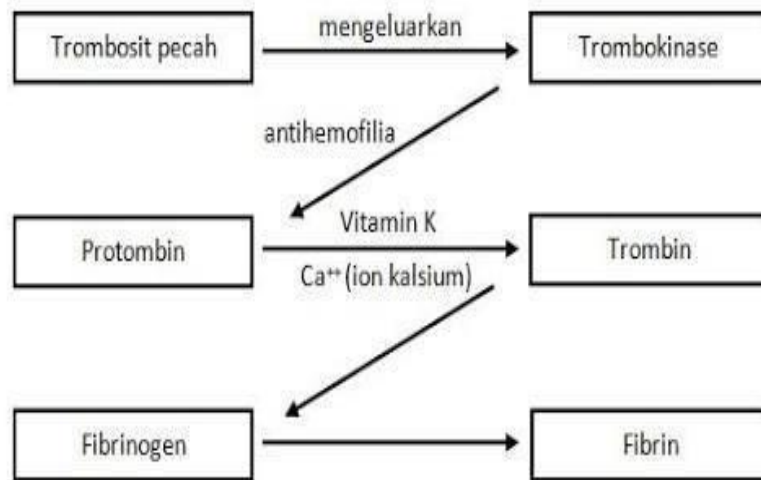
3) Keping Darah (Trombosit)

Trombosit berbentuk oval tidak berinti, berukuran kecil, yaitu sekitar 3–4 μm . Pada umumnya setiap mm^3 darah terdapat 150.000 sampai 350.000 trombosit. Trombosit dibentuk dalam sumsum tulang dan mempunyai umur lebih kurang 10 hari. Trombosit mudah pecah dan akan mengeluarkan enzim trombosit atau tromboplastin. Enzim ini berperan dalam proses pembekuan darah.

Protrombin adalah senyawa globulin yang larut dalam plasma dan dibuat di hati dengan bantuan vitamin K. Kalau kekurangan vitamin K, pembentukan protrombin terganggu. Dengan demikian, proses pembekuan darah juga terganggu

Jika terjadi luka, darah keluar sehingga darah berhubungan dengan udara. Trombosit yang keluar bersama darah akan pecah karena bergesekan dengan luka dan mengeluarkan **trombokinase** atau **tromboplastin**. Dengan bantuan ion-ion Ca^{2+} tromboplastin mengubah **protrombin** dalam darah menjadi **trombin**. Trombin akan mengubah fibrinogen yang ada dalam darah menjadi **benang-**

benang fibrin, yaitu berupa benang-benang halus yang menutup luka sehingga darah tidak keluar lagi.



Gambar 5. Proses Pembekuan Darah

Sumber: www.google.co.id

b. Cairan darah (plasma Darah)

Plasma darah ini mengandung berbagai macam zat organik, anorganik, dan air. Senyawa atau zat-zat kimia yang larut dalam cairan darah antara lain sebagai berikut.

- 1) Sari makanan dan mineral yang terlarut dalam darah, misalnya monosakarida, asam lemak, gliserin, kolesterol, asam amino, dan garam-garam mineral.
- 2) Enzim, hormon, dan antibodi, sebagai zat-zat hasil produksi sel-sel.
- 3) Protein yang terlarut dalam darah, molekul-molekul ini berukuran cukup besar sehingga tidak dapat menembus dinding kapiler.

Contoh:

- a) Albumin, berguna untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik darah.
- b) Globulin, berperan dalam pembentukan g-globulin, merupakan komponen pembentuk zat antibodi.
- c) Fibrinogen, berperan penting dalam pembekuan darah.
- 4) Urea dan asam urat, sebagai zat-zat sisa dari hasil metabolisme.
- 5) O₂, CO₂ dan N₂ sebagai gas-gas utama yang terlarut dalam plasma.

Bagian plasma darah yang mempunyai fungsi penting adalah serum. Serum merupakan plasma darah yang dikeluarkan atau dipisahkan fibrinogennya dengan cara memutar darah dalam sentrifuge. Serum tampak sangat jernih dan mengandung zat antibodi. Antibodi ini berfungsi untuk membinasakan protein asing yang masuk

ke dalam tubuh. Protein asing yang masuk ke dalam tubuh disebut antigen.

Berdasarkan cara kerjanya, antibodi dalam plasma darah dapat dibedakan sebagai berikut.

- 1) Aglutinin : menggumpalkan antigen.
- 2) Presipitin : mengendapkan antigen.
- 3) Antitoksin : menetralkan racun.
- 4) Lisin : menguraikan antigen.

Antigen yang terdapat dalam sel darah dikenal dengan nama aglutinogen, sedangkan antibodi terdapat di dalam plasma darah dinamakan aglutinin. Aglutinogen membuat sel-sel darah peka terhadap aglutinasi (penggumpalan). Adanya aglutinogen dan aglutinin di dalam darah ini pertama kali ditemukan oleh **Karl Landsteiner (1868–1943) dan Donath**.

Di dalam darah terdapat dua jenis aglutinogen, yaitu **aglutinogen A dan aglutinogen B**. Berdasarkan ada tidaknya aglutinogen dalam darah, Landsteiner membagi empat macam golongan darah, yaitu darah golongan A, B, AB, dan O. Sistem penggolongan darah ini dinamakan **sistem ABO**.

- Bila di dalam sel darah seseorang mengandung **aglutinogen A** dan serum darahnya dapat membuat **aglutinin b**, maka rumus darah orang tersebut adalah (A, b) dan mempunyai **golongan darah A**.
- Bila di dalam sel darah seseorang mengandung **aglutinogen B** dan serum darahnya dapat membuat **aglutinin a**, maka rumus darah orang tersebut adalah (B, a) dan mempunyai **golongan darah B**.
- Bila di dalam sel darah seseorang mengandung **aglutinogen A dan aglutinogen B**, tetapi serum darahnya tidak dapat membuat aglutinin, maka rumus darah orang tersebut adalah (A, B) dan mempunyai **golongan darah AB**.
- Bila di dalam sel darah seseorang **tidak mengandung aglutinogen** dan serum darahnya dapat membuat **aglutinin a dan b**, maka rumus darah orang tersebut adalah (–, ab) dan mempunyai **golongan darah O**.

Tabel 2. Macam Golongan Darah

No.	Golongan Darah	Aglutinogen dalam Sel Darah Merah	Aglutinin dalam Plasma Darah
1.	A	A	b
2.	B	B	a
3.	AB	A dan B	–
4.	O	–	a dan b

Mengetahui jenis golongan darah menjadi suatu hal yang penting terutama saat akan melakukan transfusi darah. Halhal yang perlu diperhatikan dalam tranfusi darah pada pendonor darah adalah jenis aglutinogen dalam eritrosit, sedangkan pada resipien adalah jenis aglutinin dalam plasma darah.

Orang yang mendapat darah disebut resipien dan orang yang memberi darah disebut donor. Sel darah yang diberikan kepada resipien berupa senyawa protein. Apabila senyawa ini tidak sesuai, maka senyawa tersebut akan bersifat sebagai antigen. Sel darah akan digumpalkan atau mengalami aglutinasi. Tiap-tiap orang memiliki golongan darah tertentu, ini berarti bahwa sel darah seseorang mengandung zat aglutinogen tertentu dan plasma darahnya dapat membuat aglutinin tertentu pula. Jadi, mengetahui golongan darah diri sendiri merupakan sesuatu yang penting.

Selain sistem darah ABO, Landsteiner dan Wiener pada tahun 1940 juga mengelompokkan darah dengan sistem Rhesus, yaitu rhesus positif (Rh+) dan rhesus negatif (Rh-). Berdasarkan sistem ini, jika darah seseorang diberi serum anti Rh terjadi penggumpalan, orang tersebut bergolongan rhesus positif (Rh+). Sebaliknya, jika tidak terjadi penggumpalan, orang tersebut bergolongan rhesus negatif (Rh-). Jadi, dalam melakukan transfusi darah jika hanya memperhatikan golongan A, B, O saja tidak cukup, tetapi juga harus memperhatikan golongan rhesusnya. Walaupun golongan darah sama-sama A, tetapi jika rhesusnya berbeda maka akan terjadi penggumpalan. Namun Anda tidak perlu cemas, di Indonesia mayoritas penduduknya mempunyai golongan rhesus positif (Rh+), dan sangat jarang ditemukan orang bergolongan rhesus negatif (Rh-).

Ketidakcocokan golongan Rh antara suami dan istri dapat mengakibatkan kematian pada bayi yang dikandungnya. Apa yang akan terjadi jika pasangan suami istri memiliki golongan darah Rh berbeda? Jika anak yang dikandung bergolongan darah Rh+ maka akan terbentuk antigen Rh dalam darah bayi yang mengakibatkan penggumpalan. Kelahiran bayi pertama selamat, tetapi bayi selanjutnya akan menderita eritroblastosis fetalis atau disebut sakit kuning. Bayi yang menderita penyakit kuning menurut Philip Lavine dapat diberi pertolongan dengan mengganti darah bayi seluruhnya.

Keberadaan darah dalam tubuh mempunyai arti penting bagi kehidupan seseorang. Hal ini disebabkan darah mempunyai beberapa fungsi penting sebagai berikut.

a. Mengangkut Oksigen dari Paru-Paru ke Seluruh Jaringan Tubuh

Kandungan oksigen dalam darah antara 0,36% – 20%. Meningkatnya kadar oksigen dalam darah karena adanya ikatan oksigen dengan hemoglobin. Namun, hemoglobin juga mampu mengikat karbon monoksida yang bersifat racun. Gas ini biasa dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Jika gas ini terhirup dan berikatan dengan hemoglobin, kandungan oksigen dalam darah menurun. Keadaan ini dapat memberikan dampak bagi kesehatan tubuh.

b. Mengangkut Sari-Sari Makanan dari Usus ke Jaringan Tubuh

Sari-sari makanan seperti asam lemak, asam amino, dan monosakarida masuk ke dalam sistem sirkulasi melalui kapiler yang berada di villi usus halus. Sari-sari makanan ini diangkut menuju ke

dalam sel-sel tubuh. Sari-sari makanan ini untuk metabolisme, aktivitas, dan membentuk sel-sel atau jaringan yang baru.

c. Mengangkut Karbon Dioksida dari Jaringan Tubuh ke Paru-Paru

Karbon dioksida hasil respirasi sel dilepas dari plasma dan masuk ke dalam dinding kapiler secara difusi, kemudian dibawa ke paru-paru untuk dibuang. Karbon dioksida yang ada dalam darah antara 2,7% hingga 60%. Sebagian karbon dioksida membentuk hidrogen karbonat atau bikarbonat berupa ion (HCO_3^-) yang diangkut ke plasma dan sel darah merah. Di paru-paru, hidrogen karbonat diuraikan menjadi air dan karbon dioksida. Karbon dioksida dalam pembuluh kapiler secara difusi masuk ke dalam alveolus paru-paru.

d. Mengangkut Hasil Ekskresi dari Jaringan Tubuh

Tubuh dalam melakukan metabolisme menghasilkan zat-zat sisa yang racun, misalnya urea dan asam urat. Zat sisa ini oleh darah diangkut ke ginjal untuk menjalani beberapa proses agar bisa dikeluarkan dari tubuh.

e. Mengatur dan Mengontrol Temperatur Tubuh

Tubuh saat beraktivitas akan melepaskan panas. Panas yang dihasilkan diedarkan ke seluruh tubuh oleh darah sehingga di seluruh tubuh terdapat kesamaan temperatur. Jika udara di lingkungan dingin, maka pembuluh kapiler akan menciut untuk menghemat panas tubuh. Ketika udara di lingkungan panas, maka pembuluh kapiler akan melebar dan aliran darah semakin cepat sehingga panas tubuh dapat diedarkan ke seluruh tubuh.

f. Mengatur Distribusi Hormon

Di dalam tubuh terdapat kelenjar yang menghasilkan hormon. Hormon ini diangkut oleh plasma dan dikirim ke bagian tubuh yang memerlukannya. Darah memerlukan alat-alat sirkulasi untuk melakukan berbagai fungsi di atas.

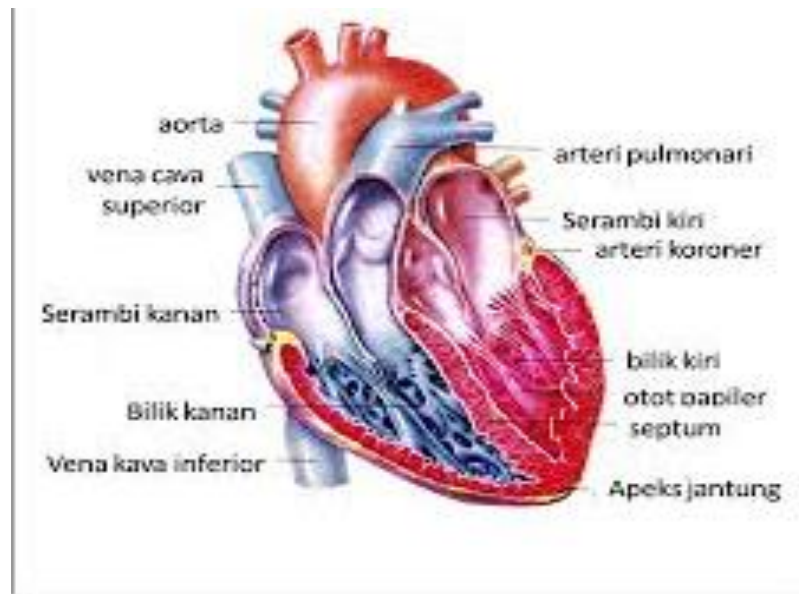
B. Alat Peredaran Darah

Sistem sirkulasi darah pada manusia terdiri atas alat-alat sirkulasi, yaitu jantung dan pembuluh darah.

1) Jantung

Jantung terletak dalam rongga dada. Ukuran jantung sebesar genggam tangan pemiliknya dengan berat sekitar 300 gram. Jantung dalam sistem sirkulasi berfungsi sebagai alat pemompa darah.

Jantung tersusun atas otot jantung (**miokardium**). Bagian jantung luar dilapisi oleh selaput jantung (**perikardium**). Perikardium terdiri dari 2 lapisan. Lapisan luar disebut **lamina parietalis** dan lapisan dalam yang menempel pada dinding jantung disebut **lamina visceralis**. Di antara kedua lapisan tersebut terdapat ruangan **kavum perikardii** yang berisi **cairan perikardii**. Cairan ini berfungsi untuk menahan gesekan. Bagian dalam jantung dilapisi **endokardium**.



Gambar 6. Bagian Jantung

Sumber: www.google.co.id

Atrium merupakan ruangan jantung tempat masuknya darah dari pembuluh balik (vena). Antara atrium kiri dan ventrikel kiri terdapat katup **valvula bikuspidalis** (katup berdaun dua). Katup ini berfungsi mencegah darah dalam ventrikel kiri agar tidak mengalir kembali ke atrium kiri saat jantung berkontraksi.

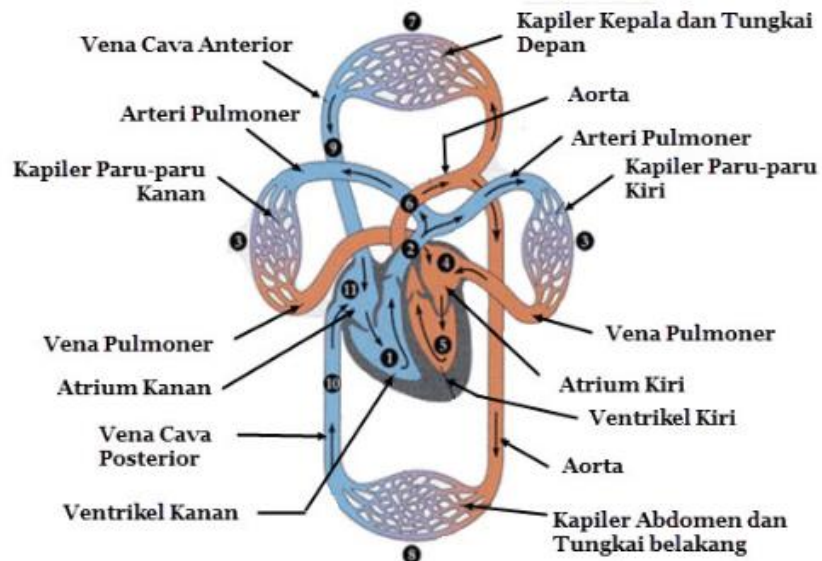
Ventrikel mempunyai otot lebih tebal dari pada atrium, keadaan ini disebabkan ventrikel berfungsi memompa darah keluar jantung. Antara atrium kanan dengan ventrikel kanan terdapat katup **valvula trikuspidalis** (katup berdaun tiga). Katup ini berfungsi mencegah darah dalam ventrikel kanan agar tidak mengalir kembali ke atrium saat jantung berkontraksi.

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.

Frekuensi denyut nadi dapat diukur untuk mengetahui tingkat kesehatan jantung seseorang. Lakukan eksperimen berikut untuk dapat menghitung frekuensi denyut nadi.

Saat berkontraksi, atrium dan ventrikel mengembang dan menguncup secara bergantian. Bila atrium mengembang, jantung mengisap darah dari seluruh tubuh melalui pembuluh balik (vena kava superior dan vena kava inferior). Darah yang diisap ini masuk ke atrium kanan dan darah dari vena pulmonalis yang kaya oksigen masuk ke atrium kiri.

Bila atrium menguncup maka ventrikel mengembang dan darah mengalir dari atrium ke ventrikel. Ventrikel merupakan bagian jantung yang berfungsi memompa darah meninggalkan jantung.

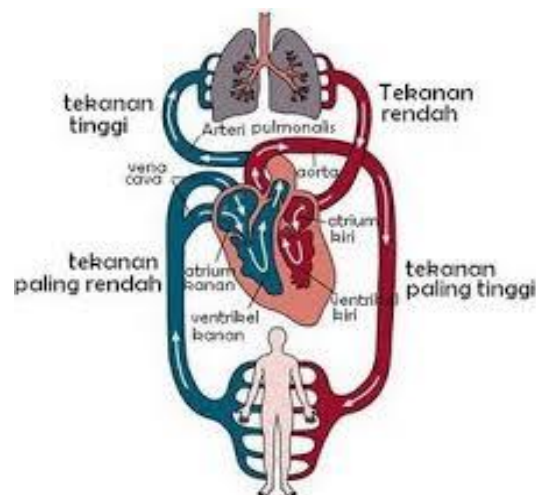


Gambar 7. Peredaran darah

Sumber: www.google.co.id

Saat ventrikel menguncup dari ventrikel kiri, darah yang kaya oksigen dipompa ke seluruh bagian tubuh, sedangkan dari ventrikel kanan darah yang kaya CO₂ dipompa ke paru-paru. Setelah darah terpompa keluar, otot ventrikel mengendur dan mengalami relaksasi maksimum sehingga tekanan jantung sangat rendah. Peristiwa ini disebut **diastole**.

Saat darah masuk ke dalam ventrikel, rangsang melalui berkas His terputus dalam waktu kurang sepersepuluh detik. Keadaan ini digunakan oleh otot jantung untuk beristirahat. Setelah itu, otot ventrikel menguncup dan darah dalam jumlah banyak dipompa dari ventrikel ke pembuluh arteri pulmonalis serta aorta, keadaan ini membuat tekanan ruangan jantung menjadi maksimum. Peristiwa ini disebut **sistole**.



Gambar 8. Tekanan darah

Jadi, sistole dan diastole merupakan tekanan darah karena jantung pada saat itu mengeluarkan dan memasukkan darah. Tekanan darah dapat diukur menggunakan tensimeter atau spigmomanometer. Tekanan darah orang dewasa normal sekitar 120/80 mmHg (milimeter air raksa). Nilai 120 menunjukkan tekanan sistole, sedangkan 80 menunjukkan tekanan diastole. Tekanan darah ini dapat digunakan sebagai indikasi kondisi kesehatan seseorang.

2) Pembuluh Darah

Selain alat pemompa, darah juga memerlukan pembuluh untuk dapat beredar ke seluruh tubuh. Pembuluh ini berbentuk bulat, dengan ukuran berbeda-beda, dan berdiameter antara 0,01 mm hingga 10 mm. Ada tiga macam pembuluh darah, yaitu **arteri, vena, dan kapiler**. Ketiga pembuluh darah tersebut selalu berhubungan satu dengan lainnya dan membentuk suatu sistem.

a. Pembuluh Nadi (Arteri)

Arteri merupakan pembuluh darah yang membawa darah keluar dari jantung. Arteri yang membawa darah dari bilik kiri menuju seluruh tubuh disebut aorta. Sementara itu, pembuluh yang membawa darah dari bilik kanan menuju paru-paru disebut arteri pulmonalis. Arteri mengandung darah kaya oksigen, kecuali arteri pulmonalis mengandung darah kaya karbon dioksida. Arteri bercabang-cabang membentuk cabang lebih kecil yang disebut arteriole. Arteriole ini membentuk cabang-cabang lebih kecil dan ujung-ujungnya berhubungan langsung dengan sel-sel tubuh. Cabangcabang ini disebut **kapiler**.

b. Pembuluh Balik (Vena)

Vena merupakan pembuluh yang membawa darah ke jantung. Vena bercabang-cabang membentuk venula. Venula membentuk cabang-cabang lebih kecil yang disebut kapiler. Vena yang berhubungan langsung dengan jantung atau paru-paru dikenal dengan vena kava. Vena mengandung banyak darah kaya karbon dioksida, kecuali vena pulmonalis mengandung banyak oksigen. Vena merupakan pembuluh berdinding lebih tipis, kurang elastis, dan lubang pembuluh lebih besar daripada arteri. Pembuluh ini mempunyai beberapa katup untuk mencegah agar darah tidak berbalik arah.

c. Kapiler

Kapiler merupakan pembuluh darah berukuran kecil sebagai perpanjangan arteri dan vena. Dinding sel pembuluh ini bersifat permeabel sehingga cairan tubuh dan zat-zat terlarut dapat keluar masuk melalui dinding selnya. Selain itu, juga terjadi pertukaran oksigen, karbon dioksida, zat-zat makanan, serta hasil-hasil ekskresi dengan jaringan yang ada di sekeliling kapiler.

Beberapa pembuluh kapiler mempunyai lubang berukuran sempit sehingga sel darah merah dapat rusak jika melewatinya.

Diameter pembuluh ini dapat berubah-ubah. Kapiler dapat menyempit karena pengaruh temperatur lingkungan yang rendah dan membesar bila ada pengaruh temperatur lingkungan yang tinggi serta bahan kimia, seperti histamin.

Meskipun ukuran arteriole dan kapiler lebih kecil dibandingkan dengan arteri dan vena, tetapi jumlah volume darah secara keseluruhan lebih besar di arteriole dan kapiler. Volume darah di dalam kapiler 800 kali volume darah di dalam arteri dan vena.

Jadi, antara arteri, vena, dan kapiler bekerja sama mengedarkan darah. Berdasarkan peredarannya, sistem sirkulasi darah manusia dibedakan menjadi dua macam, yaitu peredaran (sirkulasi) darah kecil dan peredaran (sirkulasi) darah besar.

C. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah

Pada sistem sirkulasi darah sering terjadi gangguan yang di antaranya disebabkan oleh pola hidup yang tidak sehat dan kerusakan organ ataupun keturunan. Uraian berikut ini akan menjelaskan mengenai beberapa gangguan yang sering mempengaruhi sistem sirkulasi darah.

1) Anemia dikenal sebagai penyakit kurang darah. Namun sebenarnya anemia merupakan penyakit yang disebabkan oleh sedikitnya jumlah hemoglobin dalam eritrosit. Kekurangan hemoglobin ini menyebabkan kemampuan darah mengikat oksigen berkurang.

Anemia ada yang bersifat genetik dan dapat menyebabkan kematian, di antaranya adalah anemia sickle cell dan talasemia. Anemia sickle cell ditandai dengan bentuk eritrosit seperti bulan sabit.

Talasemia merupakan anemia yang disebabkan gagalnya pembentukan hemoglobin akibat rusaknya gen globin. Namun, umumnya anemia disebabkan kekurangan ion besi atau vitamin B12 yang dapat membantu pematangan sel eritrosit.

2) Blue baby, merupakan penyakit bayi saat lahir yaitu seluruh tubuhnya berwarna biru. Penyakit ini disebabkan foramen ovale tidak tertutup.

3) Hemofilia, darah penderita sukar membeku. Apabila penderita mengalami luka, darah akan mengucur terus. Keadaan ini dapat menyebabkan kekurangan darah dan mengakibatkan kematian. Penyakit ini bersifat genetik dan berpeluang besar diturunkan bagi anak laki-laki. Hal ini karena gen pembawa hemofilia terkait pada kromosom X, sehingga wanita hemofilia tidak pernah dijumpai karena bersifat letal.

4) Leukemia dikenal sebagai kanker darah, yaitu pertumbuhan leukosit yang melebihi jumlah normal sehingga leukosit ini membinasakan sel darah merah dengan cara memakannya.

5) Sklerosis, yaitu penyakit yang dikarenakan oleh pengerasan pembuluh darah. Jika pengerasan ini disebabkan oleh kolesterol, dinamakan aterosklerosis dan jika disebabkan oleh endapan kapur dinamakan arteriosklerosis. Sklerosis ini dapat mempersempit pembuluh sehingga dapat menaikkan tekanan darah. Pengerasan pembuluh ini dapat terjadi di bagian otak dan dapat mengakibatkan stroke.

- 6) **Koronaria trombosis**, yaitu terbentuknya gumpalan darah dalam arteri koronaria sehingga aliran darah terganggu dan berkurang. Akibatnya, otot jantung kekurangan O₂ serta kontraksinya menjadi lemah sehingga dapat mengakibatkan serangan jantung. Keadaan ini kalau tidak segera ditolong, dapat mengakibatkan kematian.
- 7) **Varises** adalah pelebaran vena, umumnya terjadi di daerah betis. Kalau terjadi di sekitar anus disebut hemoroid atauambeien.
- 8) **Embolus** adalah jenis penyakit jantung akibat tersumbatnya arteri menuju otak oleh trombus. Trombus merupakan darah yang membeku.

Berbagai gangguan sistem sirkulasi darah seperti di depan dapat dicegah atau dikurangi dengan pola hidup sehat. Beberapa contoh pola hidup sehat seperti berikut.

- a. Tidak Merokok
Bahaya rokok bagi tubuh.
 - ✓ Merusak arteri.
 - ✓ Darah mudah membentuk trombus.
 - ✓ Lemak mudah mengendap di pembuluh arteri
- b. Berolahraga secara teratur
Olahraga secara teratur dapat memperlancar aliran darah serta dapat membakar lemak, sehingga penyumbatan lemak di arteri dapat dicegah.
- c. Mengonsumsi makanan sehat dan seimbang
Kurangi makan makanan yang berlemak tinggi, karena dapat meningkatkan kadar kolesterol dalam darah. Kolesterol ini dapat menyumbat arteri dan suplai darah ke jantung menjadi berkurang. Konsumsi makanan yang mengandung banyak lemak tidak jenuh seperti pada ikan dan organisme laut lainnya.
- d. Hindari Obesitas
Obesitas atau kegemukan dapat menjadi salah satu pemicu penyakit jantung. Oleh karena itu, perbanyaklah melakukan aktivitas agar lemak yang terdapat di jaringan-jaringan bawah kulit dan arteri menjadi luruh
- e. Hindari Stress
Stres dapat memicu atau meningkatkan tekanan darah seseorang, karena stres membuat jantung dan arteri bekerja lebih berat. Maka, hindari stres dengan menata diri secara baik dan luangkan waktu untuk bersantai.

2. SISTEM PEREDARAN DARAH PADA HEWAN

Semua hewan mempunyai sistem sirkulasi yang membawa cairan ke seluruh tubuh. Cairan yang diedarkan ada 2 macam, yaitu darah dan hemolimfa. Darah selalu mengalir dalam pembuluh darah dan hemolimfa

mengalir ke dalam rongga tubuh yang disebut hemocoel. Hemolimfa merupakan campuran darah dan cairan interstitil.

Berdasarkan tempat mengalirnya cairan tubuh, sistem sirkulasi hewan dibedakan menjadi 2, yaitu sistem sirkulasi darah terbuka dan sistem sirkulasi darah tertutup.

a. Sistem Peredaran Darah Terbuka

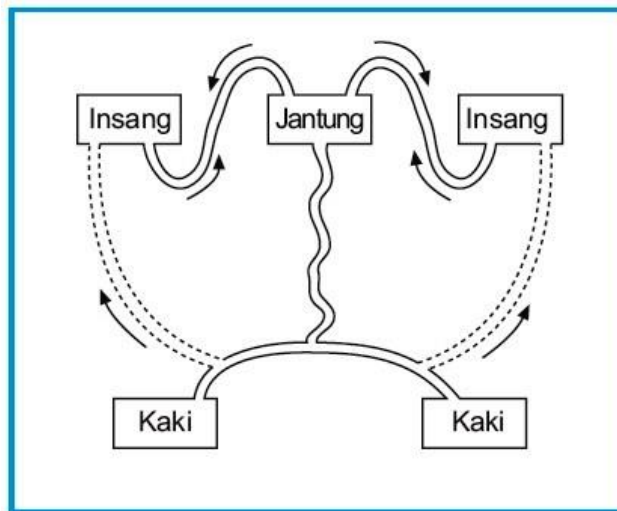
Pada sistem sirkulasi darah terbuka, darah dan cairan lainnya tidak selamanya diedarkan melalui pembuluh darah. Namun, pada saat tertentu darah meninggalkan pembuluh darah dan langsung beredar di dalam rongga-rongga tubuh dan akhirnya kembali lagi ke dalam pembuluh.

Sistem sirkulasi darah terbuka terdiri dari jantung, sejumlah sinus (rongga), dan sejumlah arteri. Jantung berotot tebal, berbentuk sadel atau tabung yang terbungkus oleh perikardium. Arteri merupakan saluran yang berasal dari jantung dan mempunyai valve (katub-katub). Valve ini untuk mencegah darah masuk kembali ke jantung.

Berikut ini dijelaskan sistem sirkulasi darah terbuka pada beberapa hewan.

1) Peredaran Darah pada Udang

Mula-mula darah dipompa dari jantung melalui pembuluh darah menuju bagian bawah tubuh, seperti bagian kaki. Darah dari bagian kaki mengalir menuju insang bagian kiri dan kanan tanpa melalui pembuluh. Di insang, darah mengikat O₂ dan kemudian kembali ke jantung.

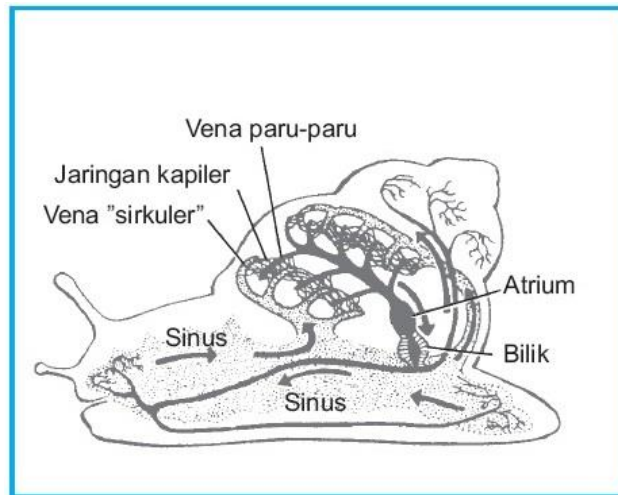


Gambar 9. Peredaran Darah pada Udang

Sumber: www.google.co.id

2) Peredaran Darah pada Mollusca

Alat sirkulasi darah siput terdiri atas jantung dan pembuluh darah yang masih sederhana. Jantung siput terdiri atas atrium dan ventrikel, terletak di dalam rongga perikardial. Jalan sirkulasi darah pada siput diawali dengan darah dipompa dari jantung mengalir melalui sinus menuju jaringan tubuh.



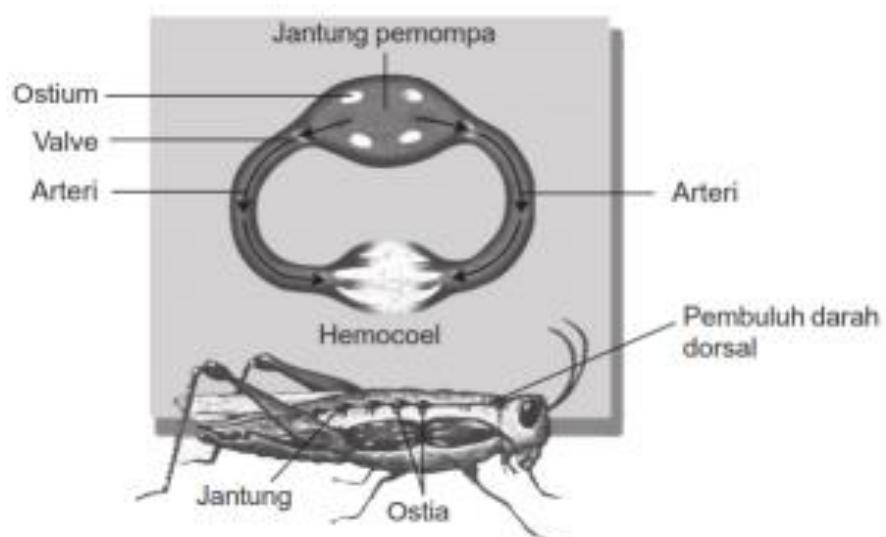
Gambar 10. Peredaran Darah pada Siput
 Sumber: www.google.co.id

3) Peredaran Darah pada Serangga

Serangga memiliki alat sirkulasi darah terbuka yang terdiri atas jantung yang beruas-ruas dan aorta. Serangga tidak memiliki pembuluh kapiler dan vena.

Jantung memompa hemolimfa menuju aorta dorsal hingga jantung dalam keadaan kosong. Selanjutnya hemolimfa menuju hemocoel. Saat jantung berkontraksi, ostium menutup dan pada saat saat jantung mengalami relaksasi, hemolimfa dialirkan kembali menuju jantung.

Darah serangga tidak berwarna karena tidak mengandung hemoglobin, tetapi mengandung hemosianin. Darah serangga hanya digunakan untuk mengangkut sari makanan dari usus ke seluruh tubuh. Darah serangga tidak digunakan untuk pengangkutan gas O₂ maupun CO₂. Pengangkutan gas O₂ dan CO₂ dilakukan oleh sistem trakea.



Gambar 11. Peredaran Darah pada Serangga
 Sumber: www.google.co.id

b. Sistem Peredaran Darah Tertutup

Pada sistem sirkulasi darah tertutup, darah mengalir ke seluruh jaringan tubuh melalui pembuluh. Jantung memompa darah ke seluruh jaringan tubuh melalui pembuluh dan kembali ke jantung juga melalui pembuluh.

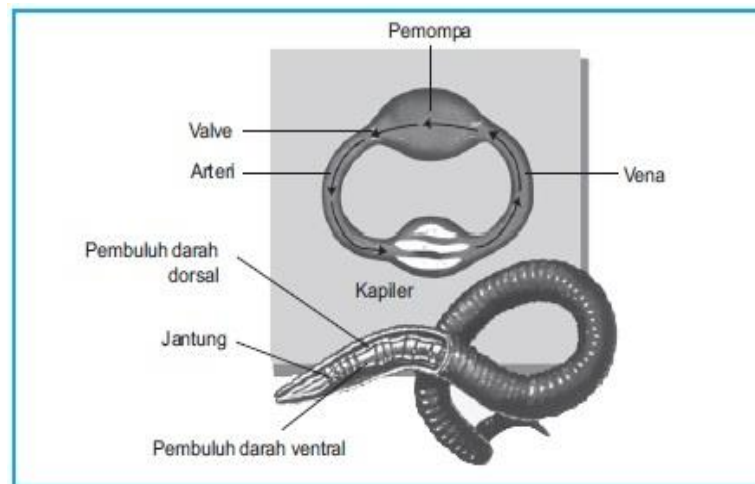
Alat-alat yang menyusun sistem sirkulasi darah tertutup sudah lengkap, yaitu terdiri atas jantung sebagai alat pemompa darah, pembuluh aorta, pembuluh arteri, pembuluh vena, pembuluh kapiler, plasma, dan sel darah, serta jaringan tubuh yang dialirinya.

Berikut ini dijelaskan beberapa hewan yang memiliki sistem sirkulasi darah tertutup.

1) Cacing Tanah

Sistem sirkulasi pada cacing tanah terdiri atas lima pasang jantung pembuluh atau jantung semu yang terletak pada segmen tubuh VII hingga XI. Lima pembuluh darah sejajar dengan panjang tubuh. Pada setiap segmen tubuh terdapat sepasang pembuluh penghubung, pembuluh darah dorsal (punggung), pembuluh ventral (perut), serta anyaman pembuluh kapiler. Jantung pembuluh terdiri dari pembuluh-pembuluh yang berukuran besar, yaitu pembuluh dorsal dan ventral yang mampu berkontraksi.

Aliran darah terjadi karena adanya kontraksi jantung semu (lengkung aorta). Jantung memompa darah dari pembuluh darah dorsal ke pembuluh darah ventral kemudian ke seluruh tubuh. Pertukaran gas pernapasan terjadi di dalam jaringan-jaringan tubuh melalui kapiler. Dari seluruh tubuh, darah menuju dorsal tubuh kemudian baru kembali ke jantung



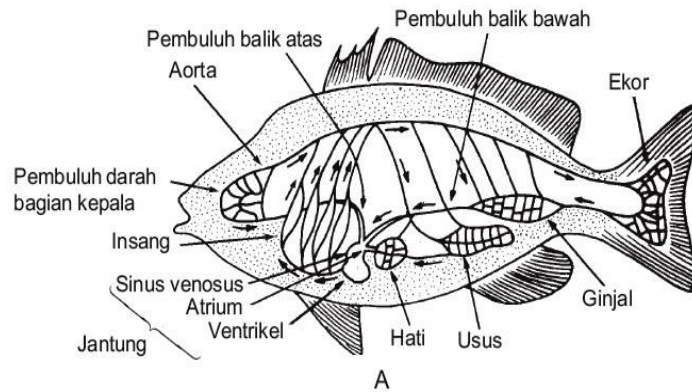
Gambar 12. Peredaran Darah pada Cacing Tanah

Sumber: www.google.co.id

2) Ikan (Pisces)

Alat sirkulasi darah ikan terdiri atas jantung dan sinus venosus. Jantung terdiri atas dua ruangan yaitu atrium dan ventrikel. Jantung terletak di belakang insang, yaitu di dalam rongga perikardium. Sinus venosus adalah struktur penghubung berupa rongga yang menerima darah dari vena dan terbuka di ruang depan jantung. Di antara atrium dan ventrikel terdapat klep untuk menjaga aliran darah tetap searah. Proses sirkulasi darah bermula dari darah yang kaya CO₂ dari seluruh tubuh

kembali ke jantung melalui vena dan berkumpul di sinus venosus kemudian masuk ke atrium, dilanjutkan ke ventrikel dan dipompa menuju insang melewati konus arteriosus. Di insang oksigen diikat dan CO₂ dilepaskan, kemudian masuk ke aorta dorsalis dan diedarkan ke seluruh tubuh, lalu kembali ke jantung melalui vena. Sirkulasi darah ikan disebut sirkulasi darah tunggal karena darah beredar hanya sekali melalui jantung, yaitu jantung --- insang --- seluruh tubuh --- jantung.

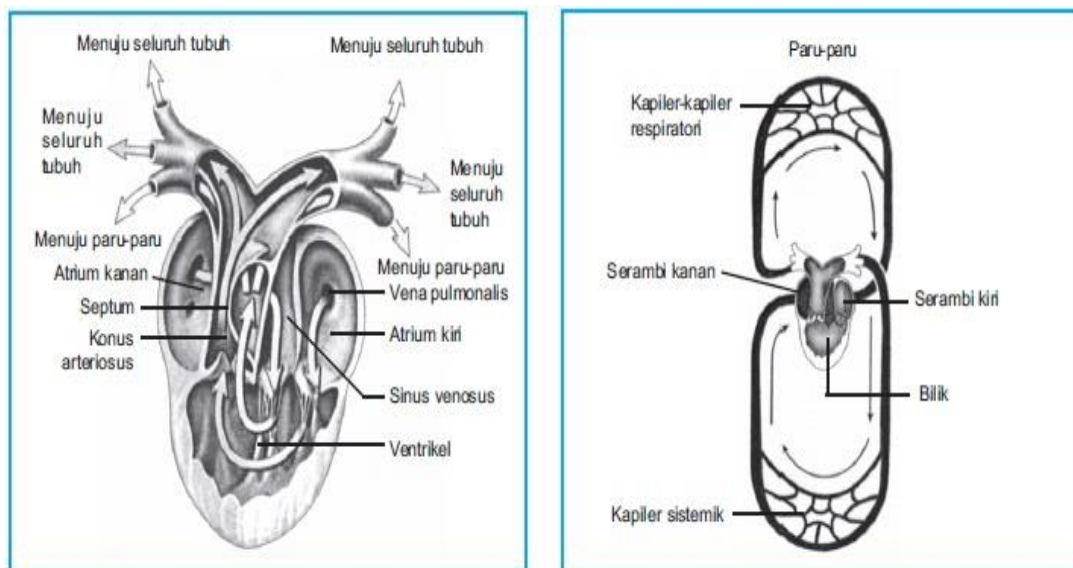


A
Sistem sirkulasi darah lengkap

Gambar 13. Peredaran Darah pada Cacing Ikan
Sumber: www.google.co.id

3) Katak (Amphibia)

Alat sirkulasi darah katak terdiri atas jantung, arteri, vena, kapiler, dan sinus venosus. Jantung terdiri dari 3 ruangan yaitu atrium kiri, atrium kanan, dan satu ventrikel. Di antara atrium dan ventrikel terdapat sekat. Antara atrium kanan dan kiri terdapat katup. Sinus venosus terletak di sebelah dorsal jantung.



Gambar 14. Peredaran Darah pada Katak
Sumber: www.google.co.id

Aliran darah diawali dari seluruh tubuh yang kaya CO₂ masuk ke jantung melalui vena kava. Darah ini mula-mula berkumpul di sinus venosus dan akan masuk ke atrium kanan, dan menuju ventrikel, lalu dipompa menuju paru-paru. Selanjutnya, darah dari paru-paru yang kaya O₂ masuk ke atrium kiri dan menuju ventrikel. Selain dari paru-paru, O₂ juga dapat diperoleh melalui kapiler-kapiler di bawah kulit. O₂ ini masuk ke dalam kulit secara difusi.

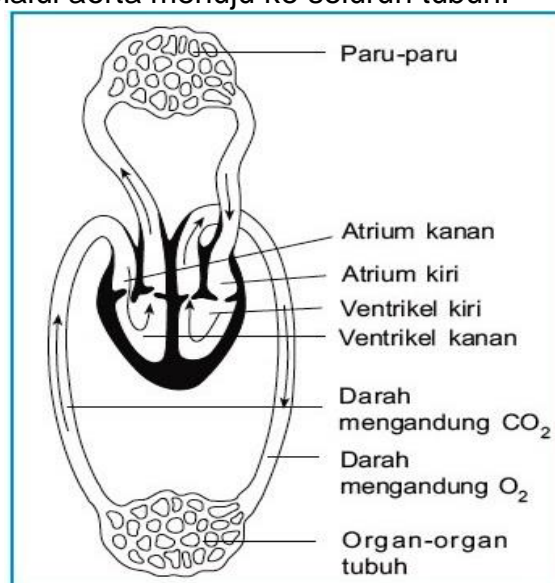
Jadi, di dalam ventrikel kedua jenis darah bercampur. Selanjutnya, darah kaya O₂ dari ventrikel dipompa menuju arteri untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Kulit amfibi juga berperan sebagai alat pernapasan. Oksigen masuk melalui kulit secara difusi, ke kapiler-kapiler di bawah kulit. Darah beredar dari jantung ke seluruh tubuh, kemudian kembali lagi ke jantung. Selain itu, juga terjadi aliran darah dari jantung menuju paru-paru, kemudian kembali lagi ke jantung.

4) Reptilia

Jantung terdiri dari empat ruangan yaitu ventrikel kanan, ventrikel kiri, atrium kanan, dan atrium kiri serta sebuah sinus venosus. Antara ventrikel kanan dan kiri terdapat sekat yang belum sempurna sehingga terjadi percampuran darah yang kaya O₂ dalam ventrikel kiri dengan darah yang kaya CO₂ dalam ventrikel kanan. Khusus pada jantung buaya, pada sekat antarventrikel terdapat lubang kecil yang disebut foramen panizzae yang berfungsi sebagai berikut.

- ✓ Memungkinkan distribusi oksigen yang cukup ke alat pencernaan.
- ✓ Memelihara keseimbangan tekanan cairan di dalam jantung pada waktu menyelam.

Sistem sirkulasi darah pada reptil termasuk sistem sirkulasi darah ganda. Darah dari vena yang kaya CO₂ masuk ke jantung melalui sinus venosus ke bagian atrium kanan lalu ke ventrikel kanan. Kemudian, darah dipompa menuju paru-paru. Darah dari paru-paru yang kaya O₂ masuk ke atrium kiri, dilanjutkan ke ventrikel kiri. Darah dari ventrikel kiri dipompa keluar melalui aorta menuju ke seluruh tubuh.



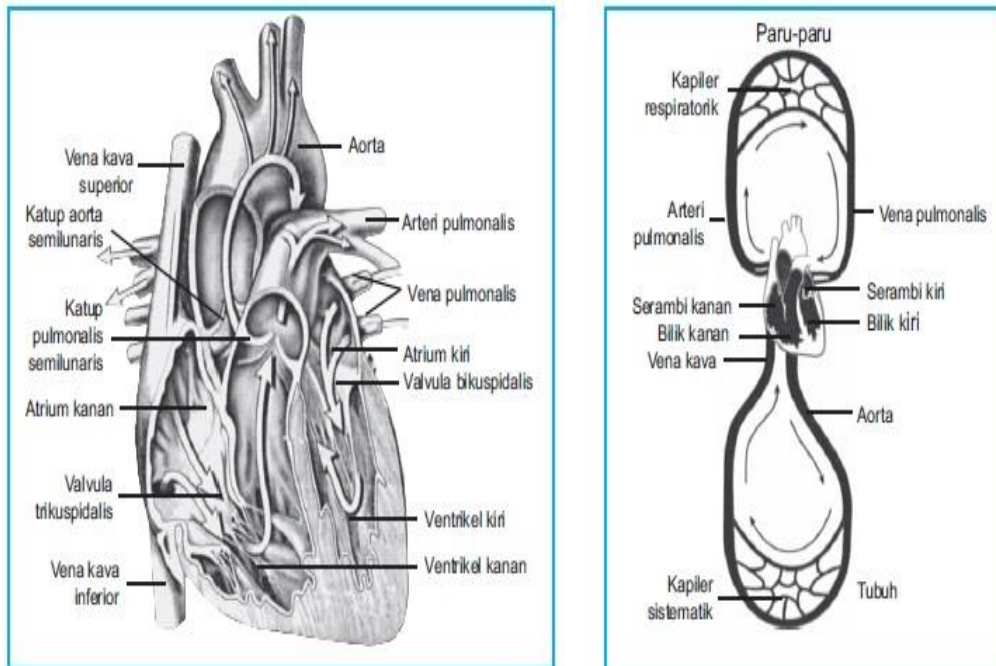
Gambar 14. Peredaran Darah pada Reptil

Sumber: www.google.co.id

5) Aves

Alat sirkulasi darah berupa jantung yang terdiri dari 4 ruang dengan sekat sempurna, arteri dan vena. Sistem sirkulasi darah Aves sama dengan sirkulasi darah pada manusia.

Darah dari vena kava masuk ke atrium kanan, lalu ke ventrikel kanan. Kemudian, darah dipompa ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Darah dari paru-paru kembali ke atrium kiri melalui vena pulmonalis, lalu menuju ventrikel kiri. Di ventrikel kiri darah dipompa ke seluruh tubuh melalui aorta.



Gambar 15. Peredaran Darah pada Aves

Sumber: www.google.co.id

II. LATIHAN

Petunjuk :

Sebelum menjawab latihan di bawah ini, anda diharapkan telah membaca uraian materi yang telah disajikan diatas. Kemudian jawablah pertanyaan pada latihan di bawah ini dengan jelas dan benar.

Jawablah latihan soal di bawah ini sesuai petunjuk!

- 1) Apa yang dimaksud sistem sirkulasi darah?
- 2) Alat-alat apa saja yang menyusun sistem sirkulasi darah manusia?
- 3) Apa saja komponen-komponen darah?
- 4) Apa fungsi darah bagi tubuh?
- 5) Bagaimana proses terjadinya pembekuan darah?
- 6) Bagaimana cara menentukan golongan darah manusia?
- 7) Apa saja bagian-bagian jantung?

- 8) Gangguan atau penyakit apa saja yang dapat terjadi pada sistem sirkulasi darah?
- 9) Apakah yang dimaksud dengan sirkulasi getah bening?
- 10) Apa yang dimaksud sistem sirkulasi darah terbuka dan sistem sirkulasi darah tertutup?
11. Hewan-hewan apa saja yang memiliki sistem sirkulasi darah terbuka dan sistem sirkulasi darah tertutup?

III. RANGKUMAN

- Sistem sirkulasi ada dua macam yaitu sistem sirkulasi darah dan sistem sirkulasi limfa (getah bening)
- Sistem sirkulasi darah terdiri dari darah dan alat peredaran darah.
- Sistem sirkulasi getah bening terdiri dari cairan limfa dan pembuluh limfa.
- Darah manusia tersusun atas sel-sel darah dan plasma darah.
- Sel-sel darah terdiri atas eritrosit, leukosit, dan trombosit.
- Plasma darah tersusun dari air, protein, hormon, mineral, enzim, antibodi, urea, O₂ CO₂ dan N₂.
- Eritrosit berbentuk bikonkaf, seperti cakram dengan garis tengah 7,5 μ m, dan tidak berinti.
- Leukosit tidak berwarna serta mempunyai inti bulat dan cekung.
- Trombosit berbentuk oval tidak berinti dan berukuran kecil sekitar 3–4 μ m.
- Fungsi darah:
 - mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh
 - mengangkut sari-sari makanan dari usus ke jaringan tubuh
 - mengangkut karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru
 - mengangkut hasil ekskresi dari jaringan tubuh ke ginjal
 - mengatur dan mengontrol temperatur tubuh
- Jantung mempunyai empat ruangan yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri, dan bilik kanan.
- Pembuluh darah manusia terdiri dari arteri, vena, dan kapiler.
- Ada empat golongan darah yaitu A, B, AB, dan O.
- Gangguan atau penyakit yang terjadi pada sistem sirkulasi darah yaitu anemia, blue baby, hemofilia, leukimia, sklerosis, koronaria trombosis, varises, dan embolus.
- Sistem sirkulasi hewan dibedakan menjadi dua yaitu sistem sirkulasi darah terbuka dan sistem sirkulasi darah tertutup.
- Pada sistem sirkulasi darah terbuka, darah dan cairan lainnya tidak selamanya diedarkan melalui pembuluh darah.
- Pada sistem sirkulasi darah tertutup, darah mengalir ke seluruh jaringan tubuh melalui pembuluh.
- Sistem sirkulasi darah terbuka terdapat pada udang dan serangga. Sistem sirkulasi darah tertutup terdapat pada Pisces, Amphibia, Reptilia, dan Aves.

IV. TES FORMATIF

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap paling benar!

1. Pengangkutan oksigen dari paru-paru dilakukan oleh darah. Bagian darah yang mengikat oksigen tersebut yaitu
A. leukosit
B. eritrosit
C. hemoglobin
D. sel-sel darah
2. Bagian darah yang berperan dalam pembekuan yaitu
A. fibrinogen
B. monosit
C. limfosit
D. trombosit
3. Karl Landsteiner membagi darah menjadi 4 golongan, yaitu A, B, AB, dan O berdasarkan
A. banyak sedikitnya protein dalam plasma
B. adanya antigen dalam darah
C. ada tidaknya aglutinogen
D. ada tidaknya aglutinogen dan aglutinin
4. Jika dalam darah seseorang terdapat aglutinogen B dan aglutinin negatif, orang tersebut mempunyai golongan darah
A. A
B. B
C. O
D. A atau AB
5. Beberapa kelainan sistem sirkulasi sebagai berikut.
1) hemofilia
2) eritoblastosis fetalis
3) leukemia
4) anemia sickle cell
5) blue baby
Kelainan sistem sirkulasi yang bersifat genetik yaitu
A. 1) dan 2)
B. 1) dan 4)
C. 3) dan 4)
D. 4) dan 5)
6. Hewan yang memiliki sistem sirkulasi darah tertutup yaitu
A. belalang dan katak
B. siput dan ikan
C. cacing tanah dan katak
D. udang dan nyamuk
7. Sirkulasi darah jantung menuju paru-paru dan kembali ke jantung disebut sirkulasi darah
A. tunggal
B. kecil
C. ganda
D. besar
8. Sistem sirkulasi darah pada cacing bersifat tertutup sebab
A. peredarannya melalui pembuluh darah punggung
B. peredarannya melalui pembuluh darah perut
C. selama peredarannya, darah selalu dalam pembuluh
D. sistem sirkulasi darah terdapat pembuluh darah punggung, perut, dan samping.

9. Bagian jantung yang menerima darah dari pulmo yaitu
 A. atrium sinister /kiri C. ventrikel dexter/kanan
 B. atrium dexter/kanan D. arteri pulmonalis
10. Pembuluh darah yang membawa darah keluar dari jantung (ventrikel kiri) menuju anggota tubuh serta ke organ tubuh lainnya disebut pembuluh
 A. arteri C. arteriole
 B. vena D. limfa

V. Umpan Balik dan tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban tes formatif 1 yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : 10) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 - 100%
Baik	=	80 - 89%
Cukup	=	70 - 78%
Kurang	=	0 - 69%

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 805 ke atas, Selamat anda telah mencapai indikator pembelajaran yang diharapkan. Namun bila pencapaian yang anda dapatkan masih kurang, anda harus mengulangi kegiatan belajar 1 terutama pada bagian yang belum ada kuasai.

VI. Daftar Pustaka

Anggaeni,R. 2010. Pembuatan CD Pembelajaran Sistem Peredaran Darah manusia Berbasis Flash.
https://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=sistem+peredaran+darah&oq=

Nisa, I. 2012. Pengembangan Perangkat pembelajaran IPA Terpadu Tipe Connected Dengan Topik Peredaran Darah Untuk Kelas VIII SMP. Jurnal Pendidikan Sains. Vol 1. No. 1
<http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/224>

Fauziah, dkk. 2009. IPA untuk Kelas VIII. BSE. Pusat Perbukuan Kemendikbud.

Harminto, S. 2017. Biologi Umum. Jakarta: Universitas Terbuka.
<https://dosenbiologi.com/manusia/sistem-peredaran-darah-manusia>

http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._PEND._LUAR_BIASA/195905081984031-NANA_JUMHANA/modul_lengkap/Bio7modul_7.pdf
 Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SD. Jakarta : Depdiknas.

- Purnomo, dkk. 2009. *Biologi Kelas XI*. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Puspita,.Diana, dkk. 2009. *Alam Sekitar IPA Terpadu Kelas VII*. BSE. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Rumanta, M. 2009. *Praktikum IPA di SD*. Jakarta : Universitas Terbuka
- Sembiring. Langkah, Sudjino. 2009. *Biologi. Kelas XII*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Subardi, dkk. 2009. *Biologi untuk Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Usman Samatowa,. 2011. *Pembelajaran IPA di SD*. Jakarta : Indeks
- Wasis, dkk. IPA SMP dan MTS IX. BSE. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo,A. dkk. 2006. *Pendidikan IPA di SD*. Bandung : UPI Press
- Winarsih, dkk. 2008. *IPA Terpadu untuk Kelas Menengah*, Depdikbud.
- Zuliani,R, dkk. 2014. *Konsep Dasar IPA I*. PGSD, Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Buku Biologi SD, SMP, SMA (yang relevan)

VII. Lampiran
Kunci Jawaban Tes Formatif

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