



**Universitas Indonusa Esa Unggul**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**

**Jurusan**

**Perekam Medis dan Informasi Kesehatan**

Topik 2

# PATOLOGI UMUM 2

Conducted by:

Jusuf R. Sofjan, dr, MARS



# DESKRIPSI

Pembahasan meliputi pengetahuan struktur, fisiologis dan patologis sel, jaringan, cedera sel dan jaringan, darah dan cairan interstitial, jenis sel darah, diagnosis gangguan darah.

# TUJUAN INSTRUKSIONAL

## UMUM :

Memahami struktur, fisiologis dan patologis sel, jaringan, cedera sel, darah, jenis sel darah cairan interstitial, fagositosis dan *mononuclear phagocyte system*.

## KHUSUS :

Menjelaskan:

- struktur, fisiologis dan patologis sel,
- jaringan, cedera sel dan jaringan,
- darah, jenis sel darah dan cairan interstitial,
- fagositosis, *Mononuclear Phagocyte System*

# POKOK & SUBPOKOK BAHASAN

## 1. Sel:

- jenis sel
- struktur sel
- cedera sel

## 2. Jaringan

## 3. Cairan insterstitial

## 4. Sel darah:

- Eritrosit
- Leukosit
- sel keping

## 5. Fagositosis

*Mononuclear Phagocyte System*

# 1. Sel (*Cell*)

- **Sel adalah satu kesatuan struktur dasar tubuh.**
- Setiap manusia mengandung jutaan sel yang secara struktur dan fungsi terintegrasi membentuk berbagai upaya kompleks, yang tak terhitung jumlahnya, yang dibutuhkan bagi kehidupan.
- Terdapat berbagai variasi di antara sel-sel dalam tubuh.  
Contoh:
  - Sel darah merah / Eritrosit, kurang lebih 7 mikron (0.0003 inch), berfungsi sangat khusus yakni mentransportasi O<sub>2</sub>
  - Sel saraf, bisa sampai 1m panjangnya ,berfungsi khusus untuk mentransmisi perintah **elektrokimiawi** (impuls saraf).

# STRUKTUR SEL TUBUH MANUSIA

- Pada dasarnya struktur sel-sel tubuh manusia semuanya sama:
  - Sel berupa suatu **kantung kecil**
  - mengandung materi cairan (**sitoplasma**)
  - dikelilingi oleh **membrane sel**,
  - di dalamnya mengandung:
    - **nucleus (inti)** dan
    - **struktur khusus organella.**

# STUKTUR SEL

## Membrane sel:

Dinding pembungkus sel, yang terdiri dari lapisan ganda fosfolipid (lemak), mengandung molekul protein-protein, berfungsi mempertahankan bentuk sel.

**Fungsi lain membrane** adalah meregulasi keluar masuknya material secara parsial atau total ke dalam sel. Sehingga substansi yang diperlukan ( $O_2$  dan nutrients) masuk kedalam sedangkan produk sampah ( $CO_2$ ) dan juga produk lain yang diperlukan tubuh (hormon) ke luar sel terkait.

Material kecil masuk keluar dengan mudah, material besar memerlukan sistem transportasi molekuler khusus untuk melewati membran sel.

## STUKTUR SEL (Lanjutan-1)

### **Inti (*nucleus*) sel:**

Adalah pusat kontrol sel yang mengatur semua aktivitas mayor dan fungsi sel. Perintah/pengaruh inti sel dilaksanakan dengan cara meregulasi jumlah dan tipe *protein* yang dibentuk di dalam sel.

### **Protein memiliki 2 (dua) fungsi utama:**

1. Protein besar pembentuk struktur kuat tubuh (contoh; sel otot)
2. Protein kecil (= **enzymes**) mengatur segenap fungsi-fungsi dan aktivitas sel.



## STRUKTUR SEL (Lanjutan -2)

**Kromosom (*Chromosomes*)** yang merupakan material genetik sel dalam bentuk DNA ada **di dalam inti sel**. DNA mengandung **instruksi** sintese-2 protein, yang **ditransmisikan** oleh tipe RNA kepada ribosomes (=penghasil produksi protein) di dalam sitoplasma.

**Di ribosomes inilah protein disintesis** (= penggabungan berbagai jenis asam amino menjadi protein).

**DNA = Deoxyribonucleic acid** (= pembawa utama informasi genetik), berstruktur double helix -> sehingga dapat dihasilkan 2 kopi yang sama saat pembelahan sel.

## STRUKTUR SEL (lanjutan -3)

**RNA = ribonucleic acid** adalah satu di antara dua tipe zat kimia yang mengangkut **code instruksi genetik** di dalam sel untuk aktivitas sel, atau yang membantu memecah code (decoding) instruksi terkait.

Pada sel hewan dan tumbuhan, DNA adalah pemegang code (sandi) instruksi dan RNA adalah pembantu pemecah code instruksi terkait.

Pada virus tertentu instruksi multiplikasi dirinya dikuasai RNA (dengan demikian ada grup virus DNA dan grup virus RNA, ini membedakan virus dengan bakteri).

## Struktur sel (lanjutan -4)

### **Organella lain-lain di dalam sitoplasma:**

Setiap organela menjalankan peran khusus.

- (1) **Endoplasmik retikulum** = lapisan membrane tunggal yang terpelintir menjadi lilitan yang kompleks.

Bagian permukaan ada yang kasar berbiji-biji yang merupakan **ribosomes penghasil protein**, dan ada bagian permukaan yang halus.

**Protein yang selesai diproduksi** akan ditransfer ke sistem membrane lain yang disebut: → (2)

- (2) **Aparatus Golgi** yang strukturnya mirip seperti tumpukan piring. Di sini struktur protein dimodifikasi dan dikemas menjadi **vesikel** yang menonjol ke luar permukaan.

Struktur Sel (lanjutan -5)

(3) **Organel mitokondria** adalah organel **penghasil energi** (berasal dari pembongkaran lemak dan gula), berbentuk mitokondria mirip biji-2 kopi yang memiliki lipatan lapisan dalam yang kompleks.

**Sel-2 tubuh yang memerlukan energi tinggi** (sel otot dan sel hati) akan memiliki mitokondria dalam jumlah banyak.

(4) Banyak proses dalam sel yang melibatkan **substansi yang bisa merusak sel** apabila ia menyentuh sitoplasma, oleh karenanya, substansi terkait disimpan di dalam vesikel khusus yang disebut: **lysosomes dan peroxisome**

Fungsi **lysosome** adalah **enzyme pencernaan** yang **memecah partikel** besar jadi kecil (bakteri).

Fungsi **peroxisomes** adalah **penetralisir substansi toksin**.

## Struktur sel (lanjutan -6)

### (5) **Sitoplasma (*cytoplasm*)**

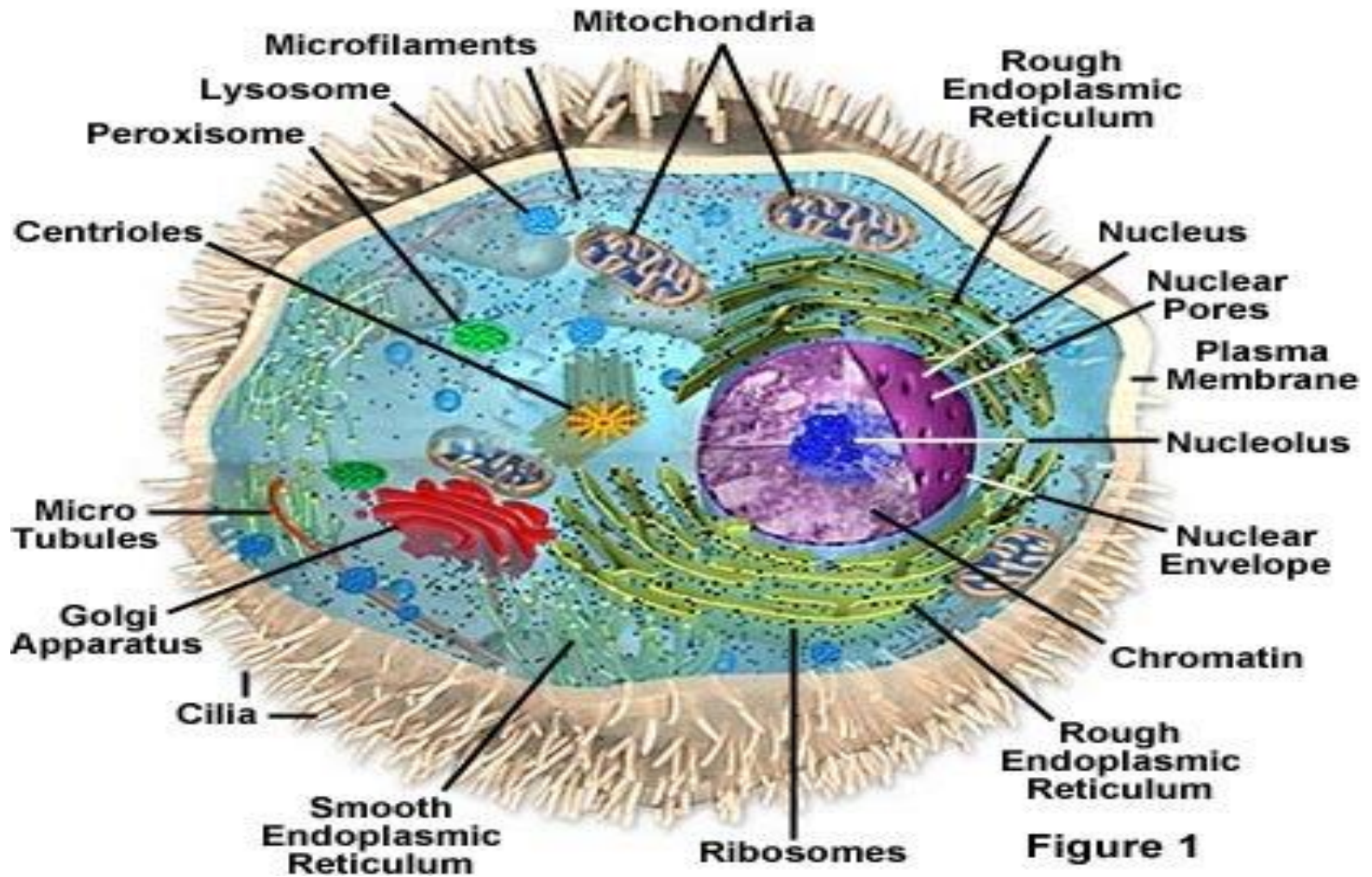
Bagian di dalam sel yang berada **di luar inti sel**.

Sitoplasma di samping mengandung organella, juga mengandung **kerangka sitoskeletal** yang terdiri dari **jaringan tube halus** disebut **microtubuli dan micro filament (*cytoskeleton*)**. Jaringan struktur ini memungkinkan sel memiliki bentuk rapi dan dapat bergerak.

Mikrofilament menunjang mikrovili yang merupakan proyeksi kecil-2 ke luar permukaan sel untuk meluaskan area permukaan sel.

***Microfilament*** juga membentuk ***mikromuscles*** yang memungkinkan kontraksi dan gerak sel.

# Anatomy of the Animal Cell



## Struktur sel (lanjutan -7)

- **DEVISI SEL:** suatu proses sel memperbanyak diri.

Ada 2 (dua) cara:

1. ***mitosis*** yang menghasilkan dua anak sel yang identik dengan sel induknya
2. ***meiosis*** yang menghasilkan sel telur dan sperma, yang berbeda dari sel induknya, mereka hanya memiliki  $\frac{1}{2}$  jumlah kromosom (*chromosomes*).

# CEDERA SEL

Ini terjadi apabila suatu sel tidak lagi dapat beradaptasi terhadap rangsangan, misalnya rangsangan terlalu lama atau terlalu berat. Berat ringannya cedera akan menentukan apakah sel tsb. dapat pulih kembali.

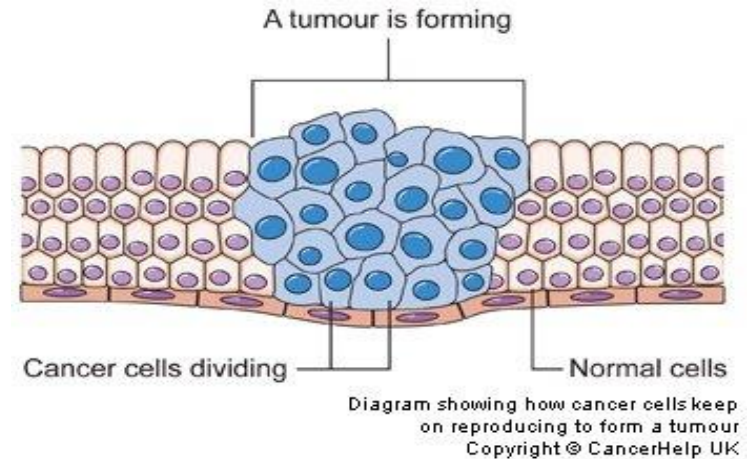
- **Sebab-sebab cedera sel:**
  - **hipoksia**
  - **infeksi mikroorganisme**
  - **suhu yang berlebih**
  - **radiasi**
  - **terpajan oleh radikal bebas.**

Apabila suatu sel mengalami cedera, maka sel tersebut dapat mengalami perubahan dalam **ukuran, bentuk, sintesis protein, susunan genetik dan sifat-sifat transportasinya.**



# CANCER CELL

- Adalah akibat dari perubahan pada sel-sel tertentu dimana sel tidak mempunyai respek terhadap batas pertumbuhan normal.



- Penyebab idiopatik ,bisa juga genetik akibat mutasi sebagian dari sistim genetik inti ,iritasi,penyinaran,adanya virus dalam sel
- Sel akan tumbuh berproliferasi tanpa batas dan jumlahnya akan bertambah secara eksponensial,Jaringan kanker bersaing dengan jaringan normal untuk mendapatkan nutrient yang mengakibatkan lambat laun jaringan normal akan kekurangan nutrient dan mati.

## 2. JARINGAN (*TISSUE*)

- Kumpulan sel khusus untuk menjalankan fungsi tertentu.

Contoh:

- ✓ **Jaringan otot (*muscle tissue*)** yang terdiri dari kumpulan sel khusus yang berkemampuan untuk berkontraksi;
- ✓ **Jaringan epitel (*epithelial tissue*)** membentuk kulit serta membrane mukosa yang melapisi sistem pernapasan dan organ dalam lain-lain;
- ✓ **Jaringan saraf (*nerve tissue*)** terdiri dari kumpulan sel khusus yang mampu menyalurkan impuls elektrokimiawi saraf;
- ✓ **Jaringan ikat (*connective tissue*)** termasuk ini adalah darah, jaringan lemak (adiposa) dan jaringan fibrosa serta elastik (tendon , tulang rawan) yang berfungsi menopang bentuk tubuh menjadi satu kesatuan.
- Jaringan tubuh lapisan dalam pembuluh darah dan dinding otot uterus menghasilkan → **TPA (*tissue-plasmoden activator*):** berfungsi **mencegah pembekuan darah abnormal.**

### 3. CAIRAN INTERSTITIAL (*TISSUE FLUID*)

- Cairan jaringan (*Tissue fluid*) = cairan interstitial. Adalah cairan **ekstraseluler** yang berada di luar sel, termasuk darah dan limfe.
- Cairan mirip air yang berada di rongga kecil di antara badan sel = **cairan instertitial**, berfungsi sebagai sarana transportasi O<sub>2</sub>, nutrient yang harus lewat pembuluh darah untuk masuk ke dalamnya.

Gerak arus balik akan mengangkut CO<sub>2</sub> dan produk sampah dari sel ke dalam cairan jaringan dan masuk kembali ke aliran darah.

## CAIRAN INTERSTITIAL (*TISSUE FLUID*) (Lanjutan-1)

- Cairan tubuh juga mengangkut ion-ion, mengandung konsentrasi tinggi ion Na<sup>+</sup> (natrium) dan konsentrasi rendah ion K<sup>+</sup> (kalium) di banding yang ada di dalam intraseluler (-> mengatur keseimbangan gerak air ke dalam dan keluar sel melalui mekanisme **osmosis**); kadar ion berperan dalam transmisi impuls elektrik melalui saraf dan otot.
- Cairan jaringan keluar dari dinding bagian pertama kapiler darah (yang paling dekat dengan arteriole) hasil dorongan tekanan darah.

## Cairan Interstitial (*Tissue Fluid*) (Lanjutan-2)

**Di ujung kapiler dekat venula tekanan darah lebih rendah, maka cairan akan:**

- masuk kembali ke kapiler;
- sebagian cairan masuk ke aliran pembuluh limfe.

Oleh karenanya kadar cairan interstitial selalu seimbang.

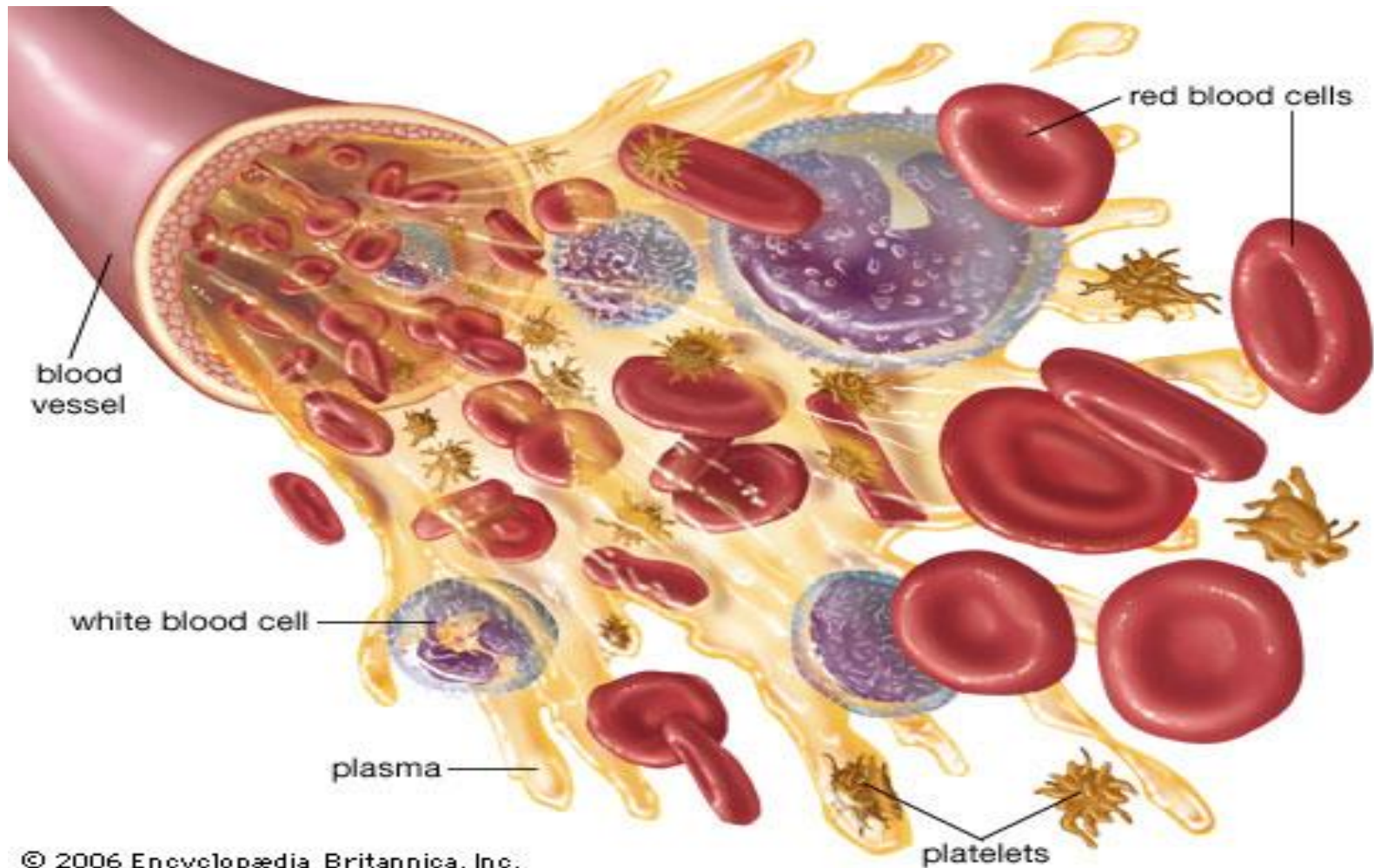
**Bila keseimbangan terganggu → edema.**

**Edema:** akumulasi abnormal dari cairan tubuh di dalam jaringan, bisa **lokal** yang nampak akibat cedera atau **general** (seluruh tubuh = anasarca) akibat gagal jantung, gagal hati atau gagal ginjal.

# Sel Darah

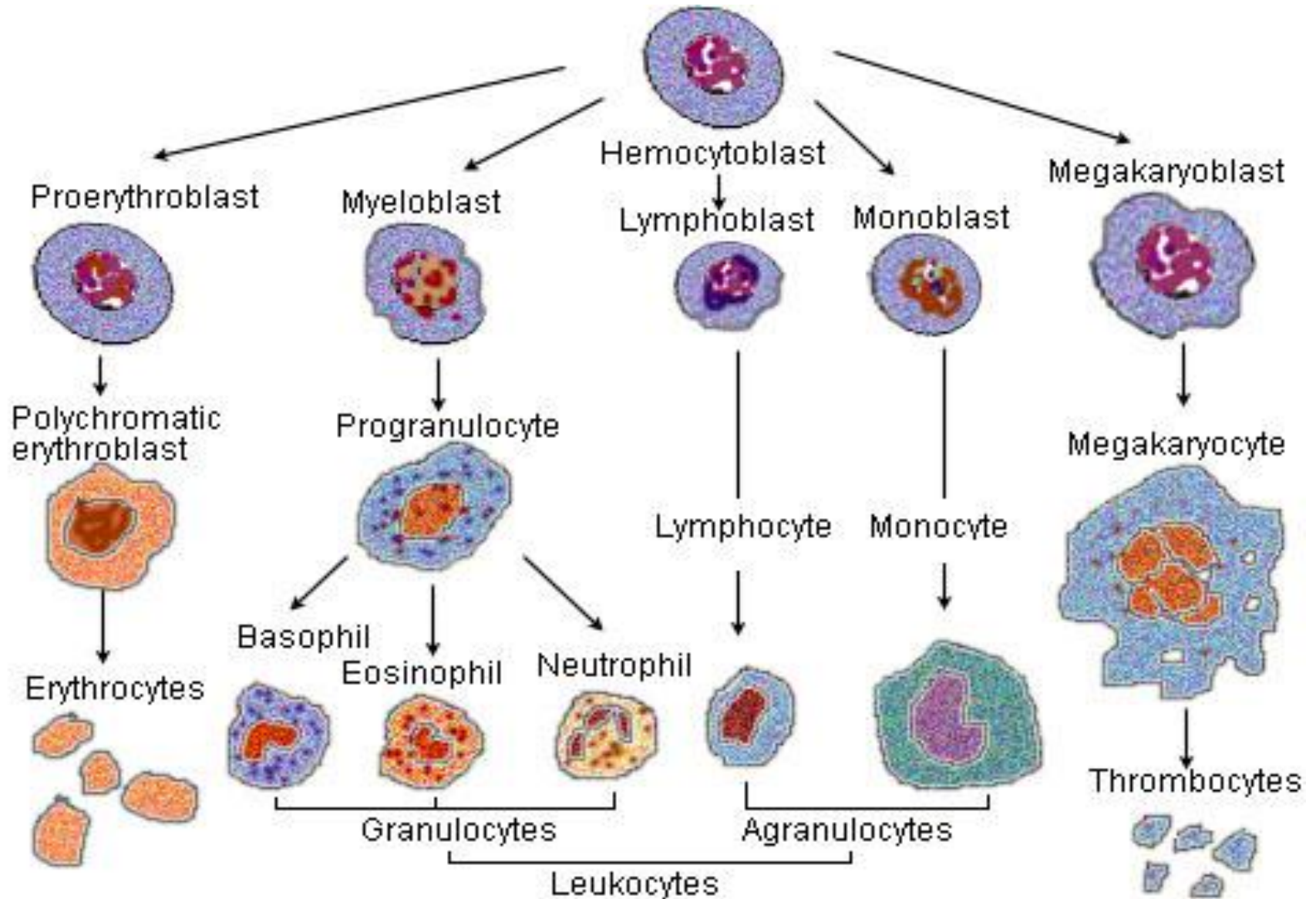
- **Sel bakal ( stem cell ) distimulasi oleh tanda in-utero dan setelah lahir**, untuk membentuk sel-sel darah yakni meliputi pelepasan molekul-2 produk lokal, yang merupakan petunjuk terhadap keadaan kepadatan di dalam jaringan hematopoietik , termasuk peredaran hormon yang menstimulasi terjadinya proliferasi banyak atau seluruh sel.
- Faktor pertumbuhan hematopoietik spesifik  
= ***colony stimulating factor***.
- **Darah terdiri dari:**
  - butir-2 darah
  - plasma darah .

# SEL – SEL DARAH



# Butir – butir darah

## STEM CELL / SEL BAKAL PLURIPOTENTIAL





## Sel Darah (Lanjutan-2)

### **Plasma darah** terdiri dari:

- 90% air dan 10 % elektrolit,
- gas larut,
- produk sisa metabolisme dan
- zat gizi:
  - gula,
  - asam amino,
  - lemak,
  - kolesterol,
  - vitamin,
  - protein albumin (protein ukuran besar) dan
  - imunoglobulin,
  - protein komponen koagulasi dan
  - komplemen.

## Sel Darah (Lanjutan-3)

**Cairan darah mengalir di arteria dan vena.**

**Fungsi darah:**

- Mengatur transportasi O<sub>2</sub> dan nutrient,
- membuang CO<sub>2</sub> dan sampah;

**Darah berperan penting dalam:**

- perlindungan terhadap infeksi;
- menghentikan perdarahan;
- memperbaiki luka;
- mengangkut juga - protein, hormon dan lemak.

# Sel darah merah

- **Eritrosit** (*Red Blood Cells, RBC / red blood corpuscles, erythrocytes*)
- berasal dari Bahasa Yunani yaitu *erythros* ( merah ) dan *kytos* (selubung / sel)
- Eritrosit adalah jenis [sel darah](#) yang paling banyak ,berasal dari sel bakal di [sumsum tulang belakang](#) (kira-kira 5 hari). memerlukan cukup nutrient (zat besi, asam amino, dan vitamin B12 dan B11 (asam folat). Laju formasi eritrosit dipengaruhi hormon ginjal ***Erythropoietin***.
- [Sel tunas](#) → [Rubriblas](#) → [Prorubrisit](#) → [Rubrisit](#) → [Metarubrisit](#) → [Retikulosit](#) → [Eritrosit](#)  
» ( POLYCHROMATIC ERYTROBLAST )
- ***Fungsi utama eritrosit adalah mentransport Hemoglobin*** ,sebuah biomolekul protein yang dapat mengikat oksigen dan mengandung unsur ***iron (Fe)***.
- **hemoglobin**, bekerja sangat efisien dengan mengikat O<sub>2</sub> pada konsentrasi O<sub>2</sub> tinggi (di paru), dan melepaskannya kembali bila kadar O<sub>2</sub> rendah (di jaringan).

## Eritrosit (lanjutan -1)

- Eritrosit berfungsi membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh melalui darah dengan cara Hemoglobin mengambil oksigen dari paru-paru, dan dilepaskan pada saat eritrosit melewati pembuluh kapiler. (mengangkut O<sub>2</sub> dari paru ke jaringan, dalam respirasi O<sub>2</sub> ditukar dengan CO<sub>2</sub>.)
- Eritrosit berperan juga dalam **sistem kekebalan tubuh**. Ketika sel darah merah mengalami proses lisis oleh patogen atau bakteri, maka hemoglobin di dalam sel darah merah akan melepaskan radikal bebas yang akan menghancurkan dinding dan membran sel patogen, serta membunuhnya
- Sel yang baru dilepas dari sumsum tulang ke dalam aliran darah disebut **reticulocytes**; setelah 2 – 4 hari -> **mature** (dewasa) **RBCs**

Eritrosit (lanjutan -2)

***Oxyhemoglobin***: terbentuk saat Hb berkombinasi dengan O<sub>2</sub> dan memberi warna merah cerah pada darah (di arteria). Hb yang telah melepas O<sub>2</sub> -> warna gelap darah (di vena) (di luar sirkulasi paru).

Warna merah sel darah merah berasal dari warna hemoglobin

**Setiap eritrosit juga mengandung enzim, mineral dan gula** yang diperlukan sebagai sumber energi untuk menjaga bentuk, struktur dan elastisitet sel.

hemoglobin dalam sel darah merah mempunyai peranan mengantarkan lebih dari 98% oksigen ke seluruh tubuh, sisanya terlarut dalam plasma darah.

eritrosit dewasa tidak mengandung DNA dan tidak dapat mensintesa RNA, sehingga eritrosit tidak bisa membelah atau memperbaiki diri mereka sendiri.

## Eritrosit (lanjutan -3)

**Eritrosit tidak memiliki inti / nukleus, mitokondria, atau ribosom. Tidak dapat melakukan mitosis, fosforilasi, oksidasi sel, atau pembentukan protein.**

Eritrosit hidup selama 120 hari → disintegrasi dan mati. Sel yang mati diganti sel baru produksi sumsum tulang.

Batas usia 120 hari juga menjadi perhatian bank darah (PMI) bahwa darah dalam waktu 3-4 minggu akan mengandung proporsi sel mati yang signifikan, sehingga harus dibuang, tidak dapat digunakan untuk transfusi.

## Eritrosit (lanjutan -4)

- Darah yang lama, zat perlekapan kimiawi internalnya akan usang, kehilangan elastisitet, dan akan terjebak di pembuluh darah halus di dalam limpa dan organ-organ lain → ini akan dihancurkan oleh sel makrofag (fagosit).
- Komponen molekul Hb diubah oleh sel retikuloendotel menjadi produk sampah bilirubin yang dilepas kedalam darah dan disekresi oleh hati kedalam empedu. zat besi akan diangkut kembali oleh transferrin kesumsum tulang untuk pembentukan sel darah merah baru atau disimpan kehati atau jaringan lain dalam bentuk feritin
- Gangguan abnormalitas bisa timbul dalam paparan: laju pembentukan dan pembongkarannya; jumlah RBCs di dalam darah; dan bentuk, ukuran dan kandungan Hb di dalamnya.

## Eritrosit (lanjutan -5)

- Morfologi sel darah merah yang normal adalah bikonkaf. Cekungan (konkaf) pada eritrosit digunakan untuk memberikan ruang pada hemoglobin yang akan mengikat oksigen.
- Polimorfisme yang mengakibatkan abnormalitas pada eritrosit umumnya disebabkan oleh mutasi gen pengkode [hemoglobin](#) , gen pengkode protein transmembran, ataupun gen pengkode protein [sitoskeleton](#).
- **Sifat-2 eritrosit atas dasar ukuran jumlah Hb-nya:**
  - normositik (sel ukuran normal)
  - normokromik (jumlah Hb normal)
  - mikrositik (ukuran sel terlalu kecil)
  - makrositik (ukuran sel terlalu besar)
  - hipokromik (jumlah Hb terlalu sedikit)
  - hiperkromik (jumlah Hb terlalu banyak)



# ANEMIA

- Anemia berarti defisiensi sel darah merah , dapat disebabkan karena kehilangan sel darah yang terlalu banyak atau pembentukan sel darah merah yang terlalu lambat
- Beberapa jenis Anemia dan penyebab fisiologisnya sebagai berikut :
  - **Anemia blood lost** :
    - setelah perdarahan yang **cepat** ,tubuh akan mengganti plasma dalam 1 – 2 hari tetapi konsentrasi sel darah merah rendah ,konsentrasi sel darah merah akan normal dalam 3-4 minggu
    - Pada kehilangan darah **kronik** ,sel darah merah / hemoglobin dibentuk dalam jumlah sangat sedikit menimbulkan **Anemia micrositik hipocromic**
  - **Anemia Aplastik** : akibat aplasia sumsum tulang yaitu fungsi pembentukan oleh sumsum tulang berkurang, misal akibat radiasi / penyinaran dengan sinar gamma, pengobatan sinar x yang berlebihan ,zat kimia industri

## Anemia ( lanjutan )

- **Perniciosa Anemia** : akibat kehilangan salah satu dari faktor pematangan sel darah merah ( vitamin B12, Asam folat dan faktor intrinsik di mukosa lambung) , sel yang dibentuk ukurannya lebih besar, bentuknya aneh, membran rapuh sehingga mudah pecah .
- **Anemia hemolitik** : membran sel sangat rapuh ,mudah pecah sewaktu melalui kapiler ,  
misal :
  - **Sickle cell Anemia** , sel mengandung hemoglobin abnormal yang disebut hemoglobin S , terdapat pada Negro Afrika Barat dan Negro Amerika ,dimana bila hemoglobin terkena O<sub>2</sub> konsentrasi rendah akan mengalami presipitasi menjadi kristal<sup>2</sup> yang memanjangkan sel bentuk sickle didalam sel darah merah dan merapuhkan membran sel mengakibatkan anemia yang berbahaya yang dapat menyebabkan kematian .
  - **Talasemia :Cooley`s Anemia** atau **Anemia Mediterania**, suatu jenis anemia hemolitik hereditas lain dimana selnya kecil dan mempunyai membran yang rapuh
  - **Erythroblastosis Fetalis** : sel darah merah Rh positif dalam fetus diserang antibodi ibu dengan Rh negatif sehingga membuat sel rapuh dan menyebabkan bayi yang dilahirkan menderita anemia berat
  - Hemolisis kadang juga akibat reaksi transfusi , malaria , reaksi terhadap obat tertentu dan proses autoimun

# POLISITEMIA

- Bila jaringan mengalami hipoksia karena terlalu sedikit O<sub>2</sub> didalam atmosfer atau kegagalan pengiriman O<sub>2</sub> didalam jaringan
- **Polisitemia Fisiologis** : terjadi pada orang yang hidup ditempat dengan ketinggian 14.000-17.000 feet
- **Polisitemia sekunder** :terjadi pada pasien payah jantung, jumlah sel darah meningkat mencapai 6-8 juta per mm<sup>2</sup>
- **Polisitemia Vera** ( Eritremia) : adalah keadaan yang menyerupai tumor dari organ yang menghasilkan sel-sel darah. Dikarenakan pembentukan sel darah merah yang berlebihan juga menyebabkan pembentukan sel darah putih dan trombosit yang berlebihan . Hematokrit yang meninggi , kadang volume darah total meningkat sampai 2x normal yang mengakibatkan sistim vaskuler menjadi sangat teregang dan banyak kapiler tersumbat oleh darah yang sangat kental.

## Eritrosit (lanjutan -4)

- **Antigen eritrosit:** Antigen spesifik ini diberi nama A, B dan Rh.

Seorang memiliki dua alel (gen) yang mengkode antigen A atau B, atau tidak memiliki keduanya diberi kode O.

Satu alel diterima dari masing-masing orang tua.

- **Antigen A dan B bersifat kodominan.**
- **Golongan darah: A. B. AB dan O**

# Sel Darah Putih

- **Leukosit (*WBCs, white corpuscle or Leukocytes*)**

Leukosit memiliki peran utama memproteksi tubuh dari infeksi dan juga memerangi infeksi.

Ukuran sel jauh lebih besar dari eritrosit (s/d 15/1000 mm) namun jumlahnya jauh lebih sedikit (kira-kira 7500/cc darah) usia lebih pendek dari eritrosit.

Jenis sel darah putih yaitu :

- Jenis granulosit atau *sel polimorfonuklear*:
  - Basofil.
  - Eosinofil.
  - Neutrofil.
- Jenis tanpa granula dalam sitoplasma: (bentuk intinya berbeda ).
  - Limfosit.
  - Monosit.

## Leukosit

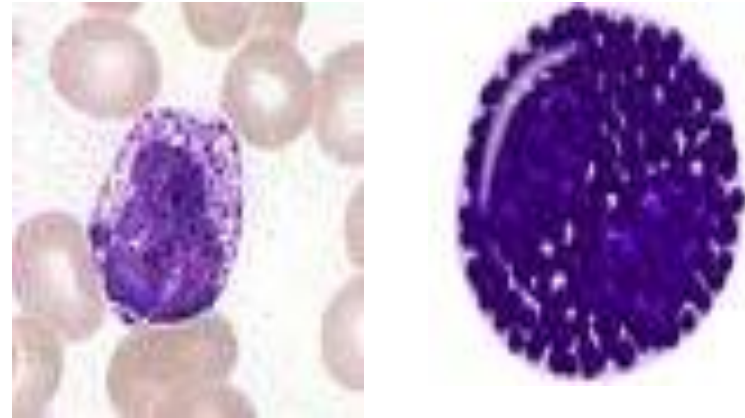
- Granulosit dan Monosit mempunyai peranan penting dalam perlindungan badan terhadap mikroorganisme.
- Dengan kemampuannya sebagai fagosit hasil kerja fagositik dari sel darah putih, peradangan dapat dihentikan, mereka memakan bakteria hidup yang masuk ke sistem peredaran darah.
- pada waktu menjalankan fungsi ini mereka disebut **fagosit** (fago- memakan) ,melalui mikroskop dapat dijumpai 10-20 mikro organisme tertelan oleh sebutir granulosit.

## Leukosit

- Dengan kekuatan gerakan amuboidnya ia dapat bergerak bebas didalam dan keluar pembuluh darah , berjalan mengitari seluruh bagian tubuh ,mengepung daerah yang terkena infeksi atau cidera, menangkap organisme hidup dan sebagai granulosit memiliki enzim yang dapat memecah protein, yang memungkinkan merusak jaringan hidup, menghancurkannya, menyingkirkan dan membuang bahan lain seperti kotoran-kotoran, serpihan-serpihan dan lainnya, dengan cara ini jaringan yang sakit atau terluka dapat dibuang dan penyembuhannya dimungkinkan
- Bila kegiatannya tidak berhasil dengan sempurna, maka dapat terbentuk nanah. Nanah berisi "jenazah" dari kawan dan lawan-fagosit yang terbunuh , didalam sel nanah terdapat banyak kuman yang mati dan sejumlah besar jaringan yang sudah mencair.
- Sel nanah akan disingkirkan oleh granulosit yang sehat yang bekerja sebagai fagosit.

# Basofil

- Gambaran darah tepi :

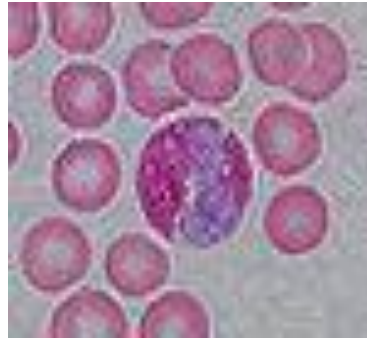


- Terdapat <1% didalam komposisi lekosit ditubuh manusia
- Basofil terutama meningkat pada reaksi alergi dan antigen dengan jalan mengeluarkan histamin bradikinin dan serotonin yang menyebabkan peradangan.
- bila cedera atau infeksi -> permeabilitet kapiler dan aliran darah meningkat; juga menghasilkan bahan alamiah heparin untuk pengawasan jalur pembekuan darah.
- Berfungsi mirip mast-cell (pencetus peradangan jaringan tertentu)



# Eosinofil

- Gambaran darah tepi :



- Terdapat 4% didalam komposisi lekosit
- Eosinofil terutama berhubungan dengan infeksi [parasit](#), berperan dalam reaksi alergi dan jumlahnya akan meningkat pada infeksi parasit tertentu.
- Meningkatnya eosinofil menandakan banyaknya parasit ditubuh manusia.  
**Eosinofil** muncul di site respons alergik dan nampak berfungsi protektif bagi inang dengan mengakhiri respons peradangan.
- Sel-sel ini terutama penting pada **pertahanan terhadap infeksi parasit** dan berfungsi memfagositosis sisa-sisa sel dengan tingkat yang lebih rendah dari pada neutrofil.

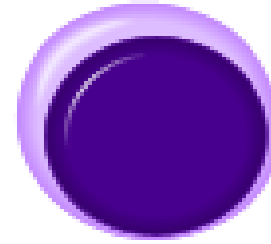
# Neutrofil

- Gambaran darah tepi :



- 60% dari jumlah leukosit
- Neutrofil berhubungan dengan pertahanan tubuh terhadap infeksi [bakteri](#) serta proses peradangan kecil lainnya, bertugas mengisolasi dan membunuh bakteri
- Biasanya memberikan tanggapan pertama terhadap infeksi bakteri;
- Tinggal di aliran darah hanya lebih-kurang 6-9 jam, kemudian menepi ke dinding pembuluh, ke dalam jaringan, di sini ia akan tinggal sampai beberapa hari.
- Terjadinya pus atau nanah disebabkan oleh aktivitas dan matinya neutrofil dalam jumlah banyak

# Limfosit



- Gambaran darah tepi :
- Terdapat 25% didalam komposisi lekosit tubuh manusia
- ***Lymphocytes* banyak diproduksi di kelenjar limfe dari pada di sumsum tulang.**
- Asal in utero dari sel-sel yang ditemukan di jaringan limfoid, hati dan limpa. Setelah lahir, limfosit terus berproliferasi di tempat-tempat tersebut (hati dan limpa) serta di sumsum tulang, kelenjar limfe, timus dan tonsil .
- Berperan utama dalam sistem imune tubuh.
- Mengalir keliling tubuh antara aliran darah dan kelenjar limfe, serta saluran di antara kelenjar limfe

## Jenis - jenis limfosit didalam darah :

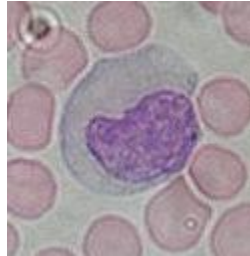
- Sel B: Sel B membuat antibodi yang mengikat patogen lalu menghancurkannya.

Setelah adanya serangan, beberapa sel B akan mempertahankan kemampuannya dalam menghasilkan antibodi sebagai layanan sistem 'memori'.

- Sel T: Penting untuk menahan bakteri intraseluler.
  - CD4+ (pembantu) Sel T mengkoordinir tanggapan ketahanan (bertahan dalam infeksi HIV)
  - CD8+ (sitotoksik) dapat membunuh sel yang terinfeksi virus.
- Sel natural killer: Sel pembunuh alami (*natural killer, NK*) dapat membunuh sel tubuh yang tidak menunjukkan sinyal bahwa dia tidak boleh dibunuh karena telah terinfeksi virus atau telah menjadi kanker.

# Monosit

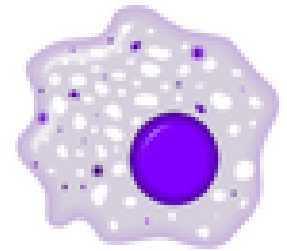
- Gambaran darah tepi



- Terdapat 6% dalam komposisi lekosit tubuh manusia
- Monosit ber fungsi "pembersih vakum" (fagositosis) dari neutrofil, **memberikan tanda** patogen kepada sel T sehingga patogen tersebut dapat dibunuh, atau membuat antibodi untuk menjaga.
- **Monosit (*Phagocytes*)** Bersirkulasi di dalam aliran darah kira-kira 6-9 hari dan berperan penting pada sistem imune tubuh.
- Monosit beredar dalam darah dan masuk ke jaringan yang cedera melewati membrane kapiler yang menjadi permeable (bisa ditembus) sebagai akibat reaksi peradangan.
- Monosit **bukan fagosit** namun setelah beberapa jam di jaringan dapat berkembang matang jadi makrofag (sel besar yang berkemampuan fagositik).

# Makrofag

- Monosit dikenal juga sebagai makrofag setelah meninggalkan aliran darah masuk ke dalam jaringan ,
- dengan Gambaran darah tepi sebagai berikut :
- **Permukaan makrofag memiliki 3 (tiga) reseptor:**
  - (1). Fc
  - (2). C3 dan
  - (3). *Non-specific*
- Makrofag mampu mencerna bakteri dan sisa sel dalam jumlah besar (eritrosit, leukosit yang telah lisis ).
- Makrofag mengkoloni di jaringan, kulit, kelenjar limfe dan paru selama berbulan → bertahun.
- Sel berfungsi menyapu mikroorganisme yang masuk rute terkait. **Sistem disebut sistem retikuloendotel.**
- **Makrofag juga memakan Carbon plastic sherules → maka disebut imunitas non spesifik (tidak khas).**



## Makrofag (*Macrophage*)

**Masa hidup sel polimorfonuklier** pendek, disposable, mati segera setelah mangfagosit bakteri (walau bakteri terbunuh dan dimakan).

**Sel lain yang memiliki kemampuan fagosit adalah: Makrofag.**

***Macrophage***: bersifat:

- masa hidupnya lebih lama. Berkemampuan mitosis.
- sama berasal dari sumsum tulang dan ada dalam sirkulasi darah sebagai **MONOCYTE**. Polimorfonuklier memakan bakteri lebih cepat dalam waktu singkat.
- **Makrofag memakan bakteri ukuran > besar** (TB), independens terhadap O<sub>2</sub> namun dihambat oleh glycolysis.
- **Makrofag lebih bisa tahan hidup** s/d bertahun-tahun dengan material yang termakan ada di dalamnya.
- Pembentukan lysosomes sama, hanya vesicle makrofag dari aparatur Golgi dan juga lysosomes → **phagolysosomes**.

# Gangguan Leukosit

- **Leukemia:** Pada gangguan ini ditemukan jumlah leukosit terlalu berlebih (leukositosis) .  
Ada lebih kurang 13 kasus baru/100.000 penduduk di USA, menduduki peringkat laju kematian ke 6-7.

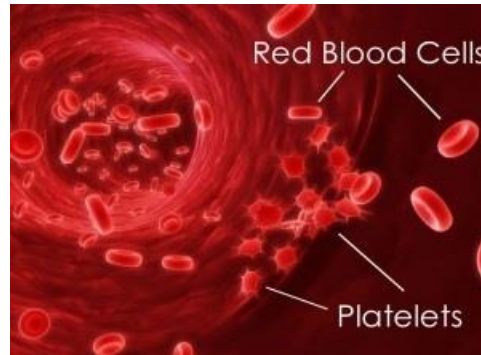
Ada beberapa tipe:

- **Leukemia akut:** sel leukosit yang terbanyak diproduksi adalah sel yang *imature* (blast), prognosis baik, anak lebih baik dari dewasa.
- **Leukemia kronik limfositik:** tipe ini ditandai dengan proliferasi *mature-looking lymphocytes*, tak dapat disembuhkan namun tidak fatal; jalan penyakitnya lama, survival rate 5 tahun, kematian akibat terkena infeksi berat.
- **Leukemia kronik myeloid:** ada dua fase, fase kronik dan fase malignant, survival rate 3 tahun, 1 diantara 3 bisa s/d 10 tahun, dan bisa berhasil lebih baik dengan transplantasi sumsum tulang.
- **Leukopenia:** keadaan jumlah leukosit yang lebih rendah.
- **AIDS:** terjadi infeksi pada T-limfosit → disfungsi sistem imunitas dan peningkatan risiko terkena infeksi dan kanker.



## Sel Keping (*Platelets*)

- Gambaran darah tepi :



- Tipe dengan **ukuran terkecil** di antara sel darah (2-3/1000 mm diameter). Jumlah lebih > leukosit, namun < eritrosit. Asal dari **sel bakal sumsum tulang**. Masa hidupnya lebih-kurang 9 hari.

**Fungsi:** Ada di sirkulasi darah dalam bentuk inaktif, pada situasi tertentu ia menempel ke dinding pembuluh darah dan melekat satu dengan yang lain. Aktivitas ini penting dalam **homeostasis (khusus-nya dalam penghentian perdarahan) dan pembekuan / penggumpalan darah.**

Proses juga bisa mengakibatkan **formasi thrombi (bekuan)** di dalam pembuluh darah yang *intact* (tidak rusak), dan juga deposit lemak di dinding pembuluh = **atheroma**.

Platelet sel karena berperan dalam formasi pembekuan maka diberi sebutan: **trombosit** (*thrombocytes*)

**Gangguan:** platelets yang abnormal, atau kekurangan platelets → **tipe tertentu gangguan perdarahan.**

## ***PHAGOCYTOSIS (FAGOSITOSIS)***

**Fagosit** adalah sel yang berkemampuan menangkap dan memakan / menelan (memfagosit) sel kuman (bakteri/ virus) dan benda asing serta serpihan sel.

### **Imunitas:**

- ***Non-specific immunity*** = kekebalan terhadap jenis kuman tak khas
- ***Specific immunity*** = kekebalan khas terhadap satu jenis kuman

### **Contoh:**

Seseorang yang terkena infeksi variola (cacar) akan timbul kekebalan khas (spesifik) terhadap kuman (virus) penyebab variola, tidak akan terkena variola untuk kedua kalinya. Kekebalan khas ini meliputi aktivitas sel (darah) dan cairan tubuh.

## FAGOSITOSIS (Lanjutan-1)

### Elemen seluler:

- Limfosit
- Fagosit yang memakan zat tertentu (bakteri) yang masuk ke sitoplasma sel.

### Ada 2 (dua) sel:

1. leukosit polimorfonuklier
2. makrofag (monosit)

Sifat fagositik mereka dipermudah dengan hadirnya **zat kimia antibodies spesifik** (khas).

- ***Opsonization (opsonisasi):***

**Proses peningkatan fagositosis** di dalam substansi. Ini vital bagi mekanisme pertahanan tubuh dan merupakan fungsi penting antibodi.

Molekul **opsonin** melekat (seperti lem) pada fagosit dan bakteri.

Fagositosis (lanjutan -2)

- ***Opsonization (opsonisasi):***

Perlekatan ini kuat pada permukaan sel, mendahului proses ingesti (memakan)

= ***Initial attachment***

= ***initial cell phagocytosis***

Permukaan fagosit profesional memiliki 2 (dua) site reseptors pengikat opsonin:

(1) ***Fc-receptor*** yang akan mengikat antibodi IgG dan IgM,

(2) ***C3-receptor*** yang melekat pada ***C3-component of complement***, yang seperti juga IgG beraksi seperti suatu opsonin.

Kedua reseptors di atas ini penting dalam proses perlekatan dan fagositosis. Fagosit juga harus memiliki reseptor untuk **Gamma interferon** dan **faktor inhibitasi migrasi**.

## FAGOSITOSIS (Lanjutan-3)

- Fagosit juga memproduksi:
  - ***Prostaglandin,***
  - ***interferron,***
  - ***complement components dan***
  - ***interleukin I.***
- Belum diketahui penyakit yang menunjukkan bahwa fagositosis adalah defektif.
- Apabila ada defek pada inang, menjurus ke kegagalan memakan bakteri/kuman maka kesalahan biasanya ada pada **sistem *opsonization***-nya.

## Fagositosis (lanjutan -4)

- ***Polymorphonuclear Leukocytes (granulocytes)* (polimorfonuklier leukosit) (granulosit)**

Ada di sumsum tulang, ada 3 (tiga) macam atas dasar sifat pengecatan granula inti (*Lysosomes*):

- **Neutrofil,**
- **Eosinofil dan**
- **Basofil.**

**Neutrofil → fagosit**

- **end product pendewasaan sel myeloblast (asal sumsum tulang)**
- **kemampuan mitosisnya hilang**

**Sifat sel leukosit polimorfonuklier:**

- inti multi-lobi
- < 48 jam dalam sirkulasi
  - atas pengaruh kemotaksis ia migrasi ke tissue
  - mengfagosit benda asing yang ada
  - mati.

## Fagositosis (Lanjutan -5)

### Cara fagosit:

- melekat erat seperti lem pada permukaan
- gerak ameboid (dengan pseudopodia)
- supplier lysosomes (***cytoplasmic vehicles*** penuh enzyme cerna)
- partikel yang difagosit dikurung dalam ***vacuole*** terselubung membrane (***phagosome***) bersama dengan ***lysosomes***
  - ***phagolysosomes (secondary lysosome)***
  - **bakteri atau leukosit sendiri bisa mati/larut/lysis.**

Studi menemukan bahwa: inhibitor metabolik menghambat glycolysis dan tidak berpengaruh pada respirasi oksidosisnya → ini menguntungkan, karena ada kalanya leukosit harus bekerja dalam area miskin O<sub>2</sub>.



Fagositosis (lanjutan -6)

### **Proses fagositosis diikuti peningkatan:**

- konsumsi O<sub>2</sub>
- aktivitas jalur pintas hexose-monofosfat → hasilkan energi
- hasil H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>;
- glycolysis;
- *turnover RNA*;
- sintesis lipid

Sel polimorfonuklier memiliki supply glycogen sebagai sumber glucose.

Fagosit dependens pada ion tertentu (magnesium) dan beberapa faktor pada serum.

(Peningkatan 2-3x lipat aktivitas oksidasi dan 10x lipat jalur pintas hexose monofosfat adalah sebagian dari kejadian pada pembunuhan bakteri ***intracellular***)

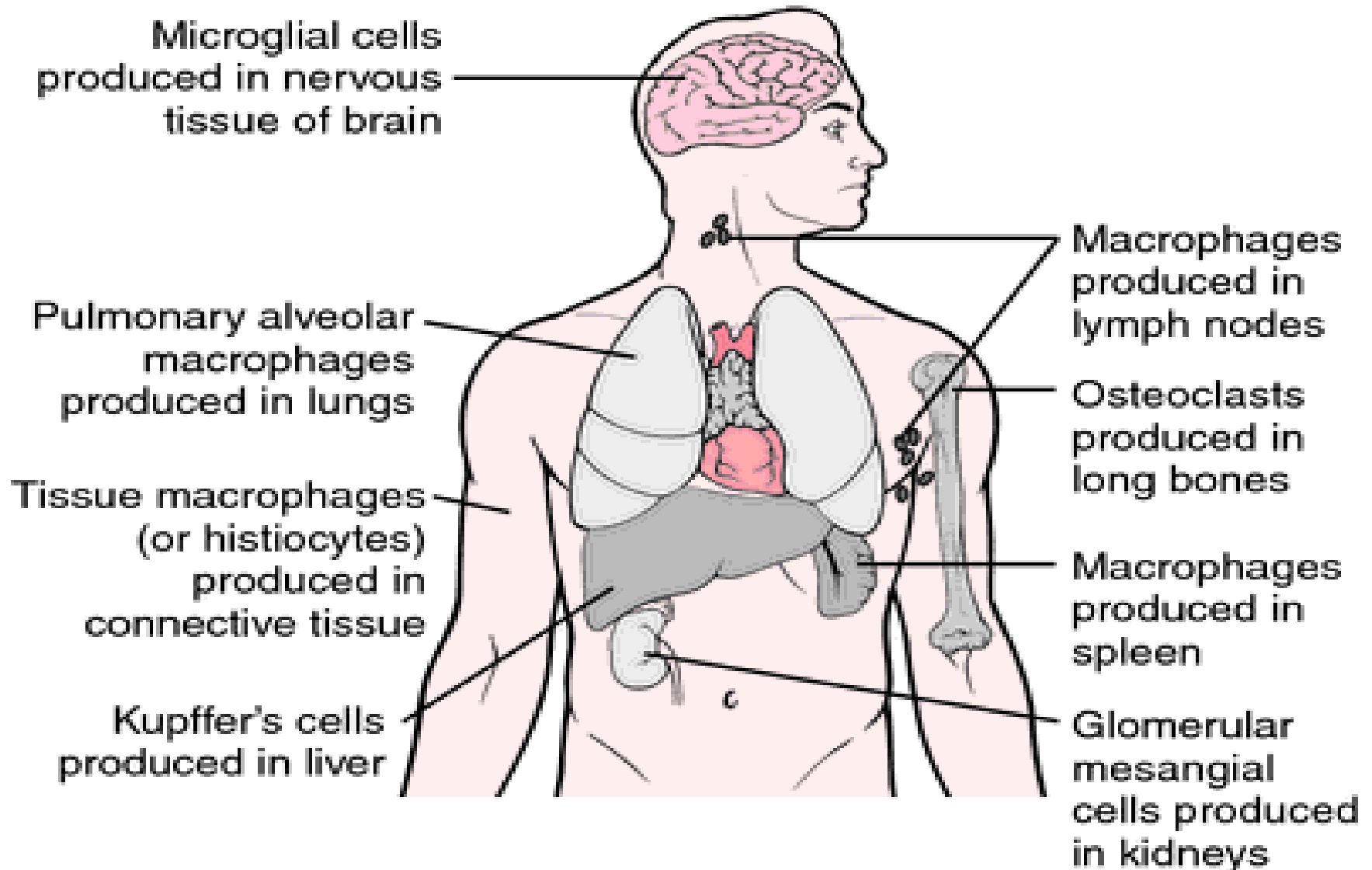
## **Sistem Mononuklear Fagosit** ***(The Mononuclear Phagocytes System)***

- Bila bakteri disuntikkan masuk aliran darah  
→ ikut aliran dan cepat hilang.
- Bila disuntikkan ke subkutan  
→ tahan lebih lama.
- Bila dimasukkan saluran napas  
→ tahan lebih lama sebelum dibersihkan.  
Keadaan sama apabila dimasukkan ke cavum peritonei

**Dulu tananan dikenal dengan sebutan:**

***Reticulo-endothelial system*** → sekarang lebih suka disebut:  
***Mononuclear Phagocyte System.***

# Reticuloendothelial system. From Frazier et al., 1996



# ***Mononuclear Phagocyte System (Lanjutan)***

**Bone marrow**

***Precursor cell***

***Promonocyte***

***Monocyte***

**Blood**

**Tissue**

***Connective tissue (histiocyte)***

***Lymph vessel, spleen sinus***

***Bone marrow (resident macrophage)***

***Liver Kupffer cells***

***Peritoneum (serosal macrophage)***

***Macrophage***

***Pleura, lung (alveolar macrophage)***

***Bone (osteoclast)***

***Brain (microglia)***

***Gastro-intestinal tract***

***Genito-urinary tract.***

***Synovia***

# ***The Killing of Microbes Inside Phagocytes (Pembunuhan Mikroba di dalam Fagosit)***

## **Mekanisme pembunuhan intraselluler Mikroorganism:**

***High acidity in  
phagosomes***

***Lactic acid accumulate due to increased  
glycolysis.***

***Lysosomes***

***Secreted by cell***

***Lactoferrin***

***Present in lysosomes***

***Superoxide anion*** ***Generated after phagocytosis***

***H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>***

***Generated after phagocytosis***

***Catalase***

***Present in cell***

***H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + catalase***

***Aldehydes***

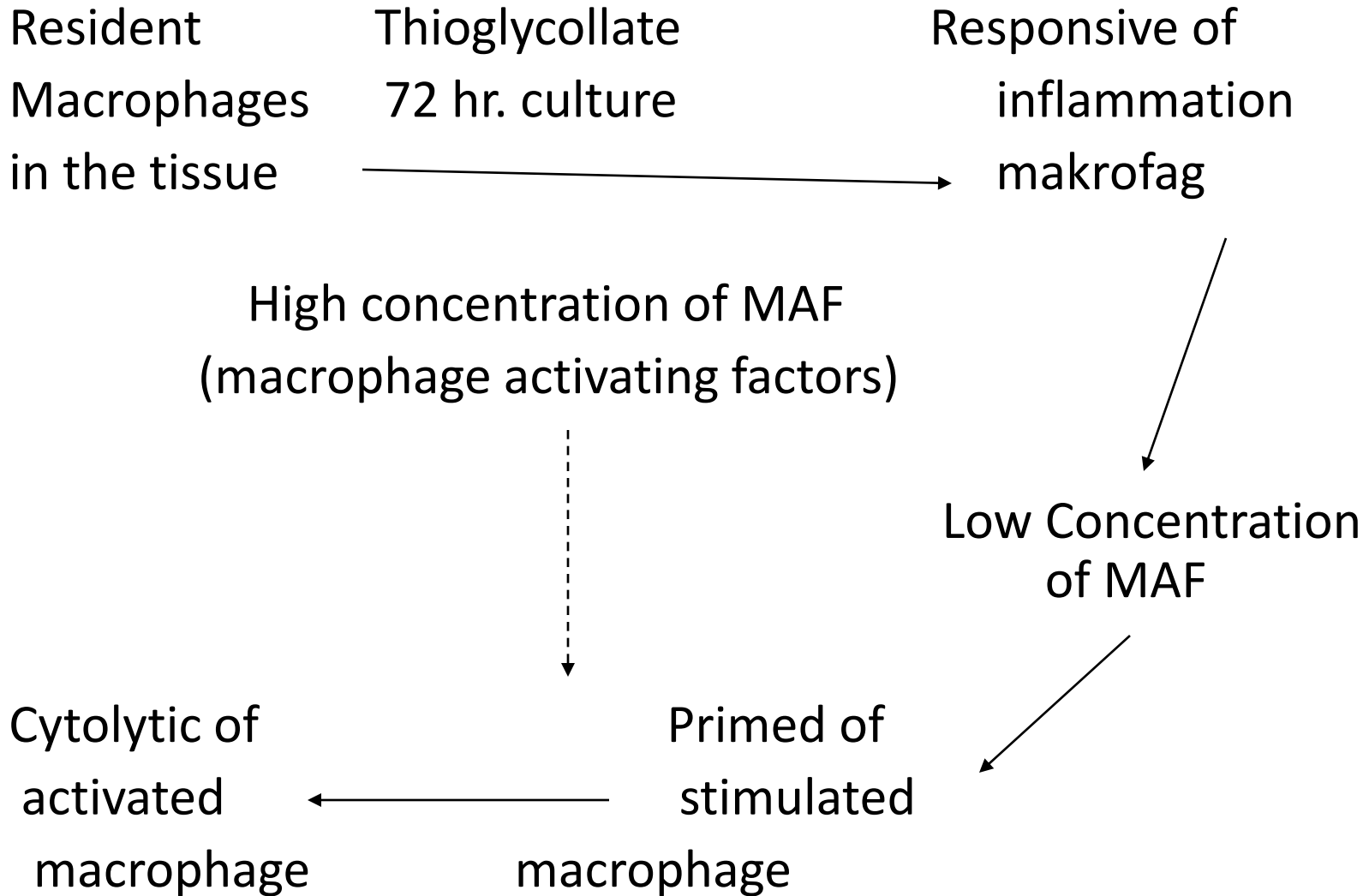
***Formed after per-oxidation of cell lipids by  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>***

***Free halide radicals***

***Formed from iodine or chloride in cell by  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>***

***and mye- loperoxiase atau GSH peroxidase***

## ***Macrophage Activation*** (lanjutan)



# DISKUSI KELOMPOK

- Sebutkan sel – sel darah
  - Bagaimana fungsi System Retikuloendotelial pada tubuh manusia bekerja
  - Bagaimana respon Macrophag dalam peradangan kronik
- 
- 1 kelompok 5 orang : nama, no , tt
  - Diketik Font Calibri, size 14 , Quarto