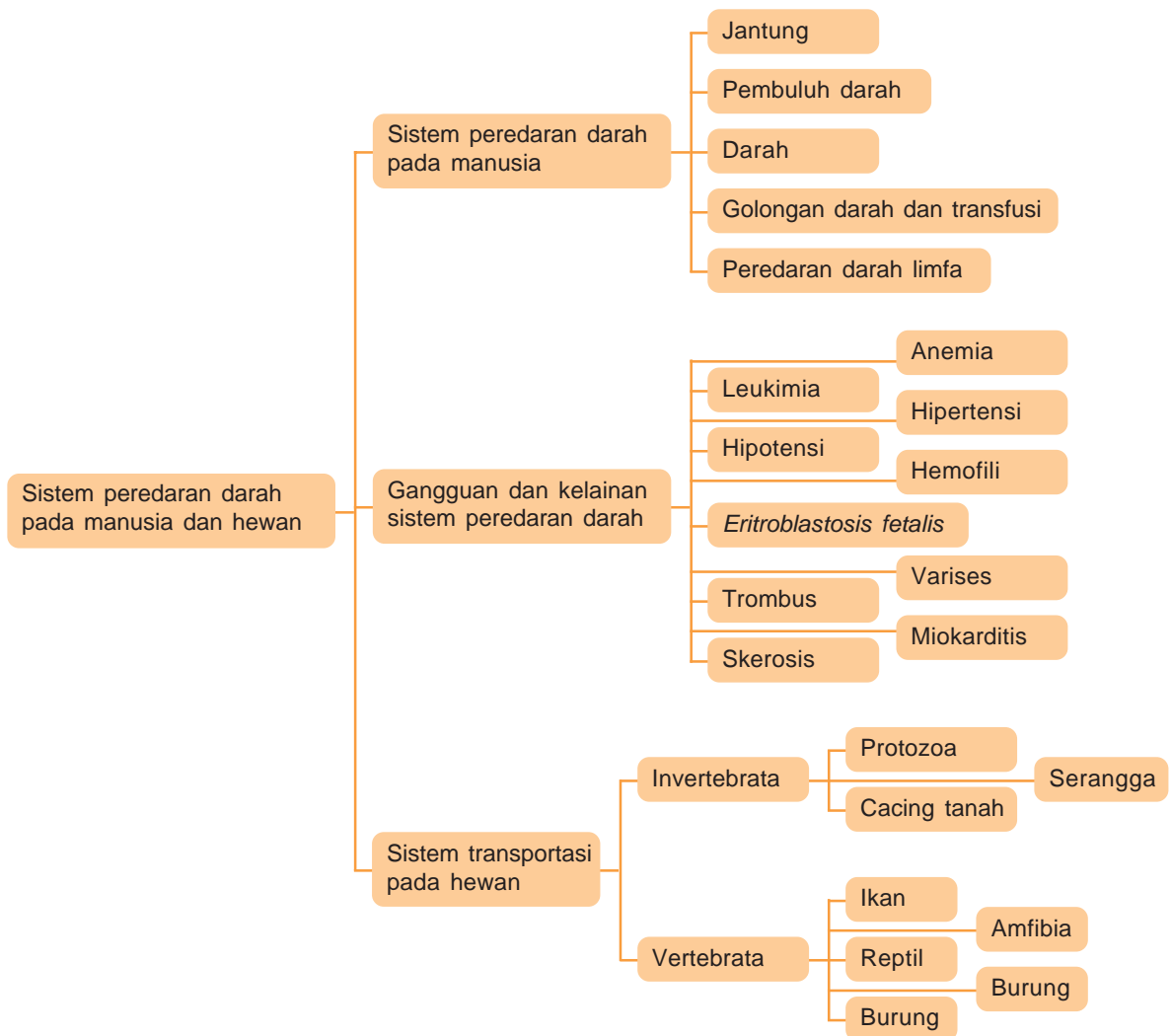


Peta Konsep



Tahukah kamu bagaimana zat makanan yang sudah dicerna didistribusikan ke seluruh tubuh? Kamu pasti ingat bahwa tubuh organisme merupakan gabungan dari berbagai sistem organ. Salah satunya adalah sistem peredaran darah yang berfungsi untuk mengedarkan zat makanan ke seluruh tubuh. Zat makanan berguna untuk pertumbuhan, mengganti sel-sel yang rusak, dan untuk beraktivitas.

Sistem peredaran darah disebut juga sistem transportasi, yang terjadi pada hewan vertebrata dan invertebrata. Pada hewan invertebrata lebih tepat digunakan istilah sistem transportasi. Hal ini disebabkan karena hewan invertebrata mengedarkan makanan tidak melalui pembuluh darah. Setelah mempelajari bab ini, kamu dapat memahami tentang struktur, fungsi proses, dan penyakit pada sistem peredaran darah manusia dan hewan. Mari cermati uraiannya.

## A Sistem Peredaran Darah pada Manusia

Pada manusia, sistem transportasi atau peredaran darah terdiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

### 1. Jantung

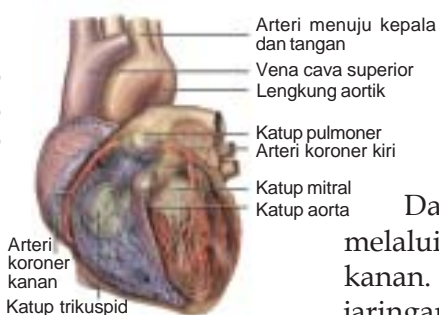
Jantung terletak di rongga dada, diselaputi oleh suatu membran pelindung yang disebut *perikardium*. Dinding jantung terdiri atas jaringan ikat padat yang membentuk suatu kerangka fibrosa dan otot jantung. Serabut otot jantung bercabang-cabang dan beranastomosis secara erat.

#### a. Struktur dan cara kerja jantung

Jantung manusia dan mamalia lainnya mempunyai empat ruangan, yaitu atrium kiri dan kanan, serta ventrikel kiri dan kanan. Dinding ventrikel lebih tebal daripada dinding atrium, karena ventrikel harus bekerja lebih kuat untuk memompa darah ke organ-organ tubuh yang lainnya. Selain itu, dinding ventrikel kiri lebih tebal daripada ventrikel kanan, karena ventrikel kiri bekerja lebih kuat memompa darah ke seluruh tubuh. Sedangkan, ventrikel kanan hanya memompa darah ke paru-paru. Atrium kiri dan kanan dipisahkan oleh sekat yang disebut *septum atriorum*. Sedangkan, sekat yang memisahkan ventrikel kiri dan kanan dinamakan *septum interventrikularis*.

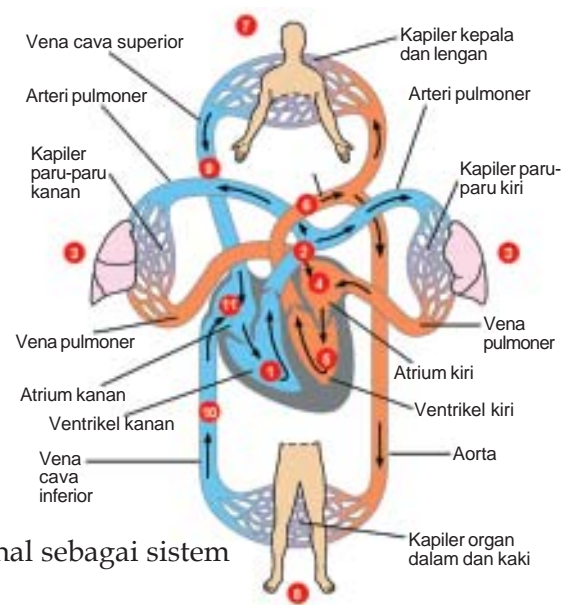
Darah kotor dari tubuh masuk ke atrium kanan, kemudian melalui katup yang disebut katup trikuspid mengalir ke ventrikel kanan. Nama trikuspid berhubungan dengan adanya tiga daun jaringan yang terdapat pada lubang antara atrium kanan dan ventrikel kanan. Kontraksi ventrikel akan menutup katup trikuspid, tetapi membuka katup pulmoner yang terletak pada

Sumber: Image.google.co.id



**Gambar 5.1**  
Struktur jantung

lubang masuk arteri pulmoner. Darah masuk ke dalam arteri pulmoner yang langsung bercabang-cabang menjadi cabang kanan dan kiri yang masing-masing menuju paru-paru kanan dan kiri. Arteri-arteri ini bercabang pula sampai membentuk arteriol. Arteriol-arteriol memberi darah ke pembuluh kapiler dalam paru-paru. Di sinilah darah melepaskan karbondioksida dan mengambil oksigen. Selanjutnya, darah diangkut oleh pembuluh darah yang disebut venul, yang berfungsi sebagai saluran anak dari vena pulmoner. Empat vena pulmoner (dua dari setiap paru-paru) membawa darah kaya oksigen ke atrium kiri jantung. Hal ini merupakan bagian sistem sirkulasi yang dikenal sebagai sistem pulmoner atau *peredaran darah kecil*.



Sumber: Image.google.co.id

**Gambar 5.2**  
Skema peredaran darah manusia

Dari atrium kiri, darah mengalir ke ventrikel kiri melalui katup bikuspid. Kontraksi ventrikel akan menutup katup bikuspid dan membuka katup aortik pada lubang masuk ke aorta. Cabang-cabang yang pertama dari aorta terdapat tepat di dekat katup aortik. Dua lubang menuju ke arteri-arteri koroner kanan dan kiri. Arteri koroner ialah pembuluh darah yang memberi makan sel-sel jantung. Arteri ini menuju arteriol yang memberikan darah ke pembuluh kapiler yang menembus seluruh bagian jantung. Kemudian, darah diangkut oleh venul menuju ke vena koroner yang bermuara ke atrium kanan. Sistem sirkulasi bagian ini disebut *sistem koroner*.

Selain itu, aorta dari ventrikel kiri juga bercabang menjadi arteri yang mengedarkan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh (kecuali paru-paru), kemudian darah miskin oksigen diangkut dari jaringan tubuh oleh pembuluh vena ke jantung (atrium kanan). Peredaran darah ini disebut *peredaran darah besar*.

### b. Denyut jantung dan tekanan darah

Otot jantung mempunyai kemampuan untuk berdenyut sendiri secara terus menerus. Suatu sistem integrasi di dalam jantung memulai denyutan dan merangsang ruang-ruang di dalam jantung secara berurutan. Pada mamalia, setiap kontraksi dimulai dari simpul sinoatrium. Simpul sinoatrium atau pemacu terdiri atas serabut purkinje yang terletak antara atrium dan sinus venosus. Impuls menyebar ke seluruh bagian atrium dan ke simpul atrioventrikel. Selanjutnya, impuls akan diteruskan ke otot ventrikel melalui serabut purkinje. Hal ini berlangsung cepat sehingga kontraksi ventrikel mulai pada apeks jantung dan menyebar dengan cepat ke arah pangkal arteri besar yang meninggalkan jantung.



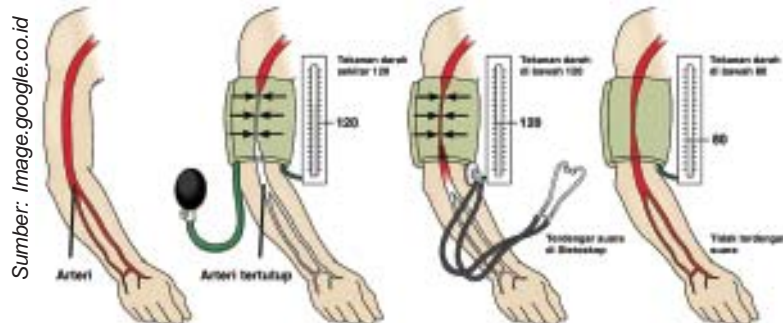
Mengapa jumlah denyut jantung orang yang sedang berolah raga lebih tinggi daripada orang yang sedang istirahat?

Diskusikan dengan teman sebangkumu.

Kecepatan denyut jantung dalam keadaan sehat berbeda-beda, dipengaruhi oleh pekerjaan, makanan, umur dan emosi. Irama dan denyut jantung sesuai dengan siklus jantung. Jika jumlah denyut ada 70 maka berarti siklus jantung 70 kali semenit. Kecepatan normal denyut nadi pada waktu bayi sekitar 140 kali permenit, denyut jantung ini makin menurun dengan bertambahnya umur, pada orang dewasa jumlah denyut jantung sekitar 60 - 80 per menit.

Pada orang yang beristirahat jantungnya berdetak sekitar 70 kali per menit dan memompa darah 70 ml setiap denyut (volume denyutan adalah 70 ml). Jadi, jumlah darah yang dipompa setiap menit adalah  $70 \times 70$  ml atau sekitar 5 liter. Sewaktu banyak bergerak, seperti olahraga, kecepatan jantung dapat menjadi 150 setiap menit dan volume denyut lebih dari 150 ml. Hal ini, membuat daya pompa jantung 20 - 25 liter per menit.

Darah mengalir, karena kekuatan yang disebabkan oleh kontraksi ventrikel kiri. Sentakan darah yang terjadi pada setiap kontraksi dipindahkan melalui dinding otot yang elastis dari seluruh sistem arteri. Peristiwa ketika jantung mengendur atau sewaktu darah memasuki jantung disebut *diastol*. Sedangkan, ketika jantung berkontraksi atau pada saat darah meninggalkan jantung disebut *sistol*. Tekanan darah manusia yang sehat dan normal sekitar 120 atau 80 mm Hg. 120 merupakan tekanan sistol, dan 80 adalah tekanan diastole.



**Gambar 5.3**  
Tekanan sistol dan diastol

## 2. Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan jalan bagi darah yang mengalir dari jantung menuju ke jaringan tubuh, atau sebaliknya. Pembuluh darah dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu pembuluh nadi, pembuluh vena, dan pembuluh kapiler.

### a. Pembuluh nadi

Pembuluh nadi atau pembuluh arteri ialah pembuluh darah yang membawa darah dari jantung menuju kapiler. Arteri vertebrata dilapisi endotel dan mempunyai dinding yang relatif tebal yang mengandung jaringan ikat elastis dan otot polos. Arteri cenderung terletak agak lebih dalam di jaringan badan.

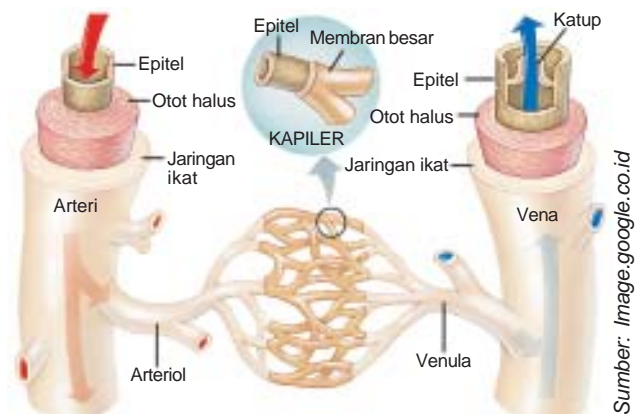


Dinding arteri besar (aorta) yang keluar dari jantung banyak mengandung jaringan ikat. Kekuatan tiap sistol ventrikel mendorong darah ke dalam arteri dan melebarkannya agar dapat menampung darah tersebut. Pada waktu diastol, kelenturan dinding bagian pertama arteri tersebut membantu mendorong darah ke bagian arteri yang menjadi lebar. Elastisitas arteri yang besar itu mengubah arus darah menjadi mantap dan tenang. Peregangan dan kontraksi arteri yang terjadi bergantian dengan sangat cepat menuju perifer (7,5 m per detik) yang dapat dirasakan sebagai denyut nadi.

Setelah arteri mencapai jaringan, arteri akan bercabang-cabang. Pada tiap cabang rongga saluran menjadi makin sempit, tetapi jumlah luas penampang makin besar sehingga kecepatan arus darah berkurang dan tekanannya menurun.

### b. Pembuluh vena

Pembuluh vena atau pembuluh balik ialah pembuluh darah yang membawa darah ke arah jantung. Pembuluh vena terdiri atas tiga lapisan, seperti pembuluh arteri. Dari lapisan dalam ke arah luar adalah endotel, jaringan elastik dan otot polos, serta jaringan ikat fibrosa. Pada sepanjang pembuluh vena, terdapat katup-katup yang mencegah darah kembali ke jaringan tubuh. Pembuluh vena terletak lebih ke permukaan pada jaringan tubuh daripada pembuluh arteri.



**Gambar 5.4**  
Arteri dan vena manusia

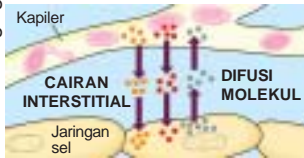
Perbedaan pembuluh arteri dengan pembuluh vena dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1** Perbedaan arteri dengan vena

No.	Sifat	Arteri	Vena
1.	dinding	tebal dan elastis	tipis, kurang elastis
2.	katup	satu pada pangkal arteri	banyak, sepanjang vena
3.	letak	di bagian dalam tubuh	permukaan tubuh
4.	tekanan	kuat, jika terpotong darah memancar	lemah, jika terpotong darah menetes
5.	arah aliran	ke luar jantung	masuk ke jantung

Pada manusia dan mamalia, selain pembuluh darah vena dari jaringan tubuh yang kembali ke jantung, ada pula vena yang sebelum kembali ke jantung singgah dahulu ke suatu alat tubuh, misalnya darah dari usus sebelum ke jantung singgah dulu ke hati. Peredaran darah ini disebut *sistem vena porta*.

Sumber: Image.google.co.id



**Gambar 5.5**  
Pertukaran kapiler

### c. Pembuluh kapiler

Pembuluh kapiler ialah pembuluh darah kecil yang mempunyai diameter kira-kira sebesar sel darah merah, yaitu  $7,5 \mu\text{m}$ . Meskipun diameter sebuah kapiler sangat kecil, jumlah kapiler yang timbul dari sebuah arteriol cukup besar sehingga total daerah sayatan melintang yang tersedia untuk aliran darah meningkat. Pada orang dewasa kira-kira ada 90.000 km kapiler.

Dinding kapiler terdiri atas satu lapis sel epitel yang permiablel daripada membran plasma sel. Oksigen, glukosa, asam amino, berbagai ion dan zat lain yang diperlukan secara mudah dapat berdifusi melalui dinding kapiler ke dalam cairan interstitium mengikuti gradien konsentrasinya. Sebaliknya, karbondioksida, limbah nitrogen, dan hasil sampingan metabolisme lain dapat dengan mudah berdifusi ke dalam darah.

## 3. Darah

Medium transpor dari sistem sirkulasi adalah darah. Darah tidak hanya mengangkut oksigen dan karbondioksida ke dan dari jaringan-jaringan dan paru-paru. Tetapi juga mengangkut bahan lainnya ke seluruh tubuh. Hal ini meliputi molekul-molekul makanan (seperti gula, asam amino) limbah metabolisme (seperti urea), ion-ion dari macam-macam garam (seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), dan hormon-hormon. Darah juga berfungsi mengedarkan panas dalam tubuh. Selain itu, darah memainkan peranan aktif dalam memerangi bibit penyakit.

Darah yang terdapat di dalam tubuh kira-kira 8% bobot tubuh. Jadi, seorang laki-laki dengan bobot badan 70 kg mempunyai volume darah kira-kira 5,4 liter.

Darah manusia terdiri atas dua komponen, yaitu sel-sel darah yang berbentuk padatan dan plasma darah yang berbentuk cairan. Jika darah disentrifugasi, maka darah akan terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian paling bawah adalah sel-sel darah merah, lapisan di atasnya adalah lapisan berwarna kuning yang berisi sel-sel darah putih. Sedangkan, lapisan paling atas adalah plasma darah.

**Tabel 5.2** Komposisi darah dan fungsinya

Plasma 55%		Sel-Sel Darah	
Kandungan	Fungsi Utama	Jenis dan Jumlah ( $\text{mm}^3$ )	Kandungan
<b>Air</b>	pelarut bagi zat-zat lain	sel darah merah (5 - 6 juta)	mengangkut $\text{O}_2$ dan membantu $\text{CO}_2$
<b>Garam</b> - sodium - potassium - calcium	- Mempertahankan tekanan osmotik - Mempertahankan pH dan regulasi	sel darah putih (5.000 - 10.000)	pertahanan tubuh dan kekebalan

Sumber: Encarta Library 2005



**Gambar 5.6**  
Komponen darah terdiri atas komponen cair dan padat

- <i>magnesium</i> - <i>klorida</i>	- permeabilitas membran		
<b>Plasma protein</b> - <i>albumin</i> - <i>fibrinogen</i> - <i>imunoglobulins</i>	- mempertahankan tekanan osmotik dan pH - proses pembekuan darah - pertahanan tubuh (antibodi)	keping darah (250.000 - 400.000)	pembekuan darah

### a. Sel-sel darah

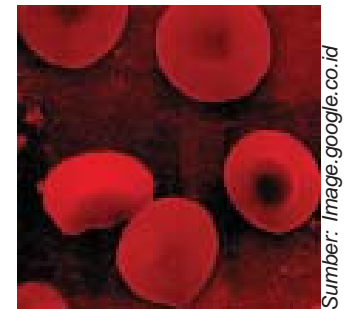
Sel-sel darah dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah. Sel-sel darah ini cukup besar sehingga dapat diamati dengan mikroskop biasa.

#### 1) Sel darah merah (eritrosit)

Dari ketiga macam sel darah, sel darah merah mempunyai jumlah terbanyak. Pada wanita normal mempunyai kira-kira 4,5 juta sel darah merah dalam setiap mm<sup>3</sup> darah. Sedangkan, pada laki-laki normal sekitar 5 juta sel darah merah setiap mm<sup>3</sup>. Selain itu, jumlah sel darah merah juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat seseorang hidup dan kesehatan seseorang.

Sel-sel darah merah mempunyai bentuk cakram bikonkaf dengan diameter 7,5 µm, ketebalan 2 µm, dan tidak berinti sel. Bentuk bikonkaf ini mempercepat pertukaran gas-gas antara sel-sel dan plasma darah. Sel darah merah dibentuk dalam tulang-tulang rusuk, tulang dada, dan tulang belakang. Eritrosit memiliki pigmen respirasi, yaitu hemoglobin yang berperan mengikat oksigen sehingga membentuk oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>).

Jangka hidup sel-sel darah merah kira-kira 120 hari. Sel-sel darah merah yang telah tua akan ditelan oleh sel-sel fagositik dalam hati. Sebagian besar besi dari hemoglobin digunakan kembali. Sedangkan, sisa dari molekul hemoglobin yang dipecah menjadi pigmen empedu yang diekskresikan oleh hati ke dalam empedu.



Sumber: Image.google.co.id

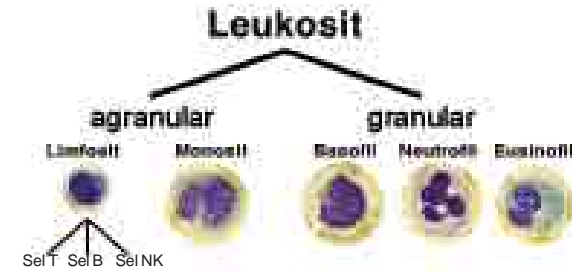
**Gambar 5.7**  
Sel darah merah

#### 2) Sel darah putih (leukosit)

Sel darah putih mempunyai satu inti sel dan berbentuk tidak tetap. Fungsi umum dari sel darah putih adalah melindungi tubuh dari infeksi. Umur leukosit dalam sistem peredaran darah adalah 12 - 13 hari. Berdasarkan granula yang dikandung sitoplasma, sel darah putih dapat dibedakan menjadi sel darah putih bergranula (granulosit) dan sel darah putih yang tidak bergranula (agranulosit). Leukosit yang bergranula, contohnya *eusinofil* (2 - 4 %), *basofil* (0,5 - 1 %), dan *neutrofil* (60 - 70 %). Sedangkan, leukosit yang tidak bergranula, contohnya limfosit (20 - 25 %) dan monosit (3 - 8 %).

Neutrofil dan monosit melindungi tubuh dengan cara melakukan endositosis terhadap partikel asing yang masuk ke dalam tubuh. Jumlah eusinofil akan meningkat jika tubuh

mengidap cacing-cacing parasit. Basofil berperan dalam reaksi alergi dengan membentuk sel *mast*. Sedangkan, limfosit berperan dalam pembentukan antibodi.



**Gambar 5.8**  
Macam-macam sel darah putih

Semua sel-sel darah putih dibuat dalam sumsum tulang dan kelenjar limfa. Jumlah sel darah putih di dalam tubuh kira-kira 5.000 - 10.000 sel setiap  $\text{mm}^3$  darah. Jika terjadi infeksi, jumlah leukosit di dalam tubuh bisa meningkat mencapai 30.000. Jumlah leukosit yang melebihi jumlah normal ini disebut *leukopeni*. Sedangkan, jumlah leukosit yang kurang dari jumlah normal disebut *leukosis*. Contoh keadaan jumlah leukosit menjadi lebih besar dari normal adalah leukimia atau kanker darah. Leukosit yang sangat banyak ini mengakibatkan fagositosis terhadap sel darah merah oleh sel darah putih.

### 3) Keping-keping darah (trombosit)

Keping-keping darah adalah fragmen sel-sel yang dihasilkan oleh sel-sel besar (megakariosit) dalam sumsum tulang. Trombosit berbentuk seperti cakera atau lonjong dan berukuran 2  $\mu\text{m}$ . Keping-keping darah mempunyai umur hanya 8 - 10 hari. Secara normal dalam setiap  $\text{mm}^3$  darah terdapat 150.000 - 400.000 keping-keping darah. Trombosit memiliki peranan dalam pembekuan darah.

#### b. Plasma darah

Plasma darah ialah cairan berwarna kekuning-kuningan dan terdapat sel-sel darah. Komponen terbesar dari plasma darah adalah air. Dalam plasma darah terlarut molekul-molekul dan ion-ion yang beraneka ragam. Molekul-molekul ini meliputi glukosa yang bekerja sebagai sumber utama energi untuk sel-sel dan asam amino. Selain molekul makanan, juga terdapat sisa metabolisme sel. Vitamin-vitamin dan hormon juga terdapat dalam plasma darah. Sejumlah ion, misalnya  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  terdapat dalam plasma darah. Kira-kira 7 % plasma terdiri atas molekul-molekul protein, seperti fibrinogen yang esensial untuk proses pembekuan darah.

## 4. Golongan Darah dan Transfusi

Darah manusia dapat digolongkan berdasarkan komposisi aglutinogen dan aglutininnya. Antigen adalah suatu jenis protein yang mampu merangsang pembentukan antibodi. Penggolongan ini sangat bermanfaat untuk transfusi darah. Untuk lebih memahami, mari ikuti uraian tentang golongan darah dan transfusi darah berikut ini.



### a. Golongan darah

Golongan darah pada manusia dapat dibedakan menjadi empat golongan berdasarkan ada atau tidak adanya antigen (aglutinogen) dan antibodi (aglutinin). Orang yang bergolongan darah A, pada membran sel darah merah mengandung antigen atau aglutinogen A. Sementara, plasma darahnya mengandung aglutinin  $\beta$  (antibodi  $\beta$ ). Orang yang bergolongan darah B, pada membran sel darah merah mengandung aglutinogen B, sementara plasma darahnya mengandung aglutinin  $\alpha$  (antibodi  $\alpha$ ).

Orang yang bergolongan darah AB, pada membran sel darah merah mengandung aglutinogen A dan B, sementara plasma darahnya tidak mengandung antibodi  $\alpha$  dan  $\beta$ . Sedangkan, orang yang bergolongan darah O, pada membran sel darah merah tidak memiliki aglutinogen A dan B, sementara plasma darahnya mengandung aglutinin  $\alpha$  dan  $\beta$ . Untuk lebih memahami, mari perhatikan Tabel 5.3 di bawah ini.

**Tabel 5.3.** Aglutinogen dan aglutinin dalam darah

Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	$\beta$
B	B	$\alpha$
AB	A B	—
O	—	$\alpha$ dan $\beta$

### b. 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).

Jika antigen A (aglutinogen A) bertemu dengan antibodi  $\alpha$  (aglutinin  $\alpha$ ), maka darah akan menggumpal atau membeku. Begitu pula sebaliknya, jika antigen B (aglutinogen B) bertemu dengan antibodi  $\beta$  (aglutinin  $\beta$ ), maka darah juga akan menggumpal atau membeku.

Golongan darah O dapat menjadi donor bagi semua golongan darah, karena golongan darah ini tidak memiliki aglutinogen A maupun B sehingga tidak menyebabkan aglutinasi atau penggumpalan darah. Oleh karena itu, golongan darah O disebut donor universal. Golongan darah O hanya dapat menerima darah dari orang yang bergolongan darah O juga, dan tidak dapat menerima darah dari golongan darah yang lainnya karena golongan darah O memiliki antibodi  $\alpha$  dan  $\beta$ .

**Tabel 5.4.** Skema Kemungkinan Terjadinya Transfusi Darah

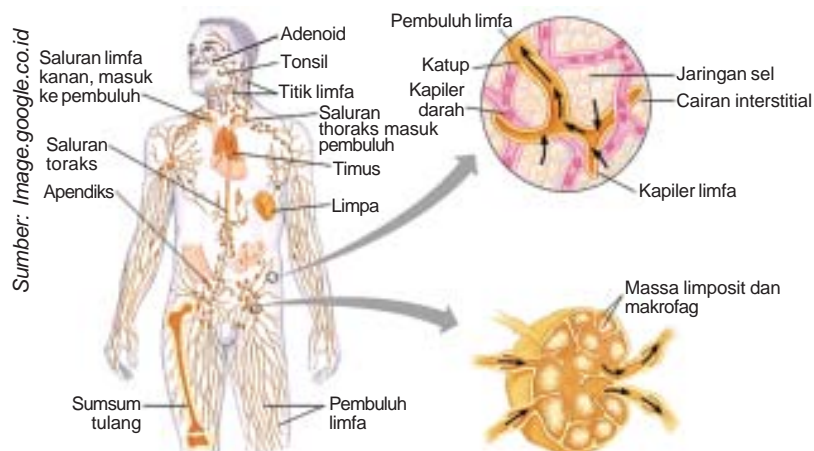
Resipien					
Aglutinin					
D O N O R	Aglutinogen	A	B	AB	O
	A	-	+	-	+
	B	+	-	-	+
	AB	+	+	-	-
	O	-	-	-	-
+ = terjadi penggumpalan					
- = tidak terjadi penggumpalan					

Golongan darah AB merupakan resipien universal, karena dapat menerima darah dari golongan darah A, B, AB, maupun O. Hal ini disebabkan karena golongan darah AB tidak mempunyai antibodi (aglutinin)  $\alpha$  maupun  $\beta$ , tetapi hanya memiliki antigen (aglutinogen) A dan B.

Selain golongan darah, ada faktor lain yang menentukan dalam transfusi darah, yaitu suatu antigen yang dimiliki manusia yang dinamakan rhesus. 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.

## 5. Peredaran Limfa

Pada mamalia dan manusia, selain peredaran darah, terdapat pula peredaran limfa atau getah bening. Cairan limfa tidak mengandung eritrosit dan trombosit, tetapi banyak mengandung sel darah putih, yaitu limfosit. Limfa berperan dalam mengangkut sisa metabolisme, lemak dari usus, dan menghancurkan kuman. Peredaran limfa tidak selalu melalui pembuluh sehingga disebut peredaran terbuka.



**Gambar 5.9**  
Pembuluh getah bening (limfa) pada manusia

Peredaran limfa dimulai dari jaringan dan berakhir pada pembuluh balik di bawah selangka. Cairan limfa berasal dari plasma darah dalam kapiler darah yang keluar menuju jaringan tubuh. Kemudian, cairan limfa ini masuk ke dalam dua macam pembuluh getah bening, yaitu duktus limfatikus dekster dan duktus toraksikus sinister. Duktus limfatikus dekster ialah pembuluh yang mengalirkan cairan limfa dari kepala, leher, dada, paru-paru, jantung, dan tangan sebelah kanan masuk ke pembuluh balik bawah tulang selangka kanan. Sedangkan, duktus toraksikus sinister ialah pembuluh yang mengalirkan cairan limfa dari kepala, leher, dada, paru-paru, jantung, dan tangan sebelah kiri masuk ke pembuluh balik di bawah tulang selangka kiri.

Gangguan pada darah dan sistem peredaran darah dapat terjadi karena kerusakan, faktor keturunan, dan lainnya. Gangguan tersebut, antara lain:

## **B** **Gangguan dan Kelainan Sistem Peredaran Darah**

### **1. Anemia**

Anemia adalah penyakit kekurangan darah. Hal ini disebabkan karena kekurangan zat hemoglobin dan zat besi.

### **2. Leukimia (Kanker Darah)**

Leukimia merupakan kelainan sistem peredaran darah yang disebabkan oleh pertumbuhan sel darah putih atau leukosit yang tidak terkendali. Sehingga, sel darah putih berlebih dan memakan sel darah merah.

### **3. Hipertensi**

Hipertensi adalah tekanan darah tinggi, yang disebabkan karena penyempitan pembuluh darah. Tekanan sistolnya sekitar 140 - 200 mmHg dan tekanan diastolnya sekitar 90 - 110 mmHg. Tekanan darah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah atau tersumbatnya arteri di otak. Hal ini dapat mengakibatkan penderita meninggal dunia karena stroke.

### **4. Hipotensi**

Hipotensi adalah tekanan darah rendah, tekanan sistolnya di bawah 100 mmHg. Penderita hipotensi biasanya mengalami pusing-pusing dan jantung berdetak lebih cepat.

## 5. Hemofili

Hemofili adalah penyakit keturunan berupa darah sukar membeku jika terjadi luka. Darah akan terus mengalir lewat luka sekecil apapun sehingga penderita meninggal karena kehabisan darah.

## 6. Penyakit Kuning pada Bayi (*Eritroblastosis Fetalis*)

Penyakit *eritroblastosis fetalis* disebabkan karena aglutinin atau anti rh darah ibu masuk ke dalam darah anaknya yang memiliki rh<sup>+</sup>. Hal ini menyebabkan sel-sel darah anak rusak atau menggumpal.

## 7. Varises

Varises adalah pelebaran pembuluh balik (vena). Umumnya terjadi pada wanita hamil, orang yang terlalu lama berdiri atau jongkok.

## 8. 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.

## 9. Miokarditis

Miokarditis adalah kelainan pada otot jantung karena radang. Peradangan ini menyebabkan kerja otot jantung terganggu.

## 10. Sklerosis

Sklerosis adalah kelainan pembuluh nadi yang mengeras. Hal ini menyebabkan elastisitas pembuluh darah menurun sehingga tekanan darah meningkat. Jika sklerosis terjadi pada arteriol di otak, maka akan menyebabkan stroke.

## C

## Sistem Transportasi pada Hewan

Sistem peredaran darah disebut juga sistem transportasi yang terjadi pada hewan vertebrata dan invertebrata. Mari cermati uraiannya.

### 1. Transportasi pada Invertebrata

Hewan invertebrata memiliki sistem transportasi yang berbeda-beda. Berikut ini akan dijelaskan beberapa sistem transportasi pada hewan invertebrata.

#### a. Protozoa

Hewan protozoa tidak membutuhkan suatu sistem pengangkutan yang khusus. Difusi, pengangkutan aktif, dan aliran sitoplasma cukup menjamin sebagian tubuhnya mendapat bahan-bahan yang memadai.

##### 1) *Paramecium*

Pada *Paramecium* yang hanya terdiri atas satu sel, transportasi dilakukan oleh sel itu sendiri. Proses masuknya gas oksigen ke dalam sel dan pengeluaran gas karbondioksida terjadi secara difusi melalui membran plasma. Sedangkan, makanan yang berukuran kecil ditelan oleh sel melalui sitostom (mulut sel) yang kemudian dicerna di dalam vakuola makanan. Molekul-molekul makanan yang telah dicerna, kemudian secara difusi atau pengangkutan aktif oleh vakuola kontraktil masuk ke dalam sitoplasma.

##### 2) *Planaria* dan *Hydra*

Sistem transportasi pada *planaria* dan *hydra* dilakukan oleh aliran cairan di dalam ruang gastrovaskuler yang bercabang-cabang. Ruang gastrovaskuler ini dilapisi oleh sel endosit. Pencernaan pada *planaria* dan *hydra* terjadi secara intrasel yang dilakukan di dalam sel endosit. Dengan demikian, percabangan ruang gastrovaskuler yang mengandung sel-sel endosit menyebabkan permukaan dalam saluran pencernaan menjadi luas sehingga efisien dalam penyerapan zat. Pada *planaria*, saluran pengeluarannya bercabang-cabang ke seluruh jaringan tubuh dan mengumpulkan zat-zat sisa metabolisme untuk dikeluarkan melalui sel-sel api.

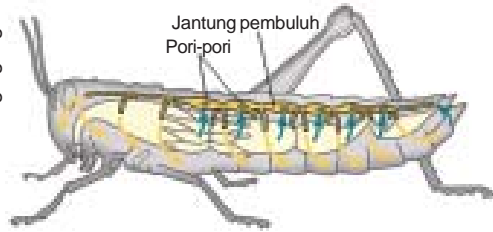
#### b. Serangga

Sistem transportasi pada serangga terjadi tidak hanya di dalam pembuluh darah, tetapi juga terjadi di dalam rongga badan serangga tersebut. Sistem transportasi demikian dinamakan sistem peredaran darah terbuka.

Pada belalang terdapat homosol, yaitu rongga badan yang mengecil. Untuk efisiensi aliran dan pembagian darah,



Sumber: Image.google.co.id



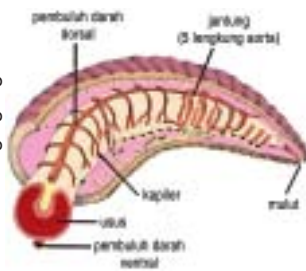
**Gambar 5.10**  
Sistem transportasi belalang

homosoel ini terbagi menjadi kamar-kamar yang disebut *sinus*. Bagian sistem tertutup pada peredaran darah adalah sebuah jantung tabung yang panjang dan aorta yang terdapat di sebelah dorsal. Jantung memompa darah ke dalam sinus-sinus dorsal dari homosoel yang merupakan tempat terjadinya pertukaran bahan-bahan. Sambil berkontraksi, katup-katup kecil pada dinding jantung terbuka, kemudian darah masuk dari sinus dorsal ke jantung. Darah serangga berwarna biru karena mengandung pigmen respirasi haemosianin.

### c. Cacing tanah

Cacing tanah berukuran relatif besar dan kompleks. Cacing ini memiliki sistem peredaran darah tertutup. Peredaran darah tertutup adalah peredaran darah yang mengalir di dalam pembuluh darah dan pembuluh kapiler darah.

Sumber: Image.google.co.id



**Gambar 5.11**  
Sistem transportasi cacing tanah

Pompa yang mengatur aliran cairan pada cacing tanah ialah lima pasang gelung aorta. Kontraksi otot dari dinding gelung aorta ini mendesak darah mengalir ke dalam pembuluh darah ventral. Pembuluh darah ventral mengangkut darah ke arah belakang dan mengalirkannya ke pembuluh kapiler. Pada pembuluh kapiler ini terjadi pertukaran bahan-bahan dengan sel. Setelah itu, darah ke pembuluh darah dorsal. Pembuluh darah ini berkontraksi menurut irama, mendesak darah kembali ke gelung aorta. Darah cacing tanah memiliki hemoglobin yang berfungsi mengikat  $O_2$ .

## 2. Sistem Transportasi pada Vertebrata

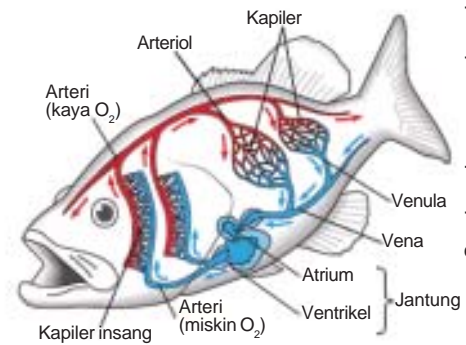
Sistem transportasi pada hewan vertebrata adalah sistem peredaran darah tertutup, karena darah mengalir di dalam pembuluh darah dan kapiler darah. Pada kapiler darah terjadi pertukaran zat makanan maupun udara. Sistem peredaran darah tertutup dapat dibagi menjadi dua, yaitu peredaran darah tunggal dan peredaran darah ganda.

### a. Ikan

Sistem transportasi ikan merupakan peredaran darah tunggal, karena hanya satu kali melalui jantung dalam satu peredaran darah lengkap. Jantung ikan tersusun atas sebuah sinus venosus, atrium, ventrikel, dan sebuah konus arteriosus yang tersusun secara linier.

Darah kotor yang terkumpul dari seluruh badan ikan masuk ke atrium yang berdinding tipis. Pada waktu jantung kendur, darah mengalir melalui sebuah katup ke dalam ventrikel yang berdinding tebal. Kontraksi ventrikel yang kuat

mendesak darah keluar melalui aorta ventralis yang bercabang-cabang menjadi 6 pasang *lung* aorta yang menjulur secara dorsal menuju insang melalui arteri eferen brankialis. Darah yang mengandung  $\text{CO}_2$  tersebut dilepaskan ke dalam air melalui kapiler dalam insang dan  $\text{O}_2$  berdifusi dari air menuju insang. Darah dari insang yang mengandung  $\text{O}_2$ , kemudian meninggalkan insang menuju aorta dorsalis. Aorta dorsalis membagi darah ini menjadi cabang-cabang yang menuju ke seluruh bagian tubuh. Pada seluruh bagian tubuh ini  $\text{O}_2$  digunakan oleh sel, yang menghasilkan  $\text{CO}_2$ . Darah kotor dari tubuh bagian depan kembali ke jantung melalui vena kardinalis anterior, sedangkan darah kotor dari tubuh bagian belakang masuk ke jantung melalui vena kardinalis posterior. Darah kotor dari hati kembali ke jantung melewati vena hepatika.



Sumber: Image.google.co.id

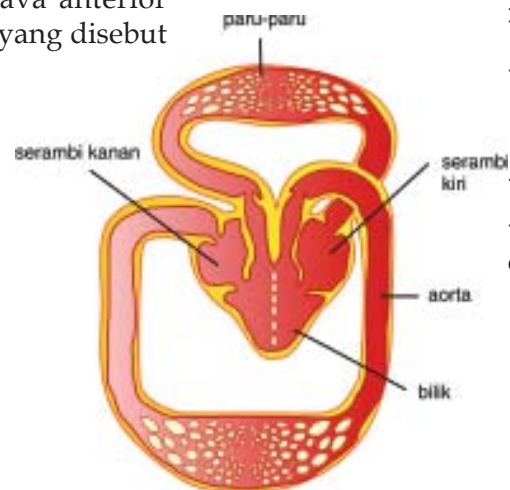
**Gambar 5.12**  
Sistem transportasi ikan

### b. Amfibia

Peredaran darah pada amfibia, contohnya katak ialah peredaran darah ganda karena darah melalui jantung sebanyak dua kali, yaitu pada saat peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Peredaran darah kecil ialah peredaran darah dari jantung menuju paru-paru, kemudian menuju jantung kembali. Peredaran darah besar ialah peredaran darah dari jantung menuju ke seluruh tubuh lalu kembali ke jantung.

Jantung katak memiliki tiga ruang, yaitu dua atrium dan satu ventrikel. Jadi, darah yang mengalir dari tubuh (darah miskin  $\text{O}_2$ ) dan paru-paru (darah kaya  $\text{O}_2$ ) terpisahkan oleh dua buah atrium, tetapi keduanya bersatu dalam satu ventrikel. Pada jantung katak terdapat muara dari vena cava anterior dan vena cava posterior, berupa suatu gelembung yang disebut sinus venosus.

Atrium kanan menerima darah miskin oksigen dari pembuluh darah balik (vena) yang berasal dari seluruh tubuh kecuali paru-paru. Sedangkan, darah dari paru-paru yang kaya oksigen dialirkan ke atrium kiri. Darah dari kedua atrium kemudian mengalir ke satu ventrikel. Kontraksi ventrikel ini akan mendesak darah ke sebuah pembuluh yang bercabang-cabang menjadi cabang kiri dan kanan. Masing-masing dari cabang ini langsung bercabang-cabang menjadi tiga arteri pokok. Arteri anterior mengalirkan darah ke kepala dan otak. Cabang tengah, *lung* aorta mengalirkan darah ke jaringan interna dan alat dalam badan, sedangkan arteri posterior mengalirkan darah ke kulit dan paru-paru.



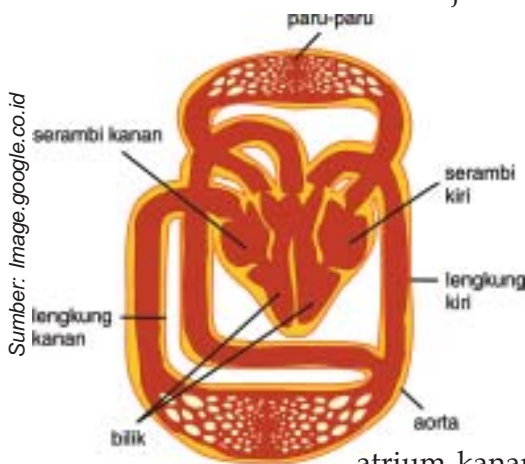
Sumber: Image.google.co.id

**Gambar 5.13**  
Sistem peredaran katak

Darah dari bagian anterior kembali ke jantung melalui vena cava anterior, dan dari tubuh bagian belakang melalui vena cava posterior yang bermuara pada sinus venosus dan masuk ke jantung melalui atrium kanan. Sedangkan, atrium kiri dimasuki oleh darah dari paru-paru melalui vena pulmoner.

### c. Reptilia

Reptilia, contohnya kadal, mempunyai suatu modifikasi jantung yang lebih maju daripada amfibi. Pada jantung kadal, septum atau sekat membagi ventrikel secara tidak sempurna. Bila ventrikel berkontraksi, lubang pada septum tertutup sehingga ventrikel terbagi menjadi dua kamar yang benar-benar terpisah walaupun sesaat. Ini mencegah pencampuran darah yang kaya oksigen dan miskin oksigen. Hal ini menyebabkan kadal digolongkan menjadi hewan yang mempunyai empat ruang dalam jantungnya.



**Gambar 5.14**  
Sistem peredaran darah reptil

Reptil memiliki sistem peredaran darah ganda, yaitu peredaran darah ke paru-paru dan peredaran darah ke seluruh tubuh. Darah dari jantung dipompa oleh ventrikel kanan menuju paru-paru melalui arteri pulmonalis. Selanjutnya, darah dari paru-paru masuk ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Dari atrium kiri, darah menuju ventrikel kiri, kemudian dipompa melalui aorta ke seluruh tubuh. Aorta bercabang menjadi arteri anterior yang menuju tubuh bagian depan dan arteri posterior yang menuju tubuh bagian belakang. Darah kembali dari tubuh menuju atrium kanan jantung melalui pembuluh vena. Pembuluh dari tubuh bagian depan disebut vena cava anterior, sedangkan dari tubuh bagian belakang disebut vena cava posterior.

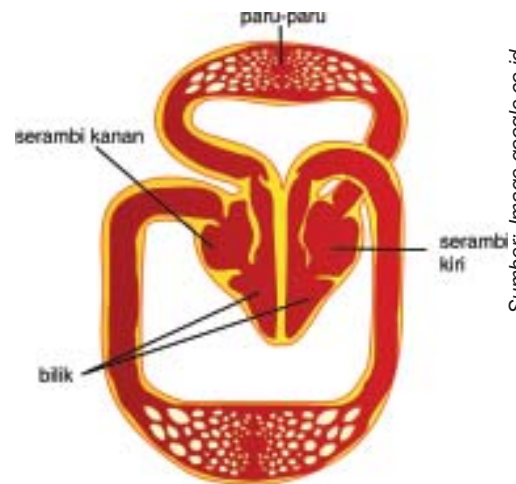
### d. Aves

Pada burung, septum jantung telah sempurna sehingga jantung burung empat ruangan, yaitu dua ruang atrium berdinding tipis dan dua ruang ventrikel dengan dinding yang tebal. Baik antara atrium kanan dan kiri, maupun antara ventrikel kanan dan kiri telah benar-benar terpisah.

Atrium kanan menerima darah miskin oksigen dari seluruh tubuh kecuali paru-paru. Kemudian, darah menuju ventrikel kanan dan dipompakan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis. Sesampainya di paru-paru, darah melepaskan karbondioksida dan mengambil oksigen. Darah kaya oksigen ini dibawa dari paru-paru menuju atrium kiri melalui pembuluh darah vena pulmonalis. Peredaran darah dari jantung ke paru-paru, kemudian kembali lagi ke jantung ini disebut *peredaran darah kecil*.

Darah dari atrium kiri menuju ventrikel kiri. Darah di dalam ventrikel kiri ini dipompa ke luar menuju organ-organ tubuh melalui aorta. Aorta memiliki dua percabangan, yaitu lengkung aorta dan arteri carotid yang menuju leher dan kepala. lengkung aorta bercabang-cabang menjadi arteri yang mengalirkan darah ke berbagai organ tubuh, misalnya arteri subclavia yang menuju sayap.

Dari organ tubuh, darah kembali ke jantung melalui pembuluh vena. Darah dari tubuh bagian belakang menuju ke jantung melalui vena cava dorsalis, dan dari tubuh bagian depan melalui vena cava ventralis.



Sumber: Image.google.co.id

**Gambar 5.15**  
Sistem peredaran darah burung



Mari Merangkum

Kamu telah mempelajari sistem peredaran darah pada manusia dan hewan. Hal-hal penting apa sajakah yang harus diketahui dalam mempelajarinya? Catatlah dalam bentuk rangkuman. Kemudian, tukarlah hasil rangkumanmu dengan rangkuman teman. Berikan masukan dan saran pada rangkuman masing-masing.

## Daftar Istilah

<b>Aglutinasi</b>	= proses penggumpalan darah.
<b>Aglutinin</b>	= protein dalam plasma darah yang dapat menggumpalkan aglutinogen.
<b>Antigen</b>	= protein asing yang masuk ke dalam tubuh.
<b>Aglutininogen</b>	= protein dalam eritrosit yang dapat digumpalkan oleh aglutinin.
<b>Diastol</b>	= irama relaksasi jantung, pada saat serambi jantung menguncup.
<b>Fagositosis</b>	= cara sel darah putih menghancurkan mikroorganisme dengan mengelilingi, membungkus dan menghancurkannya.
<b>Gastrovaskuler</b>	= rongga dalam tubuh invertebrata yang berfungsi sebagai alat pencernaan dan sirkulasi darah.

<b>Kapiler</b>	= pembuluh darah terkecil yang tersusun oleh selapis epitel.
<b>Lung aorta</b>	= garis berlekuk pada aorta.
<b>Perikardium</b>	= selubung pembungkus jantung.
<b>Serum</b>	= komponen cair dari darah (tanpa sel darah dan fibrinogen).
<b>Sistol</b>	= irama kontraksi jantung pada saat bilik jantung menguncup.