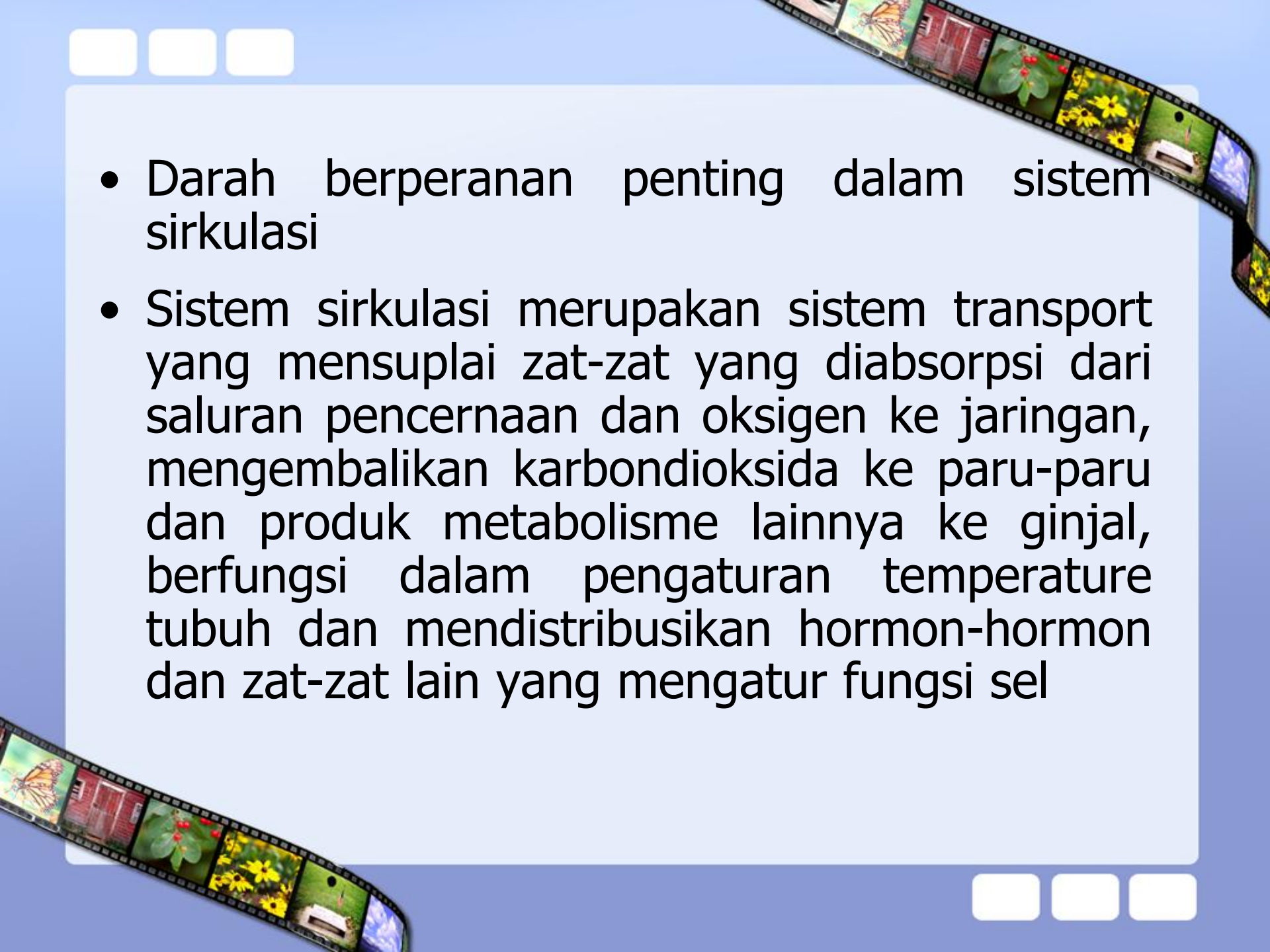


# Darah

Diah Tri Widayati, Ph.D



- 
- Darah berperan penting dalam sistem sirkulasi
  - Sistem sirkulasi merupakan sistem transport yang mensuplai zat-zat yang diabsorpsi dari saluran pencernaan dan oksigen ke jaringan, mengembalikan karbondioksida ke paru-paru dan produk metabolisme lainnya ke ginjal, berfungsi dalam pengaturan temperature tubuh dan mendistribusikan hormon-hormon dan zat-zat lain yang mengatur fungsi sel



- Sifat darah:

BD berkisar 1,046-1,052, tekanan osmotik: 28 mmHg, viskositas 1,7 pada suhu 37°C, pH 7,0-7,8

- Darah terdiri atas unsur seluler dan plasma:

- ✓ Unsur seluler:

- erythrocyte (RBC/SDM)

- leucocyte (WBC/SDP)

- trombocyte (platelets)

- Sel-sel campuran dari sistem reticuloendotelia

- ✓ Plasma: air, protein, elektrolit, glukosa, enzim-enzim dan hormon

● Pada orang dewasa: erythrocyte, leucocyte dan trombosit dibentuk dalam sumsum tulang



● Pada fetus: sel-sel darah juga dibentuk di dalam hati dan limpa



# Fungsi Darah

- Berperanan dalam respirasi (transport oksigen dan karbondioksida)
- Transport bahan makanan, terutama absorbed food
- Ekskresi (kidney, lungs, skin dan intestine)
- Pengaturan suhu tubuh (melalui oksidasi CHO dan Lemak)
- Menjaga keseimbangan asam-basa (buffering capacity)
- Regulasi keseimbangan air
- Pertahanan tubuh
- Transport hormon
- Penggumpalan darah (aksi thrombocytes)
- Transport bahan2 metabolit (supply of chemical)

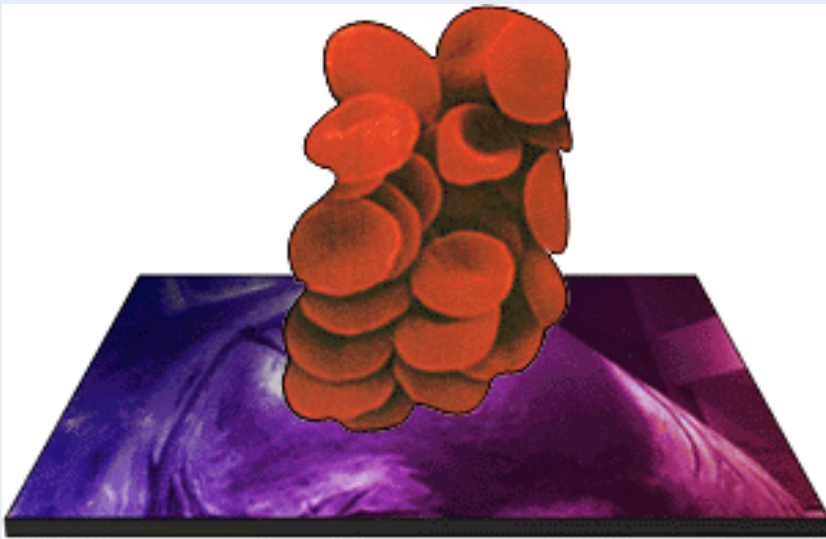
# Volume Darah

- Bervariasi tergantung pada umur, ukuran fisik, aktivitas fisik, kesehatan, makanan, status reproduksi dan faktor-faktor lingkungan
- Pengaturan volume darah secara kontinyu diatur oleh:
  - ✓ Water intake dan water loss
  - ✓ Konsentrasi ion Na
  - ✓ Keseimbangan antara volume plasma dan cairan dalam ruang jaringan
  - ✓ Perubahan dari masa sel merah yang disebabkan oleh aksi hormon erythropotin dalam sumsum tulang

Volume darah dari beberapa hewan dan persentase terhadap berat badan

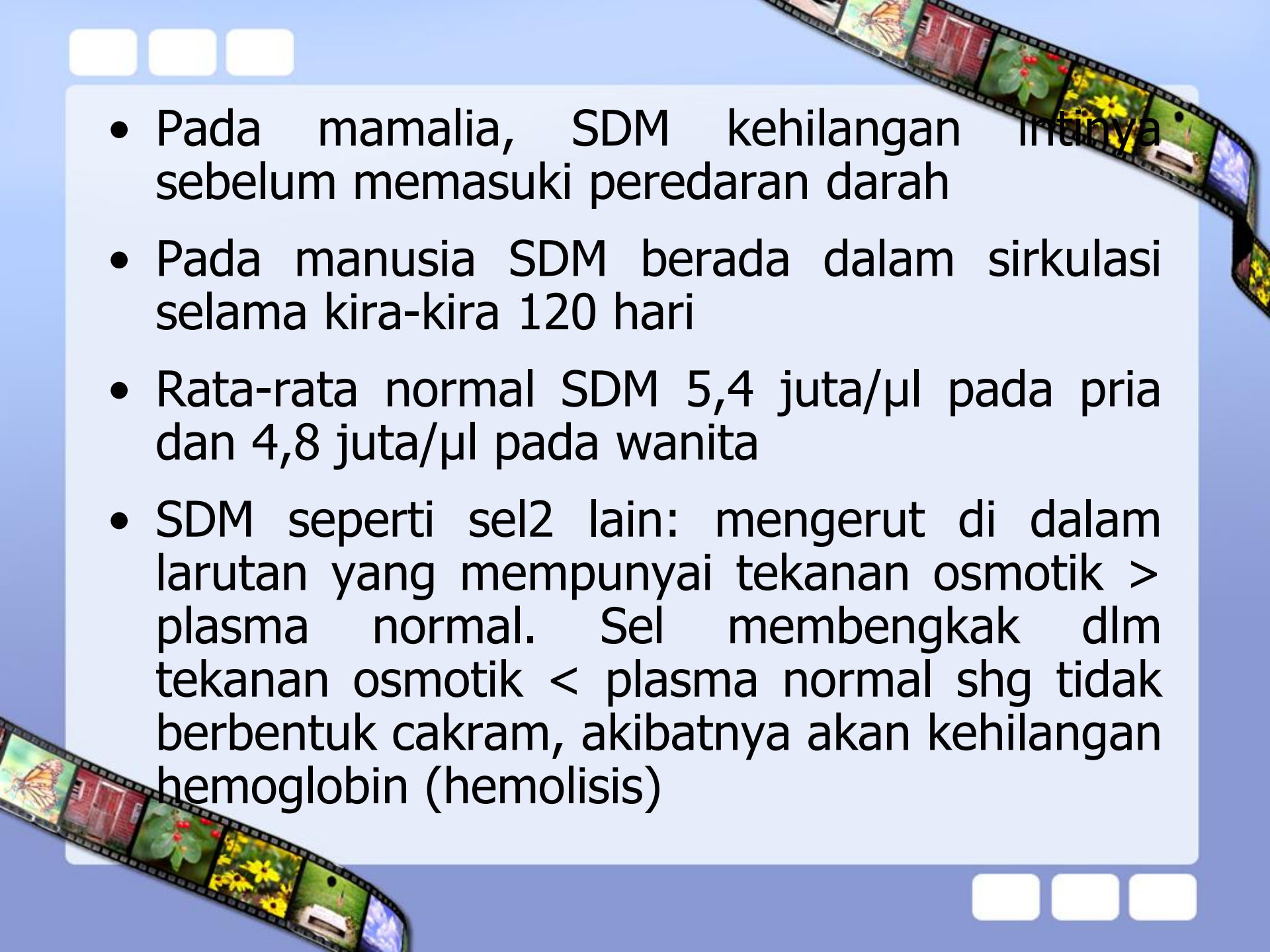
<b>Species</b>	<b>Volume darah normal (ml/lb)</b>	<b>% BB</b>
<b>Pedet (muda)</b>	<b>46-50</b>	<b>10-11</b>
<b>Pedet (&gt; 1 tahun)</b>	<b>28-30</b>	<b>6-7</b>
<b>Sapi Dewasa</b>	<b>28-30</b>	<b>6-7</b>
<b>Domba, kambing</b>	<b>28-30</b>	<b>6-7</b>
<b>Babi</b>	<b>25</b>	<b>5-6</b>
<b>Anjing</b>	<b>35-40</b>	<b>8-9</b>
<b>Kuda</b>	<b>45-50</b>	<b>10-11</b>
<b>Kucing</b>	<b>28-30</b>	<b>6-7</b>

# Erythrocytes



- Membawa hemoglobin dalam sirkulasi
- Berbentuk piring (disc) yang biconcave
- Diameter 4-8  $\mu\text{m}$ , tebal 2  $\mu\text{m}$
- Pada mamalia sel darah merah tidak bernukleus, kecuali pada awal pembentukan dan pada hewan-hewan tertentu
- Sel darah merah pada unggas bernukleus dan berbentuk elips
- Sel darah merah terdiri dari air (65%), Hb (33%) dan sisanya tdd sel merah stroma, lemak, mineral, vitamin, bahan organik lainnya dan ion K (ion intraseluler yang dominant).



- 
- Pada mamalia, SDM kehilangan intinya sebelum memasuki peredaran darah
  - Pada manusia SDM berada dalam sirkulasi selama kira-kira 120 hari
  - Rata-rata normal SDM 5,4 juta/ $\mu$ l pada pria dan 4,8 juta/ $\mu$ l pada wanita
  - SDM seperti sel2 lain: mengerut di dalam larutan yang mempunyai tekanan osmotik > plasma normal. Sel membengkak dlm tekanan osmotik < plasma normal shg tidak berbentuk cakram, akibatnya akan kehilangan hemoglobin (hemolisis)

## Jumlah RBC per mm<sup>3</sup> pada beberapa species

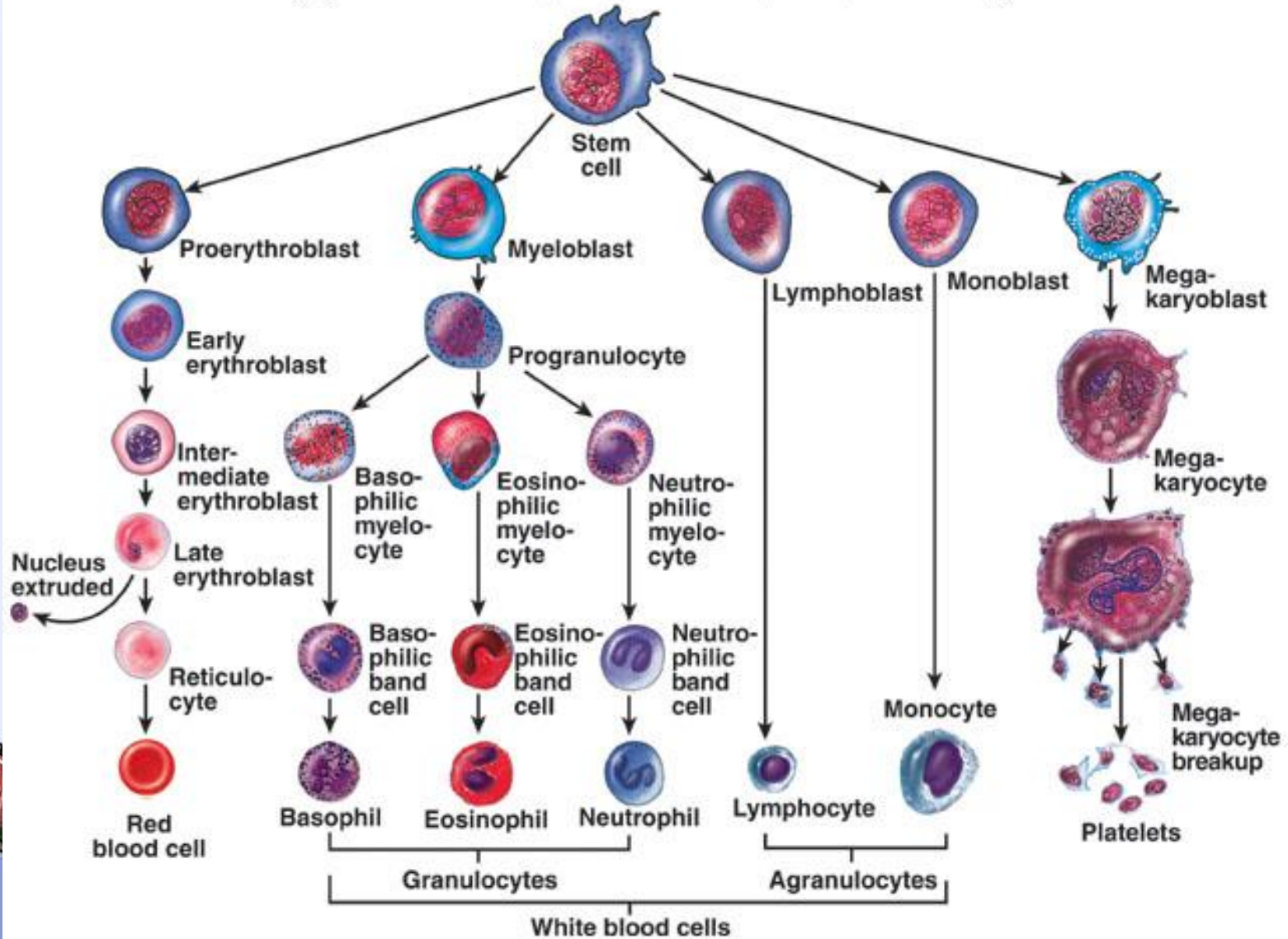
	RBC (sel/mm <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup> )	Hb (g/100 ml)	Diameter RBC (μm)	WBC (x10 <sup>3</sup> )
Sapi	5-10 7	8-15 11	4,5-8 5,8	4-12 8
Kuda	6,5-12,5 9,5	11-19 15	5-5,8	5,5,-12,5 9
Domba	8-16 12	8-16 12	3,2-6 4,5	4-12 8
Kambing	8-18 13	8-14 11	2,5-3,9 3,2	4,1-13 9
Babi	5-8 6,5	10-16 13	-	11-22 16

## Produksi RBC

- Pada fetus erythropoiesis terjadi secara aktif di dalam hati, limpa, nodus lymphaticus dan kelenjar thymus
- Pada hewan dewasa terjadi pada sumsum tulang (bone marrow). RBC pada tiap species mamalia mempunyai karakteristik, kemampuan bertahan berkisar 25 hari pada tikus dan 140-150 hari pada kuda

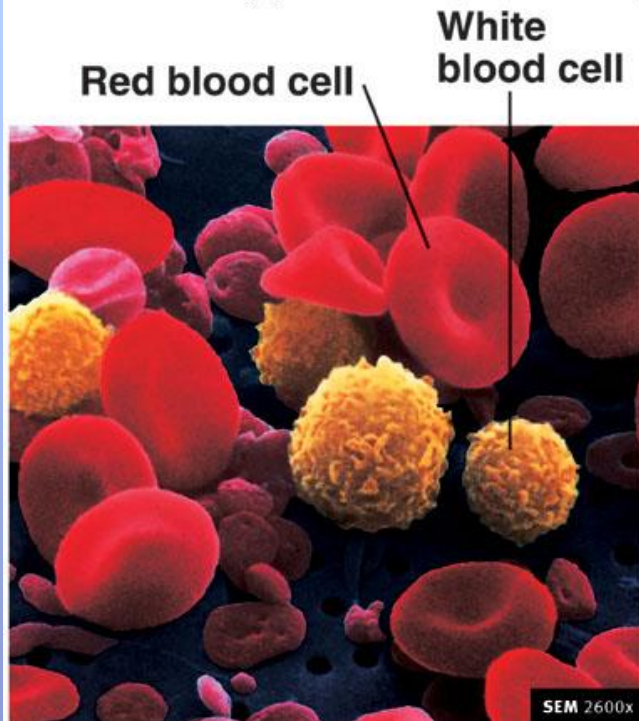
# Hematopoiesis

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

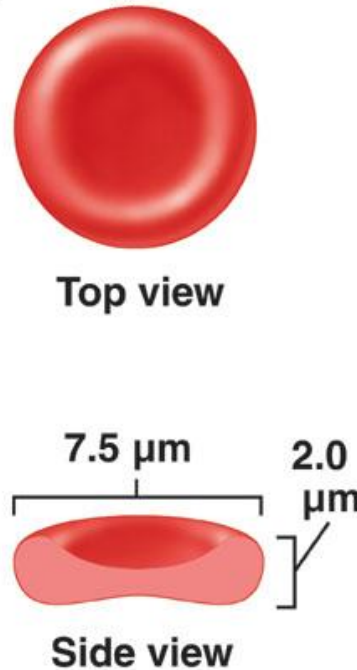


# Erythrocytes

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



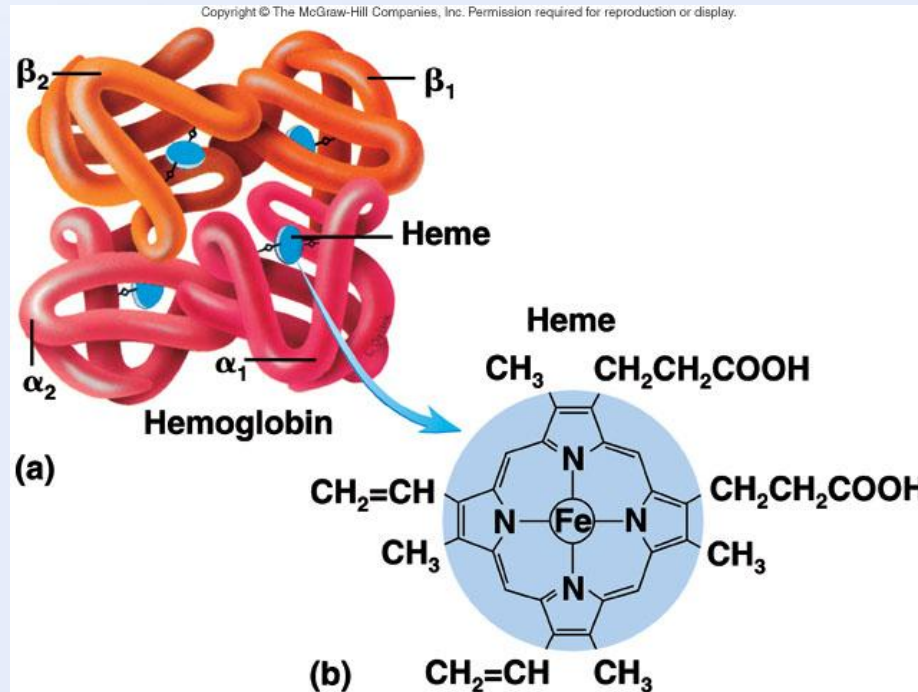
(a)



(b)

- **Structure**
  - Biconcave, anucleate
- **Components**
  - Hemoglobin
  - Lipids, ATP, carbonic anhydrase
- **Function**
  - Transport oxygen from lungs to tissues and carbon dioxide from tissues to lungs

# Hemoglobin



- **Consists of:**
  - **4 globin molecules:** Transport carbon dioxide (carbonic anhydrase involved), nitric oxide
  - **4 heme molecules:** Transport oxygen
    - Iron is required for oxygen transport

# Abnormalitas RBC

- Anemia: Penurunan Hb atau jumlah RBC per unit volume darah dibawah normal. Anemia ini disebabkan oleh hilangnya darah, kurangnya erythropoiesis dan rusaknya RBC. Anemia menyebabkan kurangnya oksigen di dalam jaringan sehingga dapat menyebabkan naiknya denyut jantung, frekuensi pernafasan dan darah yang dipompakan. Secara umum penyebab terjadinya anemia pada ternak adalah:
  - Penghisapan darah oleh parasit
  - Penyakit infeksi
  - Keracunan
  - Defisiensi makanan
- Erythrocytosis atau Polycythaemia, yaitu kenaikan RBC atau level Hb diatas normal. Secara relatif ini dihasilkan dari turunnya volume plasma darah, yang pada umumnya disebabkan karena dehidrasi.

- Pembentukan Hemoglobin:

(1) Asam asetat + glycine  $\longrightarrow$  porphyrin

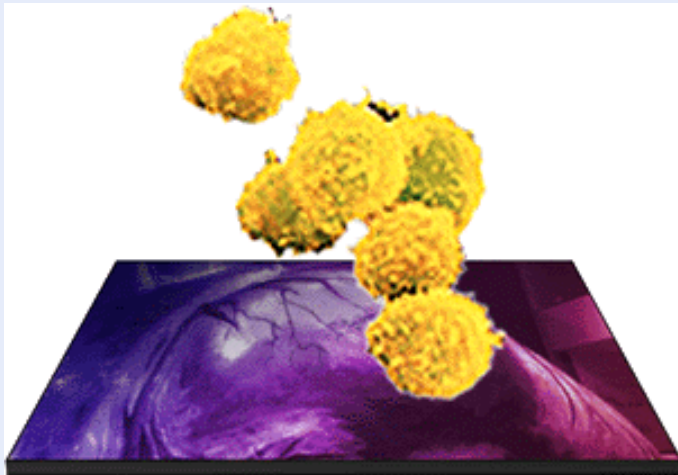
(2) Porphyrin + Fe  $\longrightarrow$  haeme

(3) 4 haeme + globin  $\longrightarrow$  haemoglobin

- Fungsi utama RBC: membawa oksigen ke jaringan dan mengambil karbondioksida. Oksigen diangkut di dalam haemoglobin-iron kompleks. Hb merupakan rantai kompleks protein globin, dengan 4 pigmen atau haem radikal. Berat molekul Hb bervariasi diantara spesies, berkisar antara 66000-69000. Hb berikatan dengan oksigen membentuk oxyhaemoglobin. Pada keadaan jenuh 1 gram Hb membawa 1,34 mol oksigen.



# Leucocytes (WBC)

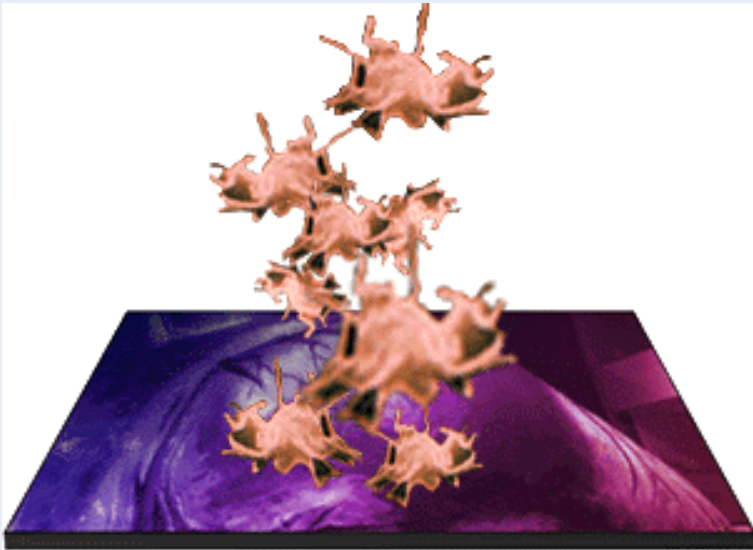


- Ukuran WBC sedikit lebih besar dibandingkan RBC. WBC tidak berwarna (transparan).
  - Granulocytes (granular appearance) : neutrophil, eosinophil, basophil
  - Agranulocytes : lymphocytes, monocytes
- Infeksi karena bakteri, leucocytes (neutrophil) jumlahnya meningkat dengan cepat (leucocytosis)
- Penyakit karena virus, jumlah leucocytes (neutrophils) berkurang dengan cepat (leucopenia)
- Pada tumor (neoplasm) yang menyangkut sistem lymphaticus, jumlah lymphocytes dalam aliran darah memperlihatkan kenaikan, dan akan mengubah rasio antara RBC : WBC.

# Leukocytes

- **Protect body against microorganisms and remove dead cells and debris**
- **Types**
  - **Neutrophils:** Most common; phagocytic cells destroy bacteria (60%)
  - **Eosinophils:** Detoxify chemicals; reduce inflammation (4%)
  - **Basophils:** Allergic reactions; Release histamine, heparin increase inflam. response (1%)
  - **Lymphocytes:** Immunity 2 types; b & t Cell types. IgG-infection, IgM-microbes, IgA-Resp & GI, IgE-Allergy, IgD-immune response
  - **Monocytes:** Become macrophages

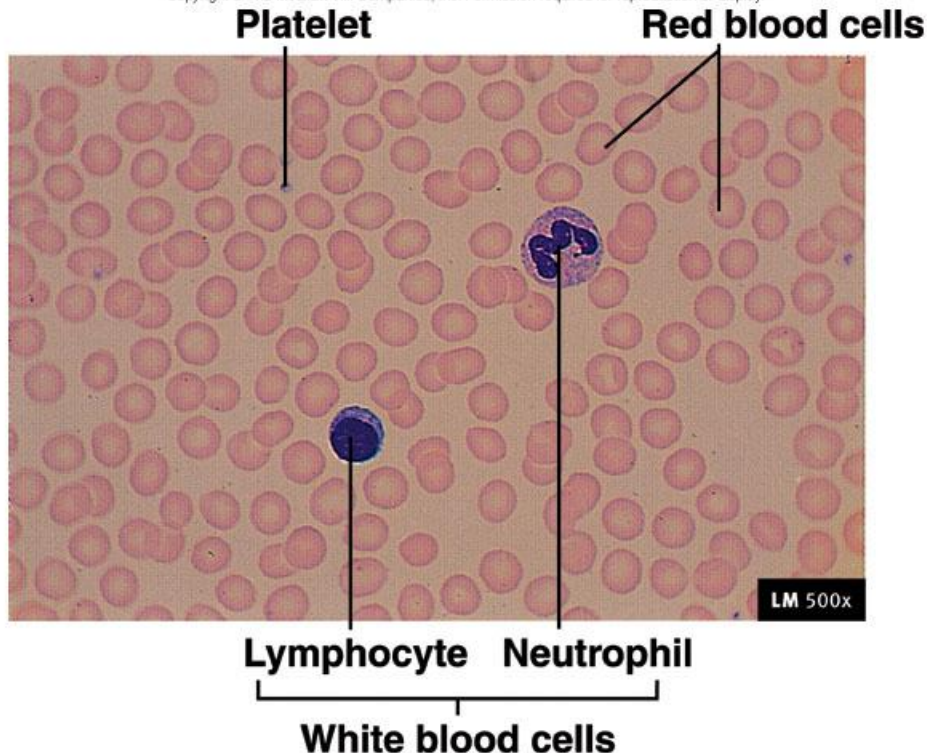
# Trombosit (platelets)



- Jasad kecil bergranula
- Diameter 2-4  $\mu\text{m}$
- 300.000/ $\mu\text{L}$  darah
- Dlm keadaan normal memiliki waktu paruh 4 hari
- Dihasilkan oleh Megakariosit dengan cara mengeluarkan sedikit sitoplasma dalam sirkulasi
- Pengangkatan limpa (Splenektomi) dapat meningkatkan trombosit (trombositosis)

# Thrombocytes

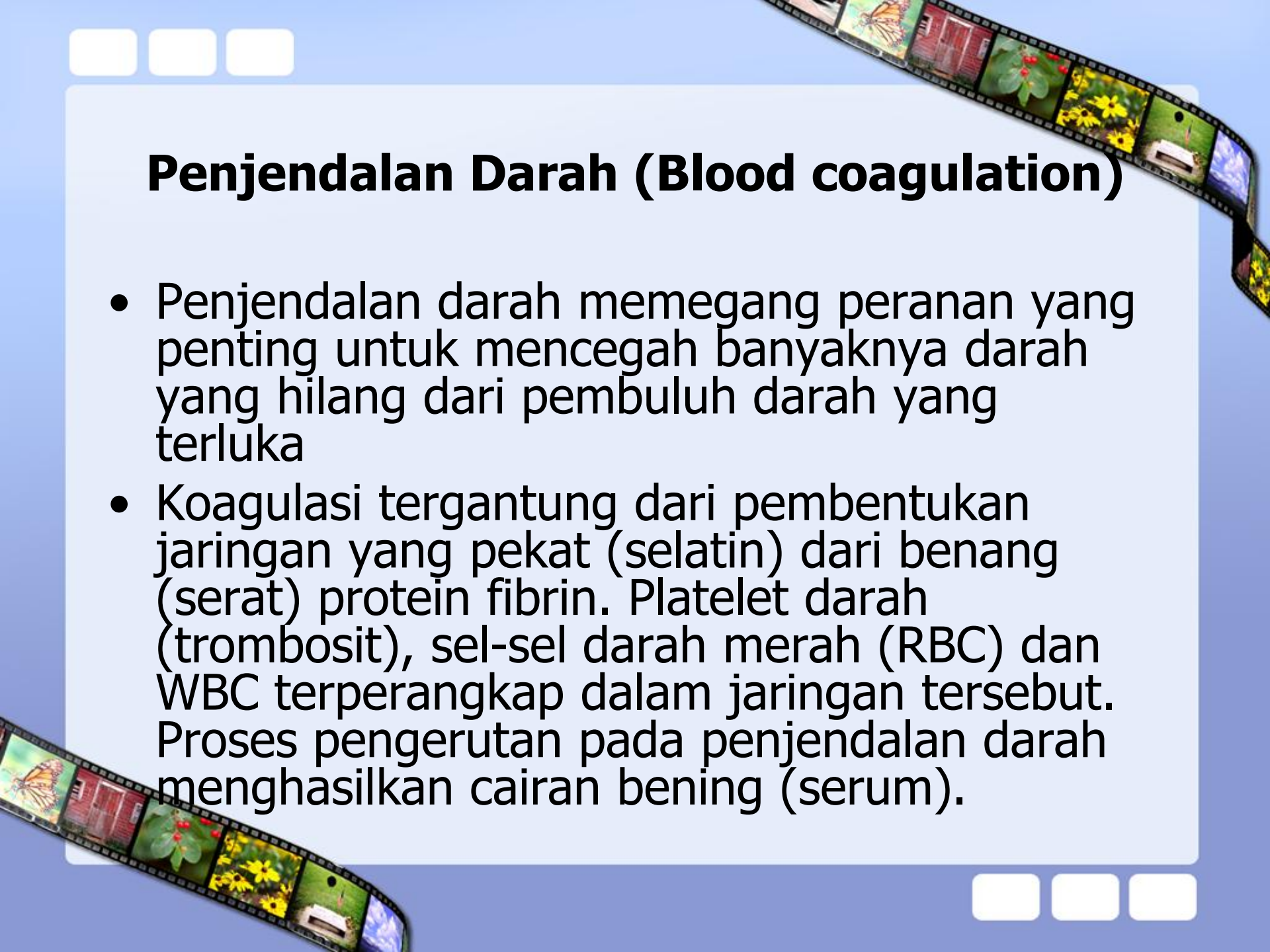
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Cell fragments pinched off from megakaryocytes in red bone marrow
- Important in preventing blood loss
  - Platelet plugs
  - Promoting formation and contraction of clots

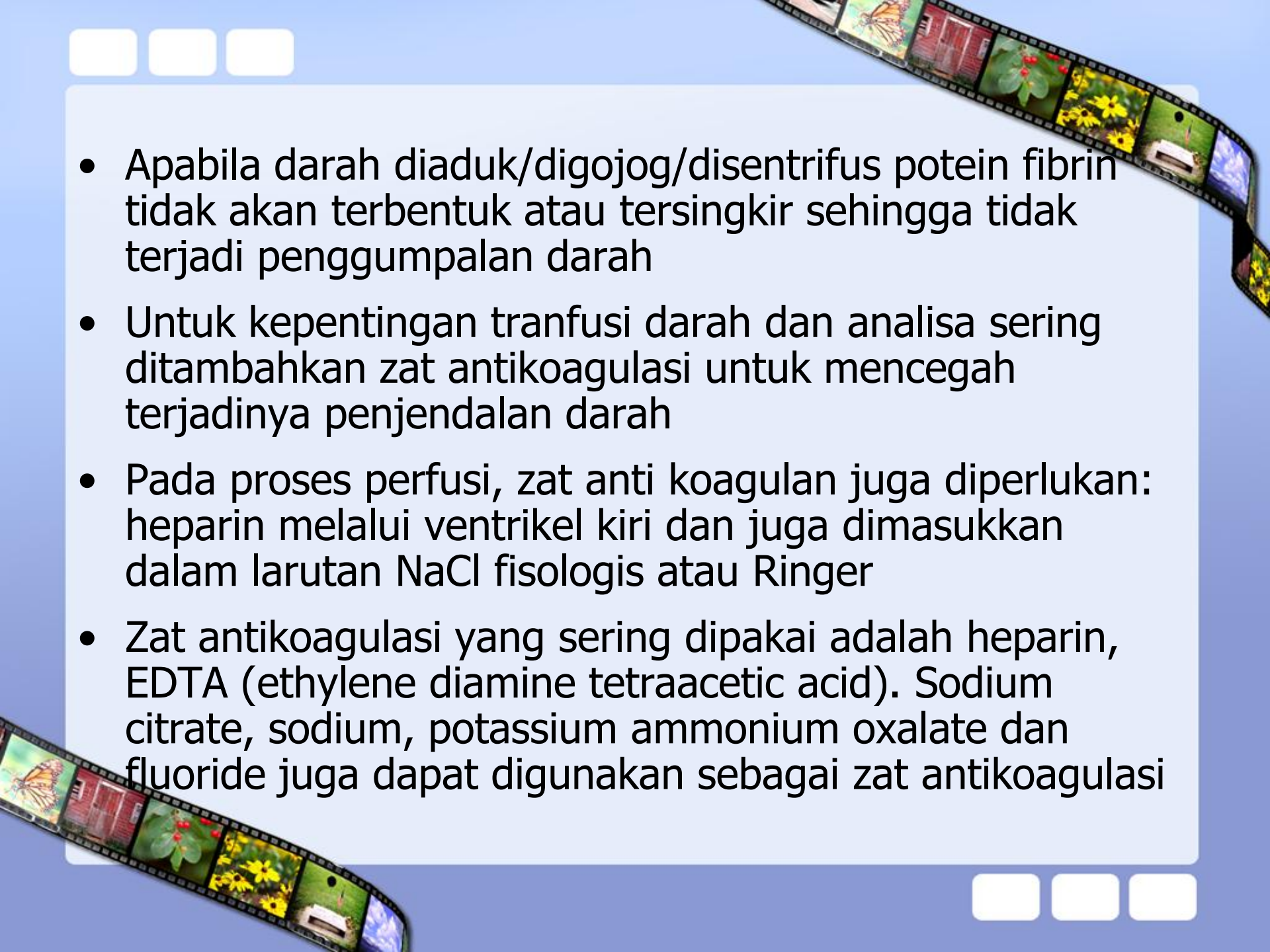
# Plasma Darah

- Merupakan bagian cairan dari darah
- Luar biasa: mengandung banyak ion, molekul organik dan organik yang sedang diangkut ke berbagai bagian tubuh atau membantu transport zat-zat lain
- Volumennya 5% BB
- Menggumpal bila didiamkan, tetap cair bila + koagulan
- Darah dibiarkan menggumpal, gumpalannya diambil, cairan sisanya disebut serum
- Protein plasma terdiri dari fraksi-fraksi albumin, globulin dan fibrinogen



## Penjendalan Darah (Blood coagulation)

- Penjendalan darah memegang peranan yang penting untuk mencegah banyaknya darah yang hilang dari pembuluh darah yang terluka
- Koagulasi tergantung dari pembentukan jaringan yang pekat (selatin) dari benang (serat) protein fibrin. Platelet darah (trombosit), sel-sel darah merah (RBC) dan WBC terperangkap dalam jaringan tersebut. Proses pengerutan pada penjendalan darah menghasilkan cairan bening (serum).

- 
- Apabila darah diaduk/digojog/disentrifus protein fibrin tidak akan terbentuk atau tersingkir sehingga tidak terjadi penggumpalan darah
  - Untuk kepentingan tranfusi darah dan analisa sering ditambahkan zat antikoagulasi untuk mencegah terjadinya penjendalan darah
  - Pada proses perfusi, zat anti koagulan juga diperlukan: heparin melalui ventrikel kiri dan juga dimasukkan dalam larutan NaCl fisiologis atau Ringer
  - Zat antikoagulasi yang sering dipakai adalah heparin, EDTA (ethylene diamine tetraacetic acid). Sodium citrate, sodium, potassium ammonium oxalate dan fluoride juga dapat digunakan sebagai zat antikoagulasi



# Urutan Reaksi Enzimatis Penggumpalan Darah

- Fase kontak atau pengaktifan mekanisme penggumpalan
- Pengaktifan faktor X
- Pembentukan thrombin
- Pembentukan fibrin yang tidak larut



# Faktor Pembekuan

- I Fibrinogen
- II Protrombin
- III Tromboplastin
- IV Calsium
- V Proaserin, Faktor labil, Globulin aselerator
- VII Prokonvertin, SPCA, Faktor Stabil
- VIII Faktora antihemofili (AHF), Antihemofili Faktor A, Globulin Antihemofili (AHG)
- IX Plasma Tromboplastin Komponen (PTC)
- X Faktor Stuart Power
- XI Plasma Tromboplastin Antesewden (PTA), Faktor Antihemofili C
- XII Faktor Hageman, Faktor Glass
- XIII Fibrin-Stabilizing Faktor, Faktor Laki-Lorano (LL)

# Clot Formation

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Stage 1 can be activated in two ways:

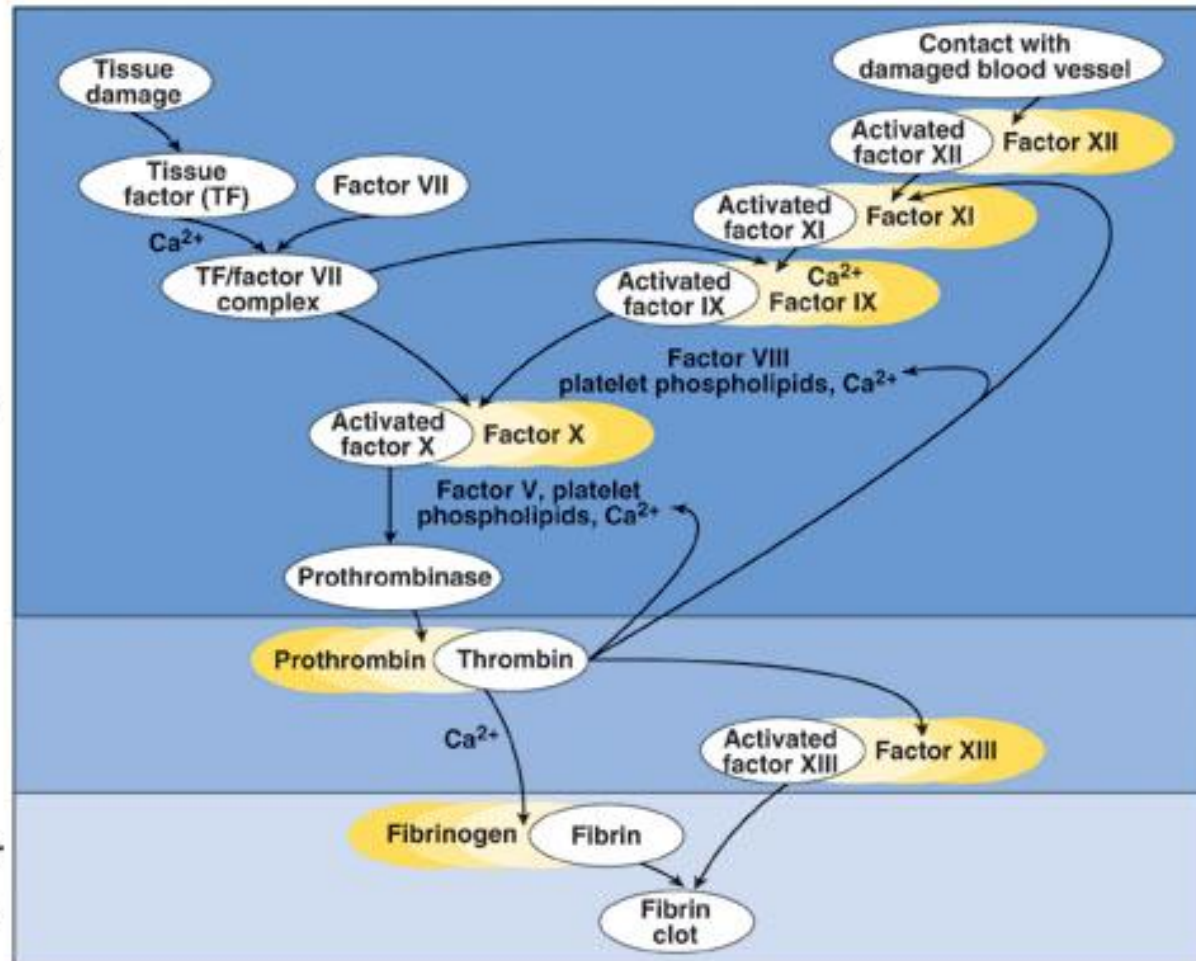
**Extrinsic clotting pathway starts with tissue factor, which is released outside of the plasma in damaged tissue.**

**Intrinsic clotting pathway starts when inactive factor XII, which is in the plasma, is activated by coming into contact with a damaged blood vessel.**

**Stage 1: Damage to tissue or blood vessels activates clotting factors that activate other clotting factors, which leads to the production of prothrombinase. The activated factors are within *white ovals*, whereas the inactive precursors are shown as *yellow ovals*.**

**Stage 2: Prothrombin is activated by prothrombinase to form thrombin.**

**Stage 3: Fibrinogen is activated by thrombin to form fibrin, which forms the clot.**



# Blood Disorders

- **Erythrocytosis:** RBC overabundance
- **Anemia:** Deficiency of hemoglobin
  - Iron-deficiency
  - Pernicious
  - Hemorrhagic
  - Hemolytic
  - Sickle-cell
- Hemophilia
- Thrombocytopenia
- Leukemia
- Septicemia
- Malaria
- Infectious mononucleosis
- Hepatitis

# Nasib Erythrocytes

- Sel pada sistem reticuloendotelial akan merusak erythrocytes yang lemah dan tua
- Sel-sel: histiocyte, macrophages atau clasmatocytes, merusak erythrocytes yang tua dengan cara ingesting.
- Sel-sel reticuloendothelial termasuk pula stellate (kupffer), yang didapat pada dinding sinus darah pada hati. Sel-sel ini sama dengan sel-sel pada spleen dan sel-sel tertentu pada sumsum tulang dan nodus limpatikus
- Erythrocytes dirusak, maka Fe yang terkandung dalam Hb disimpan, sedangkan bagian pigmen diubah menjadi pigmen empedu dan menjadi produk eksretory. Hati dan limpa merupakan tempat penyimpanan Fe yang tidak segera digunakan dalam memproduksi hemoglobin baru.
- Pada anjing pembentukan pigmen empedu terjadi pada sumsum tulang merah dan ini merupakan tempat pengrusakan erythrocytes juga. Sedangkan pada manusia mayoritas terjadi di limpa, pada bangsa burung dan kebanyakan hewan lainnya terjadi di hati.

# Hemoglobin Breakdown

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

