

DIKTAT

HISTOLOGI DAN MIKROSKOPI ANATOMI



**Disusun Oleh:
Heru Nurcahyo**

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

2010

KATA PENGANTAR

Buku Histologi & Mikroskopi Anatomi (HMA) ini disusun untuk membantu Mahasiswa Prodi Biologi dan Prodidik Biologi, Jurusan Pendidikan (Jurdik) Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) dalam melakukan kegiatan praktikum Bio Selmol di Laboratorium Biologi, Jurdik Biologi, FMIPA, UNY.

Buku ini memuat berbagai petunjuk cara melakukan eksperimen dalam bidang biologi sel dan molekuler. Eksperimen laboratorium memiliki peran yang sangat berarti dalam membantu mahasiswa memahami dasar-dasar fenomena biologis baik secara seluler dan molekuler. Sukses atau bahkan gagal sekalipun dalam melakukan eksperimen merupakan pengalaman yang membantu meningkatkan pemahaman bahwa fakta-fakta di dalam buku berdasarkan hasil eksperimen laboratorium.

Menyadari adanya kekurangan dalam penyusunan buku ini, maka segala saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan buku ini untuk waktu berikutnya.

Akhirnya sebagai harapan penulis semoga keberadaan buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi Mahasiswa Jurdik Biologi FMIPA UNY.

Edisi Pertama
Yogyakarta, Maret 2010

Tim Penyusun
Dr. Heru Nurcahyo

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DARAH	
SISTEM KARDIOVASKULER	
SISTEM RESPIRASI	
SISTEM ENDOKRIN	
SISTEM SARAF	
MEKANISME KONTRAKSI OTOT	

TATA TERTIB PRAKTIKUM

Setiap praktikan yang melakukan praktikum Biologi Sel dan Molekuler di Laboratorium Biologi, Jurdik Biologi, FMIPA, UNY diwajibkan mematuhi tata tertib berikut:

1. Praktikan harus sudah siap menjalankan praktikum lima menit sebelum acara praktikum dimulai.
2. Pada saat melakukan praktikum diharuskan memakai jas praktikum.
3. Setiap praktikan diharuskan membaca dengan teliti petunjuk praktikum yang akan dilakukan dan membuat ringkasan cara kerja praktikum yang akan dilaksanakan pada saat itu.
4. Sebelum praktikum dimulai pada setiap awal praktikum akan diadakan pre-tes.
5. Laporan sementara dibuat pada saat praktikum dan pada saat praktikum akan usai dimintakan persetujuan Assisten/Dosen pembimbing.
6. Laporan resmi praktikum dikumpulkan pada setiap awal praktikum berikutnya.
7. Setelah usai praktikum setiap kelompok bertanggung jawab terhadap keutuhan dan kebersihan alat-alat dan fasilitas.
8. Bagi praktikan yang berhalangan hadir diharuskan membuat surat ijin dan apabila sakit harus dilampiri surat keterangan dokter.
9. Responsi diadakan setelah semua acara praktikum dilaksanakan dan waktunya ditentukan kemudian berdasarkan kesepakatan bersama.
10. Syarat mengikuti responsi adalah praktikan yang telah mengikuti seluruh kegiatan praktikum dan telah membuat laporan resmi hasil praktikum.
11. Ketentuan yang belum tercantum dalam tata tertib ini apabila perlu akan ditentukan kemudian.

**Tim Pembimbing Praktikum
Histologi Anatomi Manusia**

**SUSUNAN ACARA KEGIATAN PRAKTIKUM
FISIOLOGI LANJUT**

Urutan Kegiatan	Jenis Kegiatan
Kegiatan 1 :	Pemisahan serum dan plasma darah
Kegiatan 2 :	Pengawetan darah dengan EDTA, sitrat, dan oksalat
Kegiatan 3 :	Komposisi darah dengan <i>microhematocrit</i>
Kegiatan 4 :	Penghitungan sel darah merah (SDM) dengan <i>counting chamber</i>
Kegiatan 5 :	Penghitungan sel darah putih (SDP) dengan <i>counting chamber</i>
Kegiatan 6 :	Penggolongan darah berdasarkan sistem ABO
Kegiatan 7 :	Penentuan waktu koagulasi darah
Kegiatan 8 :	Pengukuran kadar hemoglobin (Hb) dengan hemometer Sahli, dan Leica photometer
Kegiatan 9 :	Merekam kontraksi otot jantung katak dengan kimograph
Kegiatan 10 :	Tes Galli Maini
Kegiatan 11 :	Tes kehamilan menggunakan anti- β hCG
Kegiatan 12 :	Merekam kontraksi otot gastrocnemius katak dengan kimograph

SEL DAN JARINGAN

Pengantar

Jaringan adalah struktur yang dibentuk oleh kumpulan sel-sel yang memiliki sifat-sifat morfologik dan fungsi yang sama. Tubuh hewan tersusun atas 4 jenis jaringan yaitu: (1) epitel, (2) penyambung (konektif), (3) otot, dan (4) saraf. Jaringan ini saling berhubungan satu sama lain membentuk organ, sistem organ, dan tubuh.

1. Jaringan Epitel

Jaringan epitel mempunyai fungsi utama sebagai berikut: (1) menutupi dan melapisi permukaan (misalnya kulit), (2) penyerapan (absorpsi) misalnya usus halus, (3) sekresi misalnya sel epitel kelenjar, (4) sensoris misalnya neuroepitel (reseptor), (5) kontraktile misalnya sel mioepitel. Adanya lamina basalis, sebagai penghubung dengan jaringan penyambung (konektif) di bawahnya, suatu struktur ekstrasel.

Klasifikasi Sel Epitel

1. Jaringan epitel penutup

Menurut bentuk selnya, epitel sederhana dapat dibedakan menjadi: epitel pipih (skuamosa), kuboid, atau kolumner.

- 1) Epitelium pipih selapis, lapisan parietal kapsula Bowmani ginjal. Endotel pembuluh darah dan mesotel yang melapisi rongga-rongga tubuh tertentu merupakan contoh epitel skuamosa sederhana.
- 2) Epitel kubus selapis, tubulus contortus uriniferus (TCU) pars proximalis ginjal. Epitel kubus selapis dengan *striated brush border*. TCU pars distalis ginjal, epitel kubus selapis tanpa *brush border*. Sel epitelium kubus dengan inti spheris di tengah *brush-border* pada permukaan bebas. Membrana basalis
- 3) Epitel kolumner selapis, duodenum mammalia. Epitel kolumner selapis dengan *striated border*. Sel epitel kolumner dengan inti. *Striated border* pada permukaan bebas. Epitel pipih berlapis dengan penandukan (kornifikasi):
- 4) Epitel transisional, esophagus kelinci. Sel epitel berlapis-lapis pada bagian superfisial berbentuk pipih, sedangkan lapisan dalam bentuknya bervariasi dari kuboid sampai kolumner. Sel-sel lapisan luar mengalami penandukan (kornifikasi).

Ureter, pada bagian superfisial terlihat sel-sel yang bentuknya seperti payung (sisi atas lebih lebar dari sisi bawah). Sel-sel lapisan bawah berbentuk polygonal.

Trakhea domba, epitel kolumner berlapis silia. Sel-sel kolumner yang semuanya bertumpu pada membrana basalis tetapi tidak semuanya mencapai permukaan bebas. Inti sel tampak 2-3 lapis atau lebih, silia tampak pada permukaan epitel, membrana basalis.

- 5) Epitel berlapis digolongkan menurut bentuk sel lapisan superfisialnya: skuamosa, kuboid, kolumner, dan transisional.

2. Jaringan Penyambung (Konektif)

Jaringan penyambung berperan mempertahankan bentuk tubuh. Fungsi mekanis. Berfungsi menghubungkan dan mengikat sel dan akhirnya memberi sokongan pada kekuatan jaringan tubuh, melalui komponen ekstrasel. Unsur utama jaringan penyambung adalah matriks ekstraselnya, yang terdiri dari serabut-serabut protein, zat

amorf, dan cairan jaringan. Komponen dasar jaringan penyambung adalah: sel, serabut protein, dan zat dasar.

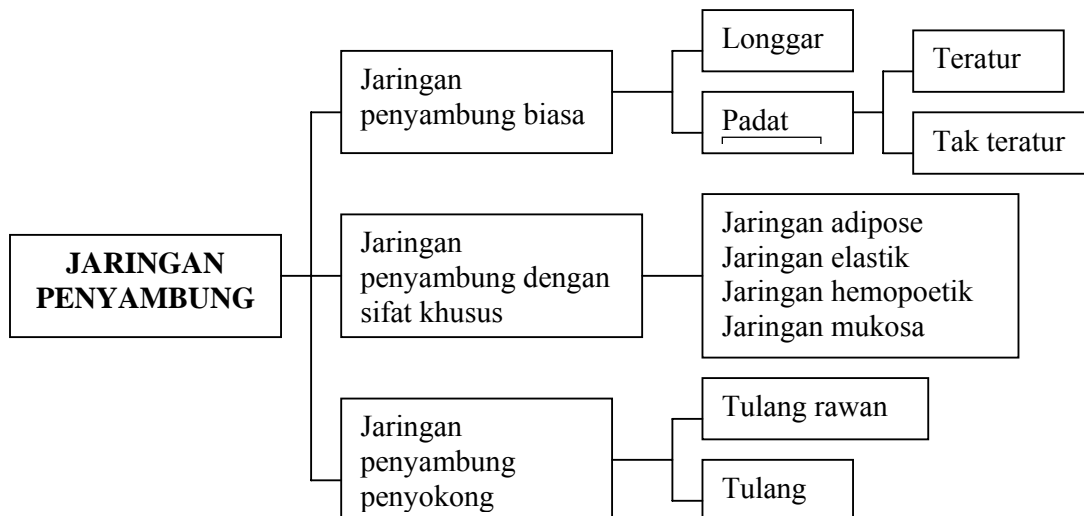
Jenis-jenis jaringan penyambung:

1. Jaringan penyambung longgar (areolar):

Mengisi ruang di antar serabut dan sarung otot, menyoojng jaronga epitel, dan membentuk suatu lapisan yang mengelilingi pembuluh limfe dan pembuluh darah. Jaringan penyambung longgar terutama ditemukan di dalam lapisan papil dermis, hypodermis, lapisan serosa kavum peritoneum dan pleura, kelenjar, membrana mukosa. Sel yang pling banyaak adlaah fibroblas dan makrofag. Serabut kolagen, elastik dan retikulum. Unsure utama Jaringan penyambung longgar adaalah zat dasar amorf.

2. Jaringan penyambung padat:

Komponen seperti Jaringan penyambung longgartetapi serabut klagen lebih dominan. Jumlah sel lebih sedikit.fibroblas paing banyak.Dijumpai pada dermis kulit, submukosa saluran pencernaan. Sekitar organ-organ limpa (lien), nodus limfatius, dan ganglion. Contoh: tendo, yang berfungsi melekatkan otot lurik dengan otot.



Ada 3 jenis utama serabut jaringan penyambung: serabut kolagen, serabut elastik, dan serabut retikuler. Nama tersebut berdasarkan komponen yang dominan di dalam jaringan tersebut atau sifat struktural jaringan tersebut.

- 1) Serabut kolagen merupakan benang-benang tidak berwarna, panjang, dan tebal. Serabut kolagen banyak terdapat pada jaringan ikat padat teratur, sebagai contoh: tendo dan aponeurosis.
- 2) Serabut elastik, lebih tipis dan tidak memiliki garis-garis longitudinal, bercabang-cabang dan bersatu sama lain, sehingga membentuk suatu jaringan tidak teratur, jika dibedakan dengan serabut kolagen. Serabut elastik (tipis)
- 3) Serabut retikuler merupakan serabut sangat halus. Terutama terdapat pada organ hemopoetik (lien, nodus limfatikus, sumsum tulang merah).

Sel penyusun jaringan penyambung

Spesialisasi sel di dalam jaringan penyambung menghasilkan beberapa jenis sel, masing-masing mempunyai sifat morfologik dan fungsional khusus. Seperti: fibroblas, makrofag, mast cell, sel plasma, sel adiposa, dan leukosit.

- 1) Sel fibroblast berbentuk seperti bintang (*stellat*), dengan tonjolan protoplasma (prosesus) tidak teratur; Inti sel fibroblast bulat telur, besar, kromatin halus, dan nukleolus jelas. Sitoplasma penuh dengan retikulum endoplasmik granular, dan badan Golgi berkembang dengan baik. Bertanggung jawab terhadap sintesis serabut dan zat amorf intersel. Jika telah matang disebut fibrosit.
- 2) Makrofag, kemampuan untuk pinositosis dan fagositosis. Dapat mengembara dengan memakai pseudopodia pendek tebal yang menyebabkan bentuknya tidak teratur. Inti berbentuk bulat dengan kromatin padat.
- 3) Mast Cell, ukurannya besar berbentuk bulat telur. Sitoplasma penuh dengan granula basofil. Bertanggung jawab terhadap reaksi alergi.
- 4) Sel plasma, sel-sel dengan ukuran besar, bulat telur sitoplasma basofilik. Bertanggung jawab untuk sintesis antibodi.
- 5) Sel lemak (adiposa), Untuk penyimpanan lemak. Sel-sel lemak berbentuk polygonal, vakuola lemak tampak besar dan tunggal, sitoplasma tipis di tepi, dan inti sel terdesak ke tepi.
- 6) Leukosit;
- 7) **Jaringan darah**, Jaringan darah (korpuskuler darah) dapat dibedakan menjadi: sel darah merah (SDM), sel darah putih (SDP), dan keping darah (*platelets*, *thrombocytes*).

(1) Eritrosit

Eritrosit pada manusia berbentuk diskus bikonkav, diameternya 6 - 9 μm , tebal bagian tengah 1 μm , bagian tepi 2 - 2,5 μm dan tidak berinti. Sitoplasmanya terdiri atas hemoglobin (34 %), tidak terdapat mitokondria, lisosom, ribosom, retikulum endoplasmik, dan badan Golgi.

(2) Sel darah putih (SDP) atau leukosit (*leukocyte*)

Sel darah putih (SDP) atau leukosit (*leukocyte*) berasal dari myeloblast (*stem cell*). Jumlah leukosit pada orang dewasa normal berkisar antara 5000 - 9000 permm³. Jenis-jenis SDP berdasarkan bentuk intinya dapat dibedakan menjadi granulosit dan agranulosit. Granulosit karena memiliki granula di dalam sitoplasmanya. Granulosit dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. Neutrofil: Sitoplasma basofil dengan granula halus (kecil-kecil) berwarna merah muda. Inti bersegmen terdiri atas 3 lobi atau lebih dan biasanya terdapat *drum stick*. Neutrofil biasanya meningkat jumlahnya pada infeksi karena bakteri.
2. Eosinofil: Sitoplasma tercat kemerahan (eosinofil) dengan granula kasar. Inti berlobi 2. Eosinofil meningkat jumlahnya pada infeksi parasit.
3. Basofil: Sitoplasma tercat kebiruan (basofil) dengan granula kasar, dan jarang. Basofil jumlahnya meningkat pada reaksi alergi.

Agranulosit karena tidak memiliki granula di dalam sitoplasmanya. Agranulosit dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Monosit: Sitoplasma tercat biru, Inti berbentuk seperti ginjal nukleus tunggal, besar, motil, tercat biru, berfungsi sebagai fagositik.

2. Limfosit: nukleus tunggal, besar, nonmotil, bulat, tercat biru, berfungsi memproduksi antibodi. Sitoplasma tercat biru (basofil), Inti besar
3. Makrofag: Kemampuan pinositosis dan fagositosis.

(3) Trombosit

Sangat kecil

Jaringan penyambung penyokong

1. Jaringan tulang rawan (kartilago)

- 1) Kartilago hialin
Perikondrium (lapisan superfisial) berupa jaringan ikat, kapsula, rongga-rongga (lacuna) yang mengandung sel tulang rawan (kondrosit). Satu lakuna dapat berisi 2 - 8 kondrosit
Kondrosit pada bagian permukaan berbentuk pipih sejajar permukaan, makin ke dalam makin membulat dan jarang. Matrik teritorial (terdapat di sekitar lakuna), matrik interteritorial (di antara lakuna satu dengan lakuna lain).
- 2) Kartilago elastik
Matrik interstitial terdapat serabut elastik.

2. Jaringan tulang (tulang keras)

Periosteum: jaringan ikat padat tidak teratur lamella generalis eksterna berlapis-lapis. Serabut **Sharpey** masuk ke dalam tulang di antara sistem Haversi Saluran Volkman. Sistem Haversi terdiri atas: Canalis Haversi, Lamella Haversi; mengelilingi canalis Haversi, Setiap lamella Haversi mengandung osteosit antar lacuna. Endosteum

3. Jaringan Otot

Tersusun atas sel-sel otot dibedakan menjadi otot polos, serat lintang, dan campuran (otot jantung).

- 1) Otot polos
Otot polos manusia, sel berbentuk langsing (kumbaran) dengan ujung runcing. Inti sel di tengah berbentuk elipsoid, Sarkoplasma, Sarkolemma.
- 2) Otot serat lintang (skelet)
Otot serat lintang manusia, Sel otot tampak sebagai serabut (fibril), Inti sel banyak (*multinucleated*) berbentuk elipsoid dan terletak pada tepi serabut. Terdapat garis gelap (anisotrop) dan terang (isotrop).
- 3) Otot jantung
Sel-sel otot jantung saling beranastomose, Inti elipsoid di tengah, tampak garis isotrop (terang) dan anisotrop (gelap), Discus intercalatus
Sel Purkinje (besar, sitoplasma jernih).

4. Jaringan Saraf

Tersusun atas sel-sel saraf (neuron, atau neurit) dibedakan menjadi neuron sensoris, motoris, dan interneuron (penyambung).

- 1) Medulla spinalis. Sistem Saraf Pusat
Piamater (jaringan ikat longgar), Substantia alba (*white matter*), Septum dorsalis, Septum ventrale, Substantia grisea (*grey matter*), Cornu dorsalis (berisi sel sensoris), Cornu ventralis (berisi sel motorik), Canalis sentralis.
- 2) Cerebellum

Piameter cerebelli (jaringan ikat longgar), Substansia alba, Substansia grisea tersusun atas: stratum molekulare (sel besar dan bulat), stratum gangliosum terdiri atas selapis sel Purkinje yang berbentuk seperti botol, inti besar, nukleolus gelap. Stratum granulosum (sel besar/kecil tampak lebih gelap), Gyrus (tonjolan), Sulcus (lekukan).

SISTEM PENCERNAAN

Sistem pencernaan terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar-kelenjar yang pencernaan. Fungsi sistem pencernaan adalah memperoleh zat-zat makanan yang dibutuhkan bagi tubuh.

Struktur Histologi Umum Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan umumnya mempunyai sifat struktural tertentu yang terdiri atas 4 lapisan utama yaitu: lapisan mukosa, submukosa, lapisan otot, dan lapisan serosa.

1. Lapisan mukosa terdiri atas (1) epitel pembatas; (2) lamina propria yang terdiri dari jaringan penyambung jarang yang kaya akan pembuluh darah kapiler dan limfe dan sel-sel otot polos, kadang-kadang mengandung juga kelenjar-kelenjar dan jaringan limfoid; dan (3) muskularis mukosae.
2. Submukosa terdiri atas jaringan penyambung jarang dengan banyak pembuluh darah dan limfe, pleksus saraf submukosa (juga dinamakan Meissner), dan kelenjar-kelenjar dan/atau jaringan limfoid.
3. Lapisan otot tersusun atas: (1) sel-sel otot polos, berdasarkan susunannya dibedakan menjadi 2 sublapisan menurut arah utama sel-sel otot yaitu sebelah dalam (dekat lumen), umumnya tersusun melingkar (sirkuler); pada sublapisan luar, kebanyakan memanjang (longitudinal). (2) kumpulan saraf yang disebut pleksus mienterik (atau Auerbach), yang terletak antara 2 sublapisan otot. (3) pembuluh darah dan limfe.
4. Serosa merupakan lapisan tipis yang terdiri atas (1) jaringan penyambung jarang, kaya akan pembuluh darah dan jaringan adiposa; dan (2) epitel gepeng selapis (mesotel).

Fungsi utama epitel mukosa saluran pencernaan adalah:

1. Menyelenggarakan sawar (pembatas), bersifat permeabel selektif antara isi saluran dan jaringan tubuh.
2. Mempermudah transpor dan pencernaan makanan
3. Meningkatkan absorpsi hasil-hasil pencernaan (sari-sari makanan). Sel-sel pada lapisan ini selain menghasilkan mukus juga berperan dalam pencernaan atau absorpsi makanan.

Nodusus limfatikus yang banyak terdapat pada lamina propria dan lapisan submukosa sebagai sistem pertahanan tubuh atau pelindung dari infeksi mikroorganisme dari invasi virus dan bakteri.

Muskularis mukosae dan lapisan otot untuk pergerakan lapisan mukosa secara independen (otonom) dari pergerakan saluran pencernaan lain, sehingga meningkatkan kontak dengan makanan. Kontraksi lapisan mukosa mendorong (peristaltik) dan mencampur makanan (segmentasi) dalam saluran pencernaan.

Pleksus-pleksus saraf mengatur kontraksi muskuler ini, yang membentuk gangglia parasimpatis. Banyaknya jala-jala serabut pre- dan postganglionik sistem saraf otonom dan beberapa serabut-serabut sensoris viseral dalam ganglia ini memungkinkan komunikasi diantara mereka. Kenyataan bahwa saluran pencernaan menerima banyak persyarafan dari sistem saraf otonom memberikan penjelasan anatomik akan besarnya pengaruh gangguan emosi pada saluran pencernaan – suatu fenomena yang penting pada pengobatan psikosomatis.

Rongga Mulut

Rongga mulut (pipi) dibatasi oleh epitel gepeng berlapis tanpa tanduk. Atap mulut tersusun atas palatum keras (*durum*) dan lunak (*molle*), keduanya diliputi oleh epitel

gepeng berlapis. Uvula palatina merupakan tonjolan konis yang menuju ke bawah dari batas tengah palatum lunak.

Lidah

Lidah merupakan suatu massa otot lurik yang diliputi oleh membran mukosa. Serabut-serabut otot satu sama lain saling bersilangan dalam 3 bidang, berkelompok dalam berkas-berkas, biasanya dipisahkan oleh jaringan penyambung. Pada permukaan bawah lidah, membran mukosanya halus, sedangkan permukaan dorsalnya ireguler, diliputi oleh banyak tonjolan-tonjolan kecil yang dinamakan papilae. Papilae lidah merupakan tonjolan-tonjolan epitel mulut dan lamina propria yang diduga bentuk dan fungsinya berbeda. Terdapat 4 jenis papilae.

1. Papilae filiformis: mempunyai bentuk penonjolan langsing dan konis, sangat banyak, dan terdapat di seluruh permukaan lidah. Epitelnya tidak mengandung puting kecap (reseptor).
2. Papilae fungiformis menyerupai bentuk jamur karena mereka mempunyai tangkai sempit dan permukaan atasnya melebar. Papilae ini, mengandung puting pengecap yang tersebar pada permukaan atas, secara tidak teratur terdapat di sela-sela antara papilae filiformis yang banyak jumlahnya.
3. Papilae foliatae, tersusun sebagai tonjolan-tonjolan yang sangat padat sepanjang pinggir lateral belakang lidah, papila ini mengandung banyak puting kecap.
4. Papilae circumfalatae merupakan papilae yang sangat besar yang permukaannya pipih meluas di atas papilae lain. Papilae circumvalate tersebar pada daerah "V" pada bagian posterior lidah. Banyak kelenjar mukosa dan serosa (von Ebner) mengalirkan isinya ke dalam alur dalam yang mengelilingi pinggir masing-masing papila. Susunan yang menyerupai parit ini memungkinkan aliran cairan yang kontinyu di atas banyak puting kecap yang terdapat sepanjang sisi papila ini. Aliran sekresi ini penting untuk menyingkirkan partikel-partikel dari sekitar puting kecap sehingga mereka dapat menerima dan memproses rangsangan pengencapan yang baru. Selain kelenjar-kelenjar serosa yang berkaitan dengan jenis papila ini, terdapat kelenjar mukosa dan serosa kecil yang tersebar di seluruh dinding rongga mulut lain-epiglottis, pharynx, palatum, dan sebagainya-untuk memberi respon terhadap rangsangan kecap.

Pharynx

Pharynx merupakan peralihan ruang antara rongga mulut dan sistem pernapasan dan pencernaan. Ia membentuk hubungan antara daerah hidung dan larynx. Pharynx dibatasi oleh epitel berlapis gepeng jenis mukosa, kecuali pada daerah-daerah bagian pernapasan yang tidak mengalami abrasi. Pada daerah-daerah yang terakhir ini, epitelnya toraks bertingkat bersilia dan bersel goblet. Pharynx mempunyai tonsila yang merupakan sistem pertahanan tubuh. Mukosa pharynx juga mempunyai banyak kelenjar-kelenjar mukosa kecil dalam lapisan jaringan penyambung padatnya.

Oesofagus

Bagian saluran pencernaan ini merupakan tabung otot yang berfungsi menyalurkan makanan dari mulut ke lambung. Oesofagus diselaputi oleh epitel berlapis gepeng tanpa tanduk. Pada lapisan submukosa terdapat kelompokan kelenjar-kelenjar oesofagea yang mensekresikan mukus. Pada bagian ujung distal oesofagus, lapisan otot hanya terdiri sel-sel otot polos, pada bagian tengah, campuran sel-sel otot lurik dan polos, dan pada ujung proksimal, hanya sel-sel otot lurik.

Lambung

Lambung merupakan segmen saluran pencernaan yang melebar, yang fungsi utamanya adalah menampung makanan yang telah dimakan, mengubahnya menjadi bubur yang liat yang dinamakan kimus (*chyme*). Permukaan lambung ditandai oleh adanya peninggian atau lipatan yang dinamakan rugae. Invaginasi epitel pembatas lipatan-lipatan tersebut menembus lamina propria, membentuk alur mikroskopik yang dinamakan *gastric pits* atau *foveolae gastricae*. Sejumlah kelenjar-kelenjar kecil, yang terletak di dalam lamina propria, bermuara ke dalam dasar *gastric pits* ini. Epitel pembatas ketiga bagian ini terdiri dari sel-sel toraks yang mensekresi mukus. Lambung secara struktur histologis dapat dibedakan menjadi: kardia, korpus, fundus, dan pylorus.

Daerah Kardia

Kardia merupakan peralihan antara oesofagus dan lambung. Lamina proprianya mengandung kelenjar-kelenjar kardia turbular simpleks bercabang, bergelung dan sering mempunyai lumen yang besar yang berfungsi mensekresikan mukus. Kelenjar-kelenjar ini strukturnya sama seperti kelenjar kardia bagian terminal oesofagus dan mengandung (dan mungkin sekresi) enzim lisosom.

Korpus dan Fundus

Lamina mukosa tersusun atas 6 jenis sel yaitu: (1) sel-sel mukus istmus, (2) sel-sel parietal (oksintik), (3) sel-sel mukus leher, (4) chief cells (sel zimogenik), (5) sel-sel argentafin, dan (6) sel-sel yang menghasilkan zat seperti glukagon.

1. Sel-sel mukus istmus terdapat dalam bagian atas kelenjar pada daerah peralihan antara leher dan gastric pit. Sel-sel ini mensekresi mukus netral yang membatasi dan melindungi permukaan lambung dari asam.
2. Sel parietal (oksintik) terutama terdapat pada bagian setengah atas kelenjar dan tersisip antara sel-sel mukus leher. Sel parietal merupakan sel bulat atau piramidal dengan inti sferis di tengah dan sitoplasma yang jelas eosinofilik. Sel-sel parietal menghasilkan asam klorida (HCl) yang terdapat dalam getah lambung. Pada kasus gastritis atrofikans, sel parietal dan chief cells keduanya jumlahnya berkurang, dan getah lambung mempunyai sedikit atau tidak mempunyai aktivitas pepsin. Asam yang disekresi berasal dari klorida-klorida yang terdapat dalam darah di tambah kation (H^+) yang berasal dari kerja suatu enzim-anhidrase karbonat. Anhidrase karbonat bekerja pada CO_2 untuk menghasilkan asam karbonat, yang berdisosiasi menjadi bikarbonat dan satu H^+ . Kedua kation dan ion klorida secara aktif ditanspor melalui membran sel sedangkan air akan berdifusi secara pasif mengikuti perbedaan tekanan osmotik.
3. Sel mukus leher terdapat dalam kelompokkan atau sel-sel tunggal antara sel-sel parietal dalam leher kelenjar gastrik. Sekret sel mukus leher adalah mukus asam yang kaya akan glikosaminoglikans.
4. Chief cells (sel zimogenik) mensintesis dan mengeluarkan protein yang mengandung enzim inaktif pepsinogen. Bila granula pepsinogen dikeluarkan ke dalam lingkungan lambung yang asam, enzim diubah menjadi enzim proteolitik yang sangat aktif yang disebut pepsin.
5. Sel-sel argentafin juga dinamakan sel-sel enterokromafin karena afinitasnya terhadap garam kromium serta perak. Sel-sel ini jumlahnya lebih sedikit dan terletak pada dasar kelenjar, terselip antara sel-sel zimogenik. Fungsi mereka sebenarnya masih merupakan spekulasi (belum jelas).

6. Sel-sel endokrin lain yang dapat digolongkan sebagai sel-sel APUD (*amine precursor uptake and decarboxylation*) menghasilkan hormon Gastrin.

Pilorus

Pada pilorus terdapat kelenjar bergelung pendek yang mensekresikan enzim lisosim. Diantara sel-sel mukus ke lenjar pilorus terdapat sel-sel gastrin (G) yang berfungsi mengeluarkan hormone gastrin. Gastrin berfungsi merangsang pengeluaran asam lambung oleh kelenjar-kelenjar lambung.

Muskularis mukosae lambung terdiri atas 2 atau 3 lapisan otot yang tegak lurus menembus ke dalam laminan propria. Apabila otot berkontraksi akan mengakibatkan lipatan pada permukaan dalam organ yang selanjutnya akan menekan kelenjar lambung dan mengeluarkan sekretnya.

1. Submukosa terdiri atas jaringan penyambung jarang dan pembuluh-pembuluh darah dan limfe dan diinfiltrasi oleh sel-sel limfoid dan mast cells.
2. Muskularis eksterna terdiri atas serabut-serabut spiral yang terletak dalam 3 arah utama: lapisan eksterna adalah longitudinal, lapisan tengah adalah sirkular, dan lapisan interna adalah miring.
3. Lapisan serosa adalah tipis dan diliputi oleh mesotel.

Pergantian (turnover) Mukosa Lambung

Selain untuk mengganti sel-sel epitel yang mengelupas setiap hari, membran mukosa lambung dapat mengalami regenerasi bila cedera. Aktivitas mitosis terutama dilakukan oleh sel-sel leher kelenjar. Kecepatan pembaharuan sel-sel epitel ini sekitar 5 hari. Epitel pembatas lambung hidupnya singkat, dan sel-sel terus menerus mengelupas dalam lumen. Sel-sel ini dengan lambat berdiferensiasi menjadi sel partietal dan chief cells (sel zimogenik).

Usus Halus

Usus halus relatif panjang – kira-kira 6 m – dan ini memungkinkan kontak yang lama antara makanan dan enzim-enzim pencernaan serta antara hasil-hasil pencernaan dan sel-sel absorptif epitel pembatas. Usus halus terdiri atas 3 segmen: duodenum, jejunum, dan ileum.

Membran mukosa usus halus menunjukkan sederetan lipatan permanen yang disebut plika sirkularis atau valvula Kerkringi. Pada membran mukosa terdapat lubang kecil yang merupakan muara kelenjar tubulosa simpleks yang dinamakan kelenjar intestinal (kriptus atau kelenjar **Lieberkuhn**). Kelenjar-kelenjar intestinal mempunyai epitel pembatas usus halus dan sel-sel goblet (bagian atas).

Mukosa usus halus dibatasi oleh beberapa jenis sel, yang paling banyak adalah sel epitel toraks (absorptif), sel paneth, dan sel-sel yang mengsekresi polipeptida endokrin.

1. Sel toraks adalah sel-sel absorptif yang ditandai oleh adanya permukaan apikal yang mengalami spesialisasi yang dinamakan "*striated border*" yang tersusun atas mikrovili. Mikrovili mempunyai fungsi fisiologis yang penting karena sangat menambah permukaan kontak usus halus dengan makanan. **Striated border** merupakan tempat aktivitas enzim disakaridase usus halus. Enzim ini terikat pada mikrovili, menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida, sehingga mudah diabsorpsi. Di tempat yang sama diduga terdapat enzim dipeptidase yang menghidrolisis dipeptida menjadi unsur-unsur asam aminonya. Fungsi sel toraks usus

halus lebih penting adalah mengabsorpsi zat-zat sari-sari yang dihasilkan dari proses pencernaan.

2. Sel-sel goblet terletak terselip diantara sel-sel absorpsi, jumlahnya lebih sedikit dalam duodenum dan bertambah bila mencapai ileum. Sel goblet menghasilkan glikoprotein asam yang fungsi utamanya melindungi dan melumasi mukosa pembatas usus halus.
3. Sel-sel **Paneth** (makrofag) pada bagian basal kelenjar intestinal merupakan sel eksokrin serosa yang mensintesis lisosim yang memiliki aktivitas antibakteri dan memegang peranan dalam mengawasi flora usus halus.
4. Sel-sel **endokrin** saluran pencernaan. Hormon-hormon saluran pencernaan antara lain: sekretin, dan kolesistokinin (CCK). Sekretin berperan sekresi cairan pankreas dan bikarbonat. Kolesistokinin berperan merangsang kontraksi kandung empedu dan sekresi enzim pankreas. Dengan demikian, aktivitas sistem pencernaan diregulasi oleh sistem saraf dan hormon-hormon peptida.

Lamina propria sampai serosa

Lamina propria usus halus terdiri atas jaringan penyambung jarang dan pembuluh darah dan limfe, serabut-serabut saraf, dan sel-sel otot polos. Tepat di bawah membrana basalis, terdapat lapisan kontinyu **sel-sel limfoid** penghasil antibodi dan makrofag, membentuk sawar imunologik pada daerah ini. Lamina propria menembus ke dalam inti vili usus, bersama dengan pembuluh darah dan limfe, saraf, jaringan penyambung, miofibroblas, dan sel-sel otot polos. Bercak PEYERI (Peyer's path).

Submukosa pada bagian permulaan duodenum terdapat kelenjar-kelenjar tubulosa bercabang, bergelung yang benuara ke dalam kelenjar intestinal yang disebut **kelenjar duodenum (Brunner)**, yang berfungsi menghasilkan glikoprotein netral untuk menetralkan HCl lambung, melindungi mukosa duodenum terhadap pengaruh asam getah lambung, dan mengubah isi usus halus ke pH optimal untuk kerja enzim-enzim penkreas. Sel-sel kelenjar Brunner mengandung uragastron yaitu suatu hormon yang menghambat sekresi asam klorida lambung. Disamping kelenjar duodenum, submukosa usus halus sering mengandung nodulus limfatikus. Pengelompokkan nodulus ini membentuk struktur yang dinamakan bercak Peyer.

Pembuluh dan saraf usus halus

Pembuluh darah yang memberi makan usus halus dan berperanan menyingkirkan hasil-hasil pencernaan yang diabsorpsi menembus lapisan otot dan membentuk pleksus yang luas dalam submukosa. Dari submukosa, cabang-cabangnya meluas ke lapisan otot, lamina propria, dan vili. Tiap-tiap vilus menerima, menurut ukurannya, satu cabang atau lebih yang membentuk jala-jala kapiler tepat di bawah epitel. Pada ujung vili, terbentuk satu venula atau lebih dari kapiler-kapiler tersebut dan berjalan dengan arah yang berlawanan, mencapai vena-vena pleksus submukosa. Pembuluh-pembuluh limfe usus halus mulai sebagai tabung buntu dalam inti vili. Struktur ini, di samping lebih besar dari kapiler darah, sukar ditemukan karena dindingnya seringkali kolaps. Pembuluh-pembuluh ini berjalan ke daerah lamina propria di atas muskularis mukosae, di mana mereka membentuk pleksus. Dari sisni mereka menuju ke submukosa, dimana mereka mengelilingi nodulus limfe. Pembuluh-pembuluh ini beranastomosis dengan cepat dan meninggalkan usus halus bersama dengan pembuluh darah.

Persarafan usus halus terutama dibentuk oleh unsur intrinsik dan ekstrinsik. Komponen intrinsik dibentuk oleh kelompok neuron-neuron yang membentuk pleksus mesenterikus (Auerbach), terdapat antara lapisan otot luar longitudinal dan lapisan otot dalam yang sirkuler dan pleksus submukosa (Meissner) dalam lapisan submukosa.

Pleksus-pleksus mengandung beberapa neuron sensoris yang menerima informasi dari ujung-ujung saraf dekat lapisan epitel dan dalam lapisan otot polos mengenai susunan isi usus halus (kemoreseptor) dan dinding usus halus (mekanoreseptor). Sel-sel saraf lain adalah efektor dan mempersarafi lapisan otot dan sel-sel yang mengsekresi hormon. Persarafan intrinsik yang dibentuk oleh pleksus-pleksus ini bertanggung jawab akan kontraksi usus halus yang terjadi pada keadaan di mana persarafan ekstrinsik tidak ada sama sekali (total). Persarafan ekstrinsik dibentuk oleh serabut-serabut saraf kolinergik parasimpatis preganglionik yang merangsang aktivitas otot polos usus halus dan oleh serabut-serabut saraf adrenergik simpatis postganglionik yang menekan aktivitas otot polos usus halus.

Histofisiologi

Dalam usus halus, proses pencernaan diselesaikan dan hasil-hasilnya diabsorpsi. Pencernaan lipid terutama terjadi sebagai akibat kerja lipase pankreas dan empedu. Pada manusia, sebagian besar absorpsi lipid terjadi dalam duodenum dan jejunum bagian atas. Asam-asam amino dan monosakarida yang berasal dari pencernaan protein dan karbohidrat diabsorpsi oleh sel-sel epitel oleh **transport aktif** tanpa korelasi morfologis yang dapat dilihat.

Proses lain yang mungkin penting akan fungsi usus halus adalah pergerakan berirama vili. Ini akibat kontraksi dari 2 sistem sel yang terpisah. Sel-sel otot polos berjalan vertikal antara muskularis mukosae dan ujung vili dapat berkontraksi dan mempendek vili.

Usus Besar

Usus besar terdiri atas membran mukosa tanpa lipatan kecuali pada bagian distalnya (rektum) dan tidak terdapat vili usus. Epitel yang membatasi adalah toraks dan mempunyai daerah kutikula tipis. Fungsi utama usus besar adalah:

1. untuk absorpsi air dan
2. pembentukan massa feses,
3. pemberian mukus dan pelumasan permukaan mukosa, dengan demikian banyak sel goblet.

Lamina propria kaya akan sel-sel limfoid dan nodulus limfatikus. Nodulus sering menyebar ke dalam dan menginvasi submukosa. Pada bagian bebas kolon, lapisan serosa ditandai oleh suatu tonjolan pedunkulosa yang terdiri atas jaringan adiposa – appendices epiploides (usus buntu).

Pada daerah anus, membran mukosa mempunyai sekelompok lipatan longitudinal, collum rectalis Morgagni. Sekitar 2 cm di atas lubang anus mukosa usus diganti oleh epitel berlapis gepeng. Pada daerah ini, lamina propria mengandung pleksus vena-vena besar yang bila melebar berlebihan dan mengalami varikosa mengakibatkan hemoroid.

Sel-sel endokrin saluran pencernaan.

Saluran pencernaan mengandung sel-sel pembentuk polipeptida endokrin (hormon) berikut: sekretin, glukagon, somatostatin, dan peptida menghambat lambung. Kolesistokinin – hormon yang dihasilkan oleh mukosa usus halus dan secara fisiologis penting untuk merangsang kontraksi kandung empedu dan sekresi pankreas. Aktivitas sistem pencernaan diawasi oleh sistem saraf dan diatur oleh sistem hormon-hormon.

Kelenjar Pencernaan

1. Kelenjar Saliva

Disamping kelenjar-kelenjar kecil yang tersebar di seluruh rongga mulut, terdapat 3 pasang kelenjar saliva yang besar; kelenjar parotis, submandibularis (submaxilaris), dan sublingualis.

Kelenjar saliva tersusun atas unit-unit morfologik dan fungsional yang dinamakan adenomer. Suatu adenomer memiliki bagian sekretoris yang terdiri atas sel-sel glandularis. Dekat basis sel sekretoris dan duktus interkalaris terdapat sel-sel otot polos yang disebut **mioepitel**. Kelenjar saliva yang besar tidak semata-mata kelompok adenomer tetapi mengandung unsur-unsur lain seperti jaringan penyambung, pembuluh darah dan limfe, dan saraf-saraf. Saluran yang terdapat dalam lobulus dinamakan duktus intralobularis-bergabung menjadi duktus ekstralobularis.

Fungsi kelenjar saliva adalah membasahi dan melumasi rongga mulut dan isinya, memulai pencernaan makanan, menyelenggarakan ekskresi zat-zat tertentu seperti urea dan tiosianat, dan mereabsorpsi natrium dan mengekskresi kalium.

Fungsi utama pankreas adalah menghasilkan enzim-enzim pencernaan yang bekerja dalam usus halus dan mengekskresi hormone insulin dan glukagon ke dalam aliran darah.

Hati menghasilkan empedu suatu cairan penting dalam pencernaan lemak; memegang peranan penting pada metabolisme lipid; karbohidrat, dan protein; menginaktifkan dan memetabolisme banyak zat-zat toksik dan obat-obatan; dan peranan dalam metabolisme besi dan sintesis protein-protein darah dan faktor-faktor yang dibutuhkan untuk koagulasi darah. Kandung empedu mengabsorpsi air dari empedu dan menyimpan empedu dalam bantuk pekat.

Struktur kelenjar submandibularis (submaxilaris). Pada bagian sekretoris, asini terdiri atas sel-sel piramid rosa dan mukosa dan tubulus-tubulus dari sel-sel mukosa. Pada sel-sel surosa, inti eukromatik dan bulat, dan pada basal sel terdapat penimbunan reticulum endoplasma granular (ergastoplasma). Apkes sel terisi oleh granula sekresi proteous. Inti sel-sel mukosa gepeng dengan kromatin yang padat terletak dekat basal sel; mereka tidak mempunyai ergoplasma, dan mempunyai granula-granula sekresi yang nyata. Duktus interkalaris pendek dan dibatasi oleh epitel kubis. Sel ini bercorak terdiri atas sel-sel toraks dengan sifat sel yang mentransfer ion, seperti invaginasi membran basalis dan penimbunan mitokondria.

1. Kelenjar Parotis

Kelenjar parotis merupakan kelenjar asinosa bercabang, bagian sekretorisnya terdiri atas sel-sel seromukosa. Granula-granula sekresinya kaya akan protein dan memiliki akitivitas amylase.

2. Kelenjar Submandibularis (Submaxilaris)

Kelenjar submandibularis merupakan kelenjar tubuloasiner bercabang. Bagian sekretorisnya tersusun atas sel-sel mukosa dan seromukosa. Sel-sel seromukosa mengandung granula-granula sekresi protein dengan aktivitas amilolitik lemah. Sel-sel pada kelenjar submandibularis dan sublingualis mengandung dan mengsekresi enzim lisosim, yang aktivitas utamanya adalah menghancurkan dinding bakteri.

3. Kelenjar Sublingualis

Kelenjar sublingualis merupakan kelenjar tubulo-asiner bercabang.

Histofisiologi kelenjar saliva

Fungsi saliva adalah membasahi dan melumasi makanan dilakukan oleh air dan glikoprotein. Saliva pada manusia terdiri atas sekresi kelenjar parotis (25%), submandibularis (70%), dan sublingualis (5%). Amilase saliva berperan dalam pencernaan amilum (karbohidrat). Pencernaan ini mulai dalam mulut, tetapi juga berlangsung dalam lambung sebelum getah lambung mengasamkan makanan, dengan demikian sangat mengurangi aktivitas amilase.

Sekresi saliva diregulasi oleh sistem saraf simpatis dan parasimpatis, keduanya mempunyai ujung-ujung saraf dalam kelenjar-kelenjar tersebut. Simpatis menghambat parasimpatis memacu.

Pankreas

Pankreas tersusun atas bagian eksokrin dan endokrin. Bagian endokrin terdiri atas pulau Langerhans, dan bagian eksokrin terdiri atas kelenjar asiner, maka disebut bagian asini pankreas.

Sel asiner pankreas merupakan sel serosa, dan memiliki sifat memsintesis protein. Setelah disintesis dalam bagian basal sel, maka proenzim selanjutnya meninggalkan retikulum endoplasma kasar dan masuk apparatus Golgi. Proenzim-proenzim tersebut dikumpulkan dalam vesikel-vesikel sekresi yang disebut sebagai granula prozimogen. Granula sekresi yang matang (granula zimogen), melekat pada membran dan terkumpul pada bagian apical (ujung) sel. Bagian eksokrin pankreas manusia mensekresikan:

1. air
2. ion-ion: bikarbonat.
3. enzim: karboksipeptidase, ribonuklease, deoksiribonuklease, lipase, dan amilase.
4. proenzim sebagai berikut: tripsinogen, kimotripsinogen.

Regulasi sekresi asini pankreas diatur oleh 2 hormon – sekretin dan kolesistokinin (dahulu dinamakan pankreoenzim) – yang dihasilkan oleh mukosa duodenum. Perangsangan nervus vagus (saraf parasimpatis) juga akan meningkatkan sekresi pankreas.

1. Sekretin bersifat merangsang sekresi cairan, sedikit protein (enzim) dan kaya akan bikarbonat. Fungsinya terutama mempermudah transport air dan ion. Hasil sekresi ini berperan untuk menetralkan kimus yang asam (makanan yang baru dicernakan sebagian) sehingga enzim-enzim pancreas dapat dapat berfungsi pada batas pH netral optimalnya.
2. Kolesistokinin (CCK) merangsang sekresi cairan (sedikit), banyak protein dan enzim. Hormon ini bekerja terutama dalam proses pengeluaran granula-granula zimogen. Kerja gabungan ke dua enzim tersebut menghasilkan sekresi getah pankreas yang kaya akan enzim.

Hati (Hepar)

Hati merupakan organ terbesar dari tubuh, setelah kulit, terletak dalam rongga abdomen di bawah diafragma. Sebagian besarnya darahnya (sekitar 70%) berasal dari vena porta. Melalui vena porta, semua zat yang diabsorpsi melalui usus mencapai hati kecuali asam lemak, yang ditranspor melalui pembuluh limfe.

Lobulus Hati

Hati tersusun atas sel-sel hati yang disebut hepatosit. Sel-sel epitel ini berkelompok dan saling berhubungan dalam susunan radier (menjari) membentuk suatu bangunan yang disebut lobulus hati. Pada hewan tertentu (misalnya babi), lobulus satu dengan lainnya dipisahkan oleh lapisan jaringan penyambung.

Celah portal, terdapat pada sudut-sudut polygon hati (lobulus hati) dan diduduki oleh segitiga portal (trigonum portal). Segitiga porta hati manusia mengandung venula (cabang dari vena portal); dan arteriol (cabang dari arteria hepatica); duktus biliaris (bagian dari sistem saluran empedu); dan pembuluh-pembuluh limfe.

Sinusoid kapiler memisahkan sel-sel hati. Sinusoid merupakan pembuluh yang melebar tidak teratur dan hanya terdiri atas satu lapisan sel-sel endotel yang tidak utuh (kontinyu). Sinusoid mempunyai pembatas yang tidak sempurna dan memungkinkan pengaliran makromolekul dengan mudah dari lumen ke sel-sel hati dan sebaliknya. Sinusoid berasal dari pinggir lobulus, diisi oleh venula-venula dalam, cabang-cabang terminal vena porta, dan arteriola hepatica, dan mereka berjalan ke arah pusat, di mana mereka bermuara ke dalam vena centralis. Pada sinusoid juga mengandung sel-sel fagosit yang dikenal sebagai sel **Kupffer**.

Kanalikuli empedu dapat diantara sel-sel hati. Sel-sel endotel dipisahkan dari hepatosit yang berdekatan oleh celah subendotel yang dikenal sebagai celah **Disse**, yang sebenarnya merupakan kolagen dan lamina basalis bebas.

Suplai Darah Hati

Sirkulasi darah ke dan dari hati terjadi sebagai berikut:

1. Sistem vena porta hepatica (VPH)

Sistem VPH ini berperan membawa darah dari usus ke hati, dengan demikian darah ini banyak mengandung sari-sari makanan.

- a) Vena porta bercabang-cabang menjadi venula interlobularis, mengalir ke sinusoid-sinusoid, membentuk vena centralis. Pembuluh ini mempunyai dinding tipis yang hanya terdiri atas sel-sel endotel yang disokong oleh serabut-serabut kolagen tipis. Sejumlah sinusoid pada dinding vena sentralis mengumpulkan darah dari sinusoid-sinusoid sekitarnya.
- b) Vena sentralis meninggalkan lobulus pada basisnya dengan bersatu ke dalam vena sublobularis yang lebih besar, menjadi bersatu, membentuk 2 vena hepatica atau lebih yang berakhir pada vena cava inferior.

2. Sistem arteri

Sistem arteri hepatica memberi darah yang banyak mengandung oksigen (oksigenated) ke hepatosit. Arteri hepatica bercabang menjadi **arteri interlobularis**; sebagian memperdarahi struktur-struktur saluran portal dan lainnya berakhir langsung dalam sinusoid-sinusoid, sehingga mempermudah pencampuran darah arteriel dan darah venosa porta. Oleh karena itu darah mengalir dari perifer ke pusat lobulus hati. Akibatnya, metabolit-metabolit dan semua zat-zat toksit atau nontoksit lain yang diabsorpsi dari usus mula-mula mencapai sel-sel perifer dan kemudian sel-sel tengah lobulus.

Hepatosit

Sel-sel hati berbentuk polihedral, dengan 6 sudut permukaan atau lebih dan mempunyai garis tengah kira-kira 20-30 μm . Sitoplasma hepatosit bersifat eosinofilik karena adanya mitokondria dalam jumlah besar dan sedikit retikulum endoplasma halus. Hepatosit banyak mengandung inklusi glikogen yang merupakan depot penyimpanan glukosa dan akan dimobilisasi apabila kadar glukosa darah turun di bawah normal. Dengan cara ini, hepatosit mempertahankan kadar glukosa darah, metabolit utama yang digunakan oleh tubuh.

Histofisiologi dan Fungsi Hati

Sel hati merupakan sel yang paling serba guna dalam tubuh. Ia merupakan sel dengan fungsi endokrin dan eksokrin, dan mensintesis (menyimpan) dan membongkar zat-zat tertentu, dan mendetoksikasi.

Aktivitas-aktivitas utama sel-sel hati:

1. **Sintesis protein.** Sel-sel hati, selain mensintesis protein untuk kebutuhannya sendiri, juga menghasilkan berbagai protein untuk dikeluarkan plasma darah seperti: albumin, protrombin, dan fibrinogen. Sekitar 5% protein yang dikeluarkan oleh hati dihasilkan oleh sel-sel sistem makrofag (sel Kupffer).
2. **Sekresi Empedu.** Empedu merupakan sekresi eksokrin hepatosit ke dalam kanalikuli biliaris. Empedu tersusun atas: asam-asam empedu, bilirubin, dan air. Sekresi asam-asam empedu, sekitar 90% zat-zat ini berasal dari absorpsi lumen usus dan sisanya 10% disintesis oleh hepatosit dari konyugasi asam kolat dengan asam amino glisin dan taurin, dihasilkan asam glikokolat dan taurokolat. Asam kolat disintesis dari kolesterol. Asam-asam empedu mempunyai fungsi penting untuk emulsifikasi lipid dalam duodenum sehingga mempermudah pencernaan oleh lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Bilirubin dibentuk oleh sistem makrofag (termasuk sel Kupffer), bilirubin hidrofobik (tidak larut dalam air) dikonyugasi dengan asam glukuronat, membentuk bilirubin glukuronida yang larut dalam air (hidrofilik). Selanjutnya, bilirubin glukuronida disekresi ke dalam kanalikuli biliaris.
3. **Penyimpanan metabolit-metabolit.** Lemak dan karbohidrat disimpan dalam hati dalam bentuk lemak dan glikogen. Hati juga berperanan sebagai tempat penyimpanan utama vitamin-vitamin.
4. **Fungsi metabolik.** Hepatosit juga bertanggung jawab akan perubahan lipid dan asam-asam amino menjadi glukosa dengan proses enzimatik kompleks yang dinamakan glukoneogenesis. Ia juga merupakan tempat utama deaminasi asam amino, menghasilkan pembentukan urea.
5. **Detoksikasi dan inaktivasi.** Berbagai obat atau senyawa kimia dapat diinaktifkan oleh hepatosit melalui mekanisme oksidasi, metilasi, dan konyugasi. Enzim-enzim yang berperan dalam proses-proses ini diduga terutama terdapat dalam retikulum endoplasma halus (SER). Glukuronil transferase, suatu enzim yang mengkonyugasi asam glukuronat dengan bilirubin, menyebabkan konyugasi beberapa senyawa lain seperti steroid, barbiturat, antihistamin, dan antikonvulsan. Konyugasi merupakan fungsi penting retikulum endoplasma halus hepatosit.

Regenerasi hati

Walaupun merupakan organ yang sel-selnya mengalami pembaharuan yang lambat, hati mempunyai kemampuan regenerasi yang mengagumkan. Kehilangan jaringan hati akibat kerja zat-zat toksik atau pembedahan memacu sel-sel hati membelah dan hal ini terus berlangsung sampai perbaikan massa jaringan semula tercapai. Proses regenerasi mungkin diawasi oleh zat dalam sirkulasi yang dinamakan chalones, yang menghambat pembelahan mitosis sel-sel tertentu. Bila suatu jaringan cedera atau dibuang sebagian, jumlah chalones yang dihasilkan berkurang, akibatnya terjadi aktivitas pembelahan yang hebat dalam jaringan tersebut.

Saluran Empedu

Empedu yang dihasilkan oleh sel hati mengalir melalui kanalikuli biliaris, duktulus biliaris, dan saluran empedu kemudian bersatu membentuk duktus sistikus dari kandungan empedu, berjalan ke duodenum sebagai duktus biliaris communis atau duktus koledokus. Duktus hepaticus, sistikus, dan koledokus dibatasi oleh membran mukosa

yang mempunyai epitel toraks yang terdiri atas sel-sel dengan banyak mitokondria. Lamina propria tipis dan dikelilingi oleh lapisan otot polos yang tidak ada keistimewaannya. Lapisan otot ini menjadi lebih tebal dekat duodenum dan akhirnya membentuk, pada bagian intrafusul, suatu sfinkter yang mengatur aliran empedu.

Kandung Empedu

Kandung empedu merupakan organ berbentuk buah pear berongga yang melekat pada permukaan bawah hati. Ia berhubungan dengan duktus koledokus melalui duktus sistikus. Dinding kandung empedu terdiri atas lapisan-lapisan berikut:

1. Lapisan mukosa yang terdiri dari atas epitel toraks dan lamina propria. Lapisan mukosa mempunyai lipatan-lipatan yang khususnya nyata pada kandung empedu yang kosong. Mikrovili sering terdapat pada daerah apikal. Dekat duktus sistikus, epitel mengalami invaginasi ke dalam lamina propria, membentuk kelenjar tubulosa dengan lumen yang luas. Sel-sel kelenjar ini mempunyai sifat sel yang mengsekresi mukus dan bertanggung jawab akan pembentukan mukus yang terdapat dalam empedu.
2. Lapisan otot polos tipis dan tidak teratur. Lapisan jaringan penyambung yang tebal menghubungkan permukaan superior kandung empedu ke hati. Permukaan yang berlawanan diliputi oleh lapisan serosa khas, peritoneum.
3. Lapisan jaringan penyambung perimuskuler yang berkembang baik dan
4. Membran mukosa.

Fungsi utama kandung empedu adalah menyimpan empedu dan memekatkannya dengan mereabsorpsi airnya. Reabsorpsi air dianggap merupakan akibat osmotik pompa natrium. Karena ion natrium dan klorida ditranspor dalam jumlah yang sama, terbukti tidak adanya selisih potensial antara ke 2 permukaan organ tersebut. Natrium klorida dan air menembus membran apeks sel dan berjalan ke lateral menuju celah intersel dan dari sini ke pembuluh darah lamina propria. Kontraksi otot polos kandung empedu di rangsang oleh kolesistokinin, suatu hormon yang dihasilkan dalam mukosa usus halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.
- Raven, P.H., and Johnson, G.B. (1986). *Biology*. Times Mirror/ Mosby College Publishing.

SOAL LATIHAN:

1. Sebutkan urutan lapisan penyusun saluran pencernaan dari dalam (lumen) ke luar
2. *Lapisan saluran pencernaan yang berperan dalam gerakan peristaltik, segmentasi, dan mencampur (mixing) adalah ...*
3. Lapisan penyusun saluran pencernaan yang paling banyak mengandung pembuluh darah, limfe, dan kelenjar limfoid adalah ...
4. Kelenjar esofagus yang berperan menghasilkan mukus disebut ...
5. Sel parietal (oksintik) yang menyusun permukaan mukosa bagian fundus dan korpus gastrium berperan menghasilkan ...
6. Regulasi sekresi enzim-enzim pencernaan yang berasal dari pankreas dirangsang oleh ...
7. Hormon yang dihasilkan oleh epitel usus halus dan berperan merangsang sekresi garam empedu adalah ...
8. Asini pankreas menghasilkan cairan yang mengandung zat-zat berikut ...
9. Diantara lipatan-lipatan villi usus halus terdapat sel-sel yang berperan menghasilkan enzim enterokinase adalah ...
10. Urutan aliran darah yang menuju ke hati adalah ...
11. Pelepasan pankreasimin dan kolesistokinin dipacu oleh ...
12. Granula pepsinogen akan diaktifkan menjadi pepsin yang bersifat proteolitik aktif oleh ...
13. Bercak Peyer merupakan kumpulan ...
14. Mikrovili pada permukaan usus halus berperan dalam aktivitas ...
15. Sel Kupffer berperan sebagai ...
16. Sel yang memiliki peran penting dalam absorpsi zat-zat makanan adalah ...
17. Sekresi cairan empedu dari kantung empedu dirangsang oleh hormon ...
18. Granula pepsinogen akan diaktifkan menjadi pepsin yang bersifat proteolitik aktif oleh ..
19. Mikrovili pada permukaan usus halus berperan dalam aktivitas ...
20. Sel Kupffer berperan sebagai ...
21. Sel yang memiliki peran penting dalam absorpsi zat-zat makanan adalah ...
22. Sekresi cairan empedu dari kantung empedu dirangsang oleh hormon ...

SISTEM KARDIOVASKULER

Sistem sirkulasi terdiri dari atas sistem kardiovaskuler dan limfe. Sistem kardiovaskuler terdiri dari struktur-struktur sebagai berikut:

1. Jantung, yang berfungsi untuk memompa darah.
2. Pembuluh darah yang berfungsi untuk mengalirkan darah menuju ke jaringan dan sebaliknya.
3. Cairan darah yang berfungsi mengangkut O₂ dan CO₂, zat-zat makanan dsb ke jaringan dan sebaliknya.

Jantung

Jantung merupakan organ muskuler yang dapat berkontraksi secara ritmis, dan berfungsi memompa darah dalam sistem sirkulasi. Secara struktural dinding jantung terdiri atas 3 lapisan (*tunika*) yaitu,

1. Endokardium terletak pada lapisan subendotel. Sebelah dalam dibatasi oleh endotel. Endokardium tersusun atas jaringan penyambung jarang dan banyak mengandung vena, saraf (*nervus*), dan cabang-cabang sistem penghantar impuls.
2. Miokardium terdiri atas sel-sel otot jantung. Sel-sel otot jantung dibagi dalam 2 kelompok; sel-sel kontraktil dan sel-sel yang menimbulkan dan menghantarkan impuls sehingga mengakibatkan denyut jantung.
3. Epikardium merupakan membran serosa jantung, membentuk batas viseral perikardium. Sebelah luar diliputi oleh epitel selapis gepeng (*mesotel*). Jaringan adiposa yang umumnya meliputi jantung terkumpul dalam lapisan ini.

Katup-katup jantung terdiri atas bagian sentral yang terdiri atas jaringan fibrosa padat menyerupai aponeurosis yang pada kedua permukaannya dibatasi oleh lapisan endotel.

Persarafan jantung tersusun atas sistem yang menimbulkan dan menghantarkan impuls pada jantung. Sistem yang menimbulkan dan menghantarkan impuls dari jantung terdiri atas beberapa struktur yang memungkinkan bagi atrium dan ventrikel untuk berdenyut secara berurutan dan memungkinkan jantung berfungsi sebagai pompa yang efisien. Sistem ini terdiri atas:

1. Simpul sinoatrial (dari Keith dan Flack) sebagai alat pacu (*pace maker*) jantung.
2. Simpul atrioventrikuler (dari Tawara).
3. Juga terdapat berkas atrioventrikuler (berkas His) yang berasal dari simpul atrioventrikuler dan berjalan ke ventrikel, bercabang dan mengirimkan cabang-cabang ke kedua ventrikel.

Otot jantung mempunyai kemampuan autostimulasi, tidak tergantung dari impuls saraf. Sel-sel otot jantung yang telah diisolasi dapat berdenyut dengan iramanya sendiri. Pada otot jantung, sel-sel ini sangat erat berhubungan dan terjadi pertukaran informasi dengan adanya *gap junction* pada discus interkalaris.

Bagian parasimpatis dan simpatis sistem autonom mempersarafi jantung membentuk plexus-plexus yang tersebar luas pada basis jantung. Pada daerah-daerah yang dekat dengan simpul sinoatrial dan atrioventrikuler, terdapat sel-sel saraf ganglion dan serabut-serabut saraf. Saraf-saraf ini mempengaruhi irama jantung, dimana perangsangan bagian parasimpatis (*nervus vagus*) menimbulkan perlambatan denyut jantung, sedangkan perangsangan saraf simpatis mempercepat irama *pace maker*.

Pembuluh Darah

Struktur Umum Pembuluh-Pembuluh Darah

Pembuluh darah biasanya terdiri atas lapisan-lapisan sebagai berikut:

1. Tunika intima (tunika interna) terdiri atas selapis sel endotel yang membatasi permukaan dalam pembuluh. Di bawah endotel adalah lapisan subendotel, terdiri atas jaringan penyambung jarang halus yang kadang-kadang mengandung sel otot polos yang berperan untuk kontraksi pembuluh darah.
2. Tunika media terdiri dari sel-sel otot polos yang tersusun melingkar (sirkuler). Pada arteri, tunika media dipisahkan dari tunika intima oleh suatu membrana elastik interna. Membran ini terdiri atas elastin, biasanya berlubang-lubang sehingga zat-zat dapat berdifusi melalui lubang-lubang yang terdapat dalam membran dan memberi makan pada sel-sel yang terletak jauh di dalam dinding pembuluh. Pada pembuluh besar, sering ditemukan membrana elastika externa yang lebih tipis yang memisahkan tunika media dari tunika adventitia yang terletak di luar.
3. Tunika adventitia terdiri atas jaringan penyambung dengan serabut-serabut elastin. Pada pembuluh yang lebih besar, vasa vasorum (pembuluh dalam pembuluh) bercabang-cabang luas dalam adventitia. Vasa vasorum memberikan metabolit-metabolit untuk adventitia dan tunika media pembuluh-pembuluh besar, karena lapisan-lapisannya terlalu tebal untuk diberi makanan oleh difusi dari aliran darah.

Arteri

Berdasarkan ukurannya, arteri dapat diklasifikasikan menjadi (1) arteri besar atau arteri elastis; (2) arteri ukuran sedang, arteri muskuler, dan (3) arteriola.

1. Arteri besar (arteri elastin) termasuk aorta dan cabang-cabang besarnya. Arteri jenis ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: (1) Intima, dibatasi oleh sel-sel endotel. Pada arteri besar membrana basalis subendotel kadang-kadang tidak terlihat. Membrana elastika interna tidak selalu ada. (2) Lapisan media terdiri atas serangkaian membran elastin yang tersusun konsentris. (3) Tunika adventitia tidak menunjukkan membrana externa, relatif tidak berkembang dan mengandung serabut-serabut elastin dan kolagen.
2. Arteri ukuran sedang dan kecil memiliki lapisan muskuler yang tebal. Sel-sel ini bercampur dengan sejumlah serabut elastin serta kolagen dan proteoglikan.
3. Arteriola merupakan pembuluh arteri yang paling kecil (halus), bergaris tengah kurang dari 0,5 mm dan relatif mempunyai lumen yang sempit. Memiliki tunika intima dengan tanpa lapisan subendotel dan umumnya tidak mempunyai membrana elastik interna. Lapisan media adalah lapisan sel-sel otot polos yang tersusun melingkar. Lapisan adventitia tipis, tidak berkembang dengan baik dan tidak menunjukkan adanya membrana elastik externa.

Histofisiologi Arteri

Arteri besar juga dinamakan pengangkut karena fungsi utamanya adalah mengangkut darah. Fungsi arteri ukuran sedang sebagai arteri penyalur yaitu untuk menyediakan darah pada berbagai organ.

Perubahan arteriosklerosis pada umumnya mulai pada lapisan subendotel, berjalan ke tunika media. Lesi lapisan intima dan lapisan tengah yang ditemukan pada arteriosklerosis yang disertai dengan destruksi jaringan elastin dan akibatnya kehilangan elastisitas adalah akibat gangguan sirkulasi yang berat.

Badan Karotis dan Aorta

Struktur kecil ditemukan pada percabangan arteri carotis communis dan aorta yang dianggap berfungsi sebagai kemoreseptor pernapasan. Mereka banyak mengandung pembuluh darah, menunjukkan kapiler-kapiler berbentuk sinusoid yang dikelilingi oleh sel-sel jernih, dan mempunyai fungsi untuk mendeteksi perubahan pH dan tekanan CO₂ dan oksigen darah, mengantarkan informasi ini ke ujung-ujung saraf yang dekat. Mereka merupakan organ sensoris khusus dengan fungsi penting homeostatik untuk mempertahankan tekanan parsial CO₂ dan oksigen dalam darah pada ketinggian normal.

Anastomosis Arteriovenosa

Hubungan langsung antara sirkulasi arteri dan vena. Anastomosis arteriovenosa ini tersebar di seluruh tubuh dan umumnya terdapat pada pembuluh-pembuluh kecil berfungsi mengatur sirkulasi pada daerah tertentu, terutama pada jari, kuku, dan telinga. Sistem ini mempunyai peranan pengaturan sirkulasi pada berbagai organ dan berperanan pada beberapa fenomena fisiologi seperti menstruasi, perlindungan terhadap suhu yang rendah, dan ereksi. Anastomosis arteriovenosa banyak dipersarafi oleh sistem saraf simpatis dan parasimpatis. Selain mengatur aliran darah pada berbagai organ, anastomosis ini mempunyai fungsi termoregulator yang khususnya terbukti pada kulit ekstremitas.

Vena

Vena biasanya digolongkan menjadi:

1. Venula, garis tengah 0,2 – 1 mm, ditandai oleh tunika intima yang terdiri atas endotel, tunika media tebal yang terdiri atas lapisan sel otot polos, dan lapisan adventitia merupakan lapisan yang paling tebal, terdiri atas jaringan penyambung yang kaya akan serabut-serabut kolagen.
2. Vena ukuran kecil atau sedang dan mempunyai garis tengah 1 – 9 mm. Tunika intima biasanya mempunyai lapisan subendotel yang tipis, tetapi hal ini pada suatu saat mungkin tidak ada. Tunika media terdiri atas berkas-berkas kecil otot polos yang bercampur dengan serabut-serabut kecil kolagen dan jala-jala halus serabut elastin. Lapisan kolagen adventitia berkembang dengan baik.
3. Vena besar mempunyai tunika intima yang berkembang dengan baik. Tunika media jauh lebih kecil, dengan sedikit sel-sel otot polos dan banyak jaringan penyambung. Tunika adventitia adalah lapisan yang paling tebal dan pada pembuluh yang paling besar dapat mengandung berkas-berkas longitudinal otot polos. Di samping perbedaan lapisan ini, vena ukuran-kecil atau sedang menunjukkan adanya katup-katup di dalamnya. Struktur ini terdiri atas 2 lipatan semilunaris dari lapisan dalam pembuluh yang menonjol ke dalam lumen. Mereka terdiri atas jaringan penyambung elastin dan dibatasi pada kedua sisinya oleh endotel. Katup-katup khususnya banyak pada vena anggota badan (lengan dan tungkai). Mereka mendorong darah vena ke arah jantung--berkat kontraksi otot-otot rangka yang terletak di sekitar vena.

Kapiler

Kapiler tersusun atas selapis sel endotel yang berasal dari mesenkim, melingkar dalam bentuk tabung, mengelilingi ruang silindris, garis tengah rata-rata kapiler berkisar dari 7 sampai 9 µm. Kapiler dapat dikelompokkan dalam 3 jenis menurut struktur dinding sel endotel.

1. Kapiler kontinu. Susunan sel endotel rapat.

2. Kapiler fenestrata atau perforata ditandai oleh adanya pori-pori diantara sel endotel. Kapiler perforata biasanya ditemukan dalam jaringan-jaringan dimana terjadi pertukaran-pertukaran zat dengan cepat antara jaringan dan darah, seperti yang terdapat pada ginjal, usus, dan kelenjar endokrin.
3. Kapiler sinusoid, berkelok-kelok dan garis tengahnya sangat besar (30-40 μm), sirkulasi darah lambat, tidak memiliki dinding yang dibatasi kontinu oleh sel-sel endotel, tetapi terbuka pada ruang-ruang antara sel, dan adanya sel dengan dinding bulat selain sel endotel yang biasa dengan aktivitas fagositosis. Kapiler sinusoid terutama ditemukan pada hati dan organ-organ hemopoetik seperti sumsum tulang dan limpa. Struktur ini diduga bahwa pada kapiler sinusoid pertukaran antar darah dan jaringan sangat dipermudah, sehingga cairan darah dan makromolekul dapat berjalan dengan mudah bolak-balik antara kedua ruangan tersebut.

Kapiler-kapiler beranastomosis (berhubungan satu dengan lainnya) membentuk jala-jala antar arteri-arteri dan vena-vena kecil. Arteriol bercabang menjadi pembuluh-pembuluh kecil yang mempunyai lapisan otot polos yang tidak kontinu, yang disebut metarteriol. Metarteriol bercabang menjadi kapiler-kapiler yang membentuk jala-jala. Konstriksi metarteriol membantu mengatur, tetapi tidak menghentikan sama sekali sirkulasi dalam kapiler, dan mempertahankan perbedaan tekanan dalam dua sistem. Suatu cincin sel-sel otot polos yang disebut sfinkter, terdapat pada tempat asal kapiler dari metarteriol. Sfinkter prekapiler ini dapat menghentikan sama sekali aliran darah dalam kapiler. Seluruh jala-jala tidak berfungsi semua secara serempak, dan jumlah kapiler yang berfungsi dan terbuka tidak hanya tergantung pada keadaan kontraksi metarteriol tetapi juga pada anastomosis arteriovenosa yang memungkinkan metarteriol langsung mengosongkan darah ke dalam vena-vena kecil. Antar hubungan ini banyak sekali pada otot rangka dan kulit tangan dan kaki. Bila pembuluh-pembuluh anastomosis arteriovenosa berkontraksi, semua darah harus berjalan melalui jala-jala kapiler. Bila ia relaksasi, sebagian darah mengalir langsung ke vena bukan mengalir ke dalam kapiler. Sirkulasi kapiler diatur oleh rangsang saraf dan hormon.

Tubuh manusia luas permukaan jala-jala kapiler mendekati 6000 m². Garis tengah totalnya kira-kira 800 kali lebih besar daripada garis tengah aorta. Suatu unit volume cairan dalam kapiler berhubungan dengan luas permukaan yang lebih besar daripada volume yang sama dalam bagian sistem lain. Aliran darah dalam aorta rata-rata 320 mm/detik; dalam kapiler sekitar 0,3 mm/detik. Sistem kapiler dapat dimisalkan dengan suatu danau di mana sungai-sungai masuk dan keluar; dindingnya yang tipis dan alirannya yang lambat, kapiler merupakan tempat yang cocok untuk pertukaran air dan solut antara darah dan jaringan-jaringan.

Morfologi Dasar Permeabilitas Kapiler

Tempat pertukaran zat-zat antara darah dan jaringan dan sebaliknya. Permeabilitas kapiler dalam berbagai organ berbeda bermakna. Misalnya, pada glomerulus ginjal, mereka kira-kira 100 kali lebih permeabel daripada kapiler-kapiler jaringan otot. Pada keadaan-keadaan abnormal, seperti peradangan, penyuntikan bisa ular atau lebah, dan sebagainya, permeabilitas kapiler sangat meningkat. Keadaan ini jelas merubah permeabilitas hubungan antara sel-sel endotel. Dalam keadaan seperti ini, zat-zat koloid setebal elektron dapat ditemukan berjalan dari lumen kapiler dan venula kecil masuk ke jaringan sekitarnya dengan menembus hubungan sel-sel endotel. Leukosit dapat meninggalkan aliran darah dengan lewat antara sel-sel endotel, dan masuk ruang jaringan dengan proses yang dinamakan diapedesis.

Sistem Vaskuler Limfe

Pembuluh limfe, merupakan saluran tipis yang dibatasi endotel berperan dalam pengumpulan cairan dari ruang-ruang jaringan dan mengembalikannya ke darah. Cairan ini dinamakan cairan limfe. Limfe hanya beredar dalam satu arah, yaitu ke arah jantung.

Kapiler limfe berasal dari berbagai jaringan sebagai pembuluh tipis dengan ujung buntu. Mereka terdiri atas satu lapisan endotel. Pembuluh yang tipis ini bergabung dan berakhir sebagai 2 batang besar, yaitu ductus thoracicus dan ductus limphaticus dexter, yang mengosongkan limfe ke dalam peralihan vena jugularis interna dengan vena jugularis interna dexter. Di antara pembuluh-pembuluh limfe terdapat kelenjar-kelenjar limfe. Dengan pengecualian sistem saraf dan sumsum tulang, sistem limfe ditemukan pada hampir semua organ.

Pembuluh limfe mempunyai struktur yang mirip dengan vena kecuali mereka mempunyai dinding yang lebih tipis dan tidak mempunyai batas yang nyata antara ketiga lapisan (intima, media, dan adventitia). Seperti vena, mereka mempunyai banyak katup-katup interna. Akan tetapi, katup-katup ini lebih banyak pada pembuluh limfe. Antara katup-katup pembuluh limfe melebar dan mempunyai bentuk noduler.

Seperti vena, sirkulasi cairan limfe dibantu oleh kerja gaya eksterna (misalnya kontraksi otot-otot sekitarnya) pada dindingnya. Gaya-gaya ini bekerja secara tidak kontinu, dan aliran limfe terutama terjadi sebagai akibat adanya banyak katup dalam pembuluh ini dan irama kontraksi otot-otot polos yang terdapat dalam dindingnya.

Duktus limfaticus ukuran besar mempunyai struktur yang mirip dengan vena dengan penguatan otot polos pada lapisan media. Pada lapisan ini, berkas-berkas otot tersusun longitudinal dan sirkuler, dengan serabut-serabut longitudinal lebih banyak. Tunika Adventitia relatif kurang berkembang.

SEL-SEL DARAH

Darah dibentuk dari 2 bagian yaitu: elemen atau sel-sel darah, dan plasma. Elemen tersusun atas sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan trombosit. Darah adalah jaringan penyambung khusus yang terdiri atas sel-sel dan banyak irterstitial ekstrasel. Serum darah susunannya sama seperti plasma kecuali bahwa ia tidak mempunyai fibrinogen dan beberapa faktor-faktor protein yang diperlukan untuk pembentukan bekuan dan mengandung serotonin yang jumlahnya bertambah.

Darah yang dikumpulkan dan dicegah dari pembekuan dengan menambahkan antikoagulan (heparin, sitrat, dan sebagainya), bila disentrifuge akan terpisah, menjadi lapisan-lapisan yang menggambarkan heterogenitasnya. Hasil yang diperoleh dengan sedimentasi ini, yang dilakukan dalam tabung gelas ukuran standard adalah hematokrit.

Hematokrit memungkinkan memperkirakan volume kumpulan eritrosit per unit volume darah. Nilai normalnya adalah 40-50% pada laki-laki dewasa, 35-45% pada perempuan dewasa, kira-kira 35% pada anak-anak sampai berusia 20 tahun, dan 45-60% pada bayi yang baru lahir. Cairan translusen, kekuningan dan sedikit kental yang terletak di atas bila hematokrit diukur adalah plasma darah. Bentuk elemen darah terpisah dalam 2 lapisan yang mudah dibedakan. Lapisan bawah menyatakan 42-47% seluruh volume darah terdapat dalam tabung hematokrit. Ia berwarna merah dan dibentuk dari eritrosit. Lapisan tepat di atasnya (1% volume darah) yang berwarna putih atau kelabu, dinamakan *buffy coat* yang terdiri atas leukosit dan trombosit.

Leukosit, sebagian diantaranya adalah fagositik, merupakan salah satu dari pertahanan utama terhadap infeksi dan beredar ke seluruh tubuh melalui sistem vaskuler

darah. Dengan menembus dinding kapiler, sel-sel ini terkonsentrasi dengan cepat dalam jaringan dan berpartisipasi pada peradangan.

Sistem vaskuler darah juga merupakan alat transport oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2); yang pertama terutama terikat pada hemoglobin eritrosit, sedangkan yang terakhir, selain terikat pada protein eritrosit (terutama hemoglobin), juga diangkut dalam bentuk larutan dalam plasma sebagai CO_2 atau dalam bentuk HCO_3^- .

Plasma mentransport metabolit-metabolit dari tempat absorpsi atau sintesisnya, menyalurkannya ke berbagai daerah organisma. Ia juga mentransport sisa-sisa metabolisme, yang dibuang dari darah oleh organ-organ ekskresi. Darah, merupakan alat distribusi hormon-hormon, memungkinkan pertukaran pesan-pesan kimia antara organ-organ yang jauh untuk fungsi normal sel. Selanjutnya ia berperanan dalam pengaturan distribusi panas dan keseimbangan asam-basa dan osmotik.

Susunan plasma

Plasma adalah suatu larutan aqueous yang mengandung zat-zat dengan berat molekul besar dan kecil yang merupakan 10% volumenya.

1. Protein-protein plasma merupakan 7%
2. Garam-garam anorganik 0,9%
3. Sisanya yang 10% terdiri atas beberapa senyawa organik dari berbagai asal – asam amino, vitamin, hormon, lipid, dan sebagainya.

Melalui dinding kapiler plasma berada dalam keadaan keseimbangan dengan cairan interstitial jaringan. Susunan plasma biasanya merupakan indikator susunan rata-rata cairan ekstrasel pada umumnya.

Protein-protein plasma dapat dipisahkan pada ultrasentrifuge atau dengan elektroforesis menjadi albumin; alfa, beta dan gama globulin; dan fibrinogen. Albumin adalah komponen utama dan mempunyai peranan utama mempertahankan tekanan osmotik darah. Gama globulin adalah antibodi dan dinamakan imunoglobulin. Fibrinogen diperlukan untuk pembentukan fibrin dalam langkah terakhir pembekuan.

Beberapa zat yang tidak larut, atau hanya sedikit larut dalam air dapat ditransport oleh plasma karena mereka berikatan dengan albumin atau dengan alfa dan beta globulin. Misalnya, lipid tidak larut dalam plasma, tetapi berikatan dengan bagian hidrofobik molekul protein. Karena molekul ini juga mempunyai bagian hidrofilik, kompleks lipid-protein larut dalam air.

Sel-sel darah umumnya dipelajari dalam sediaan apus atau sediaan dengan menyebarkan setetes darah dengan tipis di atas slide mikroskop. Darah harus tersebar rata di atas slide dan dibiarkan mengering dengan cepat di udara. Pada lapisan seperti ini sel-sel terlihat dengan jelas dan berbeda satu sama lain. Sitoplasmanya terentang, sehingga mempermudah observasi inti dan organisasi sitoplasmanya.

Elemen-Elemen Darah

1. Eritrosit

Eritrosit mamalia tidak memiliki inti, dan pada manusia berbentuk cakram bikonkav dengan garis tengah 7,2 μm (gambar 13-4). Eritrosit dengan garis tengah yang lebih besar dari 9 μm dinamakan makrosit, dan yang mempunyai garis tengah kurang dari 6 μm dinamakan mikrosit.

Bentuk bikonkav menyebabkan eritrosit mempunyai permukaan yang luas sehingga mempermudah pertukaran gas.

Konsentrasi normal eritrosit dalam darah sekitar 4,5-5 juta/ μL pada wanita dan 5 juta/ μL pada pria.

Eritrosit kaya akan hemoglobin. Molekul hemoglobin (suatu conjugated protein) terdiri atas 4 subunit, masing-masing mengandung gugus heme yang dihubungkan dengan suatu polipeptida. Gugus heme adalah suatu derivat porfirin yang mengandung besi dalam bentuk ferro (Fe^{2+}).

Berdasarkan variasi pada masing-masing rantai polipeptida yang melekat pada hem, dapat dibedakan berbagai jenis hemoglobin: Hemoglobin A_1 (HbA_1), A_2 (HbA_2), dewasa dan F (HbF) dalam keadaan normal ditemukan pada kehidupan fetal. HbA_1 merupakan 97% hemoglobin normal pada orang dewasa; HbA_2 merupakan 2%. Tipe ke tiga (1%), hemoglobin fetal (HbF) merupakan hemoglobin utama fetus – sekitar 80% hemoglobin pada bayi baru lahir – dan secara progresif berkurang mencapai kadar yang rendah sampai delapan bulan postnatal, dimana ia merupakan sebagian kecil hemoglobin seperti yang ditemukan pada orang dewasa.

Bila hemoglobin berkaitan dengan oksigen membentuk oksihemoglobin 1 mol $\text{Hb} = 4 \text{ mol O}_2$. Hemoglobin berkaitan dengan CO_2 pada gugus amina membentuk karbaminohemoglobin. Selain itu, hemoglobin berkaitan dengan karbon monoksida (CO) membentuk karboksi hemoglobin (met Hb) bersifat stabil.

Eritrosit manusia dapat hidup (*life span*) dalam sirkulasi sekitar 120 hari. Eritrosit yang tidak digunakan dibuang dari sirkulasi oleh sel-sel limpa dan sumsum tulang.

2. Leukosit

Berdasarkan granula (buitran-butiran) spesifik pada sitoplasmanya, sel-sel darah putih digolongkan dalam 2 kelompok: granulosit dan agranulosit. Berdasarkan morfologi inti leukosit juga dapat dibagi dalam sel-sel polimorfonuklear dan mononuklear dipandang. Selain itu, mereka dapat digolongkan berdasarkan asal mula sebagai sel-sel mieloid atau limfoid, tergantung dari asalnya.

Granulosit mempunyai bentuk inti tidak teratur, dalam sitoplasma terdapat granula spesifik yang dinamakan – neutrofil, eosinofil, basofil. Agranulosit mempunyai inti dengan bentuk teratur, sitoplasma tidak mempunyai granula-granula nonspesifik, tetapi mungkin mempunyai granula-granula nonspesifik khas seperti granula azurofilik yang juga terdapat dalam leukosit lainnya. Tergantung pada bentuk intinya dan sifat pewarnaan sitoplasma, agranulosit dapat digolongkan sebagai limfosit atau monosit.

Leukosit berperanan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat-zat asing. Bila tersuspensi dalam sirkulasi darah mereka berbentuk sferis tetapi mampu berubah menjadi seperti amoeba bila menemukan substrat padat. Melalui proses diapedesis leukosit dapat meninggalkan kapiler dengan menerobos antara sel-sel endotel dan menembus ke dalam jaringan penyambung. Jumlah leukosit dalam jaringan penyambung demikian banyak sehingga mereka dianggap merupakan komponen seluler normal jaringan tersebut. Jumlah leukosit per mikroliter (μL) darah pada orang dewasa normal adalah 4-11 ribu.

3. Neutrofil

Neutrofil memiliki satu inti yang terdiri atas 2-5 lobus (bersegmen) biasanya 3 lobus satu sama lain saling dikaitkan oleh benang-benang halus kromatin. Neutrofil berperan didalam garis depan pertahanan seluler terhadap invasi kuman-kuman. Neutrofil mengfagosit partikel-partikel kecil dengan aktif, dan hal ini mungkin disebabkan spesialisasi membrannya untuk proses ini. Sel-sel yang tidak aktif berbentuk sferis, tetapi waktu beredar bentuknya berubah, dimana mereka bermigrasi dengan pseudopodia.

4. Eosinofil

Eosinofil jumlahnya jauh lebih sedikit daripada neutrofil, hanya 1- 4% leukosit dalam darah normal. Inti biasanya berlobus dua. Ciri khas eosinofil adalah adanya granula ovoid yang diwarnai merah oleh eosin (granula asidofilik). Eosinofil mampu melakukan gerakan amoeboid dan mampu melakukan fagositosis, walaupun fagositosisnya lebih lambat tetapi lebih selektif daripada neutrofil. Fungsi eosinofil untuk melakukan fagositosis selektif terhadap kompleks antigen-antibodi. Infeksi oleh parasit.

5. Basofil

Jumlah basofil hanya 0-1% dari leukosit darah. Basofil mempunyai satu inti besar dengan bentuk pilinan ireguler, umumnya dalam bentuk huruf S. Sitoplasma basofil terisi oleh granula-granula yang lebih besar daripada granula yang terdapat dalam granulosit lainnya. Granula-granula ini bentuknya ireguler. Dalam keadaan tertentu, basofil merupakan jenis sel utama pada tempat peradangan. Keadaan ini dinamakan hipersensitivitas kulit (alergi) basofil. Seperti granulosit lainnya, basofil mampu bergerak amoeboid dan melakukan fagositosis, walaupun dalam hal ini mereka tidak sangat aktif.

6. Limfosit

Limfosit merupakan sel sferis dengan garis tengah 6-8 μm , dikenal sebagai limfosit kecil. Sitoplasma limfosit kecil sedikit sekali, dan pada sediaan apus darah tampak sebagai lingkaran sekitar inti. Klasifikasi limfosit berdasarkan tanda-tanda molekuler khusus pada permukaan membran sel-sel tersebut. Beberapa diantaranya membawa reseptor seperti imunoglobulin yang mengikat antigen spesifik pada membrannya yang tidak terdapat pada lainnya, dan mereka juga menunjukkan perbedaan letak dan kelas imunoglobulin yang merekaandung.

Terdapat pembagian fungsi limfosit. Sel-sel prekursor yang terdapat dalam sumsum tulang pada kehidupan fetus yang lanjut dan postnatal mampu mengadakan perbedaan dan menjadi sel-sel imunokompeten pada tempat-tempat di luar sumsum tulang. Pada burung, diferensiasi ini terjadi dalam 2 tempat yang berbeda : bursa Fabricius dan timus. Bursa Fabricius merupakan suatu massa jaringan limfoid dalam kloaka burung progenitor limfosit berdiferensiasi menjadi sel-sel plasma, yang menghasilkan antibodi – imunoglobulin – terhadap antigen spesifik. Mereka berperanan dalam kekebalan humoral tubuh. Limfosit-limfosit ini dinamakan limfosit B (bursa-dependent). Pada mamalia, bursa Fabricius tidak ada, tetapi sel-sel progenitor sumsum berdiferensiasi menjadi sel-sel B dalam daerah yang bursa ekuivalen, suatu daerah yang belum diketahui dengan pasti yang dihubungkan dengan saluran pencernaan atau dengan sumsum tulang itu sendiri. Sel plasma dan sel memori yang dapat menghasilkan antibodi (immunoglobulin).

Timus, “undifferentiated lymphocytes” yang berasal dari sumsum tulang dirangsang menjadi sel-sel progenitor yang berfungsi dalam kekebalan seluler organisme. Limfosit-limfosit ini dinamakan limfosit T (Thymus dependent).

Timus dan bursa ekuivalen pada mamalia dinamakan organ limfoid sentral, dan limfosit berdiferensiasi dalam daerah-daerah koloni organ tubuh lain ini di mana jaringan limfoid ditemukan berkapsul, difus, atau dalam bentuk organ.

Dalam darah, sebagian besar limfosit adalah sel-sel T dan bertanggung jawab terhadap reaksi-reaksi imun yang diperantarai sel tidak tergantung pada antibodi yang beredar bebas.

Penolakan cangkokan adalah suatu contoh reaksi imun yang diperantarai sel. Pada jenis respon imun ini. Limfosit T langsung mengikat sel-sel asing dan menghasilkan faktor-faktor yang bekerja pada cangkokan sel yang terdapat di sekitarnya. Berdasarkan

alasan ini, reaksi-reaksi yang diperantarai sel yang berlangsung bila limfosit T itu sendiri terdapat mengeluarkan faktor-faktor tersebut dalam lingkungan sekitarnya. Limfosit T memegang peranan penting dalam penentuan tipe dan jumlah antibodi yang dihasilkan oleh beberapa limfosit B.

Limfosit B menimbulkan memory cells. Ini adalah limfosit yang sebelumnya telah terkena antigen tetapi tidak berdiferensiasi menjadi sel-sel plasma. Bila mereka kelak mengadakan kontak dengan antigen yang sama lagi, sel-sel yang teraktivitas ini dengan cepat membelah beberapa kali secara mitosis dan menghasilkan sel-sel plasma yang mensintesis antibodi terhadap antigen.

Memory cells menerangkan mengapa penyuntikan ke dua antigen diikuti oleh suatu pembentukan antibodi yang lebih tinggi dan lebih cepat daripada penyuntikan pertama. Memory cells juga berasal dari limfosit T, yang juga bereaksi dan proliferasi setelah kontak dengan suatu antigen yang sebelumnya mereka pernah berkontak. Ringkasnya, limfosit T dan B keduanya berperanan dalam immunologic memory.

7. Monosit

Agranulosit yang berasal dari sumsum tulang ini mempunyai garis tengah yang berkisar dari 9-12 μm . Inti oval, berbentuk tapal kaki kuda, atau berbentuk ginjal dan umumnya terletak konsentris. Sitoplasma monosit adalah basofilik dan sering kali mengandung granula azurofilik yang sangat halus, sebagian diantaranya dalam batas-batas resolusi mikroskop optik. Granula-granula ini dapat tersebar di seluruh sitoplasma, memberikan warna abu-abu kebiru-biruan pada sediaan hapus yang diwarnai. Granula azurofilik monosit adalah lisosom. Aparatus Golgi yang berkembang dengan baik berperanan dalam sintesis granula-granula yang menyerupai lisosom terdapat dalam sitoplasma. Biasanya ditemukan mikrofilamen dan mikrotubulus pada daerah dekat identasi inti. Ditemukan banyak mikrovilli dan vesikel-vesikel pinositotik pada permukaan sel.

Monosit ditemukan dalam darah, jaringan penyambung, dan rongga-rongga tubuh. Mereka tergolong sistem fagositik mononuklear (sistem retikuloendotel) dan mempunyai tempat-tempat reseptor pada permukaan membrannya untuk imunoglobulin dan komplemen. Monosit beredar melalui aliran darah dan mampu menembus dinding kapiler, masuk ke dalam jaringan penyambung, dan berdiferensiasi menjadi sel-sel fagositik sistem makrofag.

TROMBOSIT

Kepingan darah (trombosit) adalah sel tak berinti, berbentuk cakram dengan garis tengah 2-5 μm . Keping darah berasal dari pertunasan sel raksasa berinti banyak megakariosit yang terdapat dalam sumsum tulang. Jumlah normal berkisar dari 150.000 – 300.000 μL darah. Sebagai indikator demam berdarah dengue (BDB). Setelah masuk aliran darah, kepingan darah mempunyai masa hidup sekitar 8 hari.

Fungsinya untuk penjendalan darah. Mekanismenya: Setelah pembuluh darah pecah, trombosit pecah dalam daerah cedera mengeluarkan granula yang mengandung serotonin. Serotonin akan menyebabkan mengakibatkan vasokonstriksi kontraksi otot polos vaskuler, menghambat atau menghentikan aliran darah dalam daerah cedera. Trombosit dengan mudah melekat pada kolagen yang terbuka pada tempat cedera dan, bersamaan dengan kerusakan sel-sel endotel, mengeluarkan enzim tromboplastin (trombokinas). Dalam suatu rangkaian reaksi, tromboplastin secara enzimatik mengubah protombin plasma menjadi trombin, yang selanjutnya mengubah fibrinogen menjadi

fibrin. Protrobin dan fibrinogen keduanya disintesis oleh hati dan dikeluarkan ke dalam darah. Setelah pembentukannya, fibrin berpolimerisasi menjadi matriks fibriler yang menangkap trombosit-trombosit dan sel-sel darah dan menimbulkan sumbatan hemostatik, dasar dari bekuan darah (trombus).

Trombosit juga mengeluarkan trombotenin, suatu protein kontraktile yang digabungkan dalam bekuan dan menyebabkan retraksi bekuan. Lisosom trombosit selanjutnya dapat memegang peranan dalam lisis bekuan setelah penyembuhan

SISTEM FAGOSIT MONOKULER

(Sistem retikuloendotel, RES)

Sel-sel sistem fagosit mononuklear yang mempunyai tempat-tempat reseptor bagi imunoglobulin pada membran plasmanya, berasal dari sumsum tulang dalam bentuk promonosit dan monosit. Apakah sel-sel mikroglia jaringan saraf sebaiknya dimasukkan sebagai bagian dari sistem fagositik mononuklear masih belum pasti. Sel-sel fagositik bulat yang ditemukan dalam jaringan saraf yang meradang diduga berasal dari sel-sel mikroglia, tetapi pandangan ini tidak diterima secara universal. Sebagian besar bukti menunjukkan bahwa sel-sel fagositik ini adalah makrofag yang berasal dari monosit darah yang bermigrasi melalui dinding pembuluh darah.

Sistem Limfe

Sistem limfe tersusun atas:

1. Saluran-saluran berujung buntu, kapiler-kapiler limfe yang lambat laun beranastomosis dalam pembuluh-pembuluh yang secara teratur ukurannya bertambah dan berakhir pada sistem vaskuler darah, bermuara ke dalam vena-vena besar dekat jantung.
2. Fungsi dari limfe adalah untuk mengembalikan cairan dari pada ruang-ruang jaringan ke dalam darah, yang pada penembusan kapiler-kapiler limfe menambah pembentukan bagian cair limfe dan dengan melewati melalui organ-organ limfoid, menambah limfosit dan faktor-faktor imunologis lain ke dalam sirkulasi.

SISTEM LIMFOID

Sistem limfoid terdiri atas sel-sel dan organ-organ yang melindungi lingkungan interna dari invasi dan kerusakan oleh zat-zat asing, sehingga sel-sel sistem ini dikenal sebagai sel-sel imunokompeten, karena mempunyai kemampuan membedakan miliknya sendiri dari yang bukan miliknya sendiri (benda-benda asing) dan menyelenggarakan inaktivasi atau destruksi benda-benda asing. Sistem ini terdiri atas sel-sel yang bergerak dan menetap. Limfosit dan makrofag merupakan sel-sel utama yang bergerak, sedangkan retikuloendotel dan sel-sel plasma adalah unsur utama sel yang menetap. Organ-organ limfatik umumnya terdiri atas jaringan penyambung yang diliputi jala-jala sel dan serabut-serabut retikuler di mana di dalamnya terdapat limfosit, sel-sel plasma, makrofag, dan dalam arti yang lebih sempit, sel-sel imunokompeten lainnya.

Sistem imun terdiri atas organ limfatik (timus, limpa, tonsil, kelenjar limfe), limfosit darah dan cairan limfe, dan kumpulan limfosit dan sel-sel plasma yang tersebar di seluruh jaringan penyambung tetapi paling menyolok pada pembatas saluran pencernaan dan pernapasan. Sistem ini melindungi tubuh terhadap benda-benda asing (bukan miliknya sendiri) yang menembus barier pertahanan lain (misalnya, kulit) dan masuk sebagai molekul-molekul bebas atau sebagai bagian dari mikroorganisme invasif. Ia juga mengenal struktur-struktur yang menyimpang dari kebiasaan yang bukan miliknya sendiri

yang berasal dalam tubuh seperti sel-sel maligna. Akibat dari makromolekul yang tidak biasa ini (bukan miliknya sendiri) sistem ini menimbulkan reaksi imun.

JARINGAN LIMFOID

Noduli limfatisi—juga dinamakan folikel-folikel limfatik—dapat ditemukan terisolasi dalam jaringan penyambung jarang beberapa jaringan, terutama dalam lamina propria saluran pencernaan, saluran pernapasan bagian atas, dan saluran kemih. Noduli tidak mempunyai kapsul jaringan penyambung dan dapat ditemukan dalam kelompokan yang membentuk timbunan seperti agmen Peyer dalam ileum. Nodus adalah struktur sementara dan dapat menghilang dan timbul kembali pada tempat yang sama.

Tiap-tiap noduli limfatisi adalah suatu struktur bulat yang dapat mempunyai garis tengah 0,2-1 mm (gambar 15-1 dan 15-2). Pada potongan histologis, noduli sangat diwarnai oleh hematoxilin sebagai akibat adanya limfosit dalam jumlah yang banyak, mempunyai inti basofilik dengan kromatin padat dan korona dari sitoplasma basofilik yang sempit. Bagian dalam nodulus sering menunjukkan daerah yang lebih pucat pada pewarnaan yang dinamakan sentrum germinativum (gambar 15-1). Perbedaan dalam pewarnaan pada sentrum germinativum ini disebabkan karena adanya limfosit yang aktif (imunoblast) yang menunjukkan sitoplasma yang banyak, berwarna pucat pada pewarnaan dan inti yang besar, aktif, eukromatik; berdasarkan alasan ini, ia berbeda dengan limfosit yang lebih kecil yang mempunyai inti yang lebih gelap dan menyolok di pinggir nodulus, yang tidak berbatas jelas. Sekarang, banyak sel-sel dalam sentrum germinativum dapat menunjukkan gambaran mitosis. Adanya sentrum germinativum dapat timbul dan hilang dari nodulus sesuai dengan tingkat fungsionalnya.

Dalam nodulus yang fase kematangannya berbeda, terdapat sel-sel bebas yang menyolok, terutama limfoblast; limfosit kecil, sedang, dan besar; imunoblast; dan sel-sel plasma.

Aktivitas nodulus limfatikus tergantung pada beberapa faktor termasuk efek flora bakteri. Pada binatang yang diletakkan dalam keadaan steril, noduli dengan sentrum germinativum jarang ditemukan. Keadaan yang berlawanan terjadi pada beberapa infeksi, di mana pembentukan limfosit meningkat dan sentrum germinativum sering ditemukan.

Pada bayi yang baru lahir serta pada binatang yang tumbuh dalam lingkungan aseptik, noduli limfatisi sangat jarang, yang menunjukkan bahwa pembentukannya tergantung pada rangsang antigenik. Pada peradangan lokal, terdapat peningkatan jumlah noduli limfatisi yang dekat dengan tempat yang meradang, dan sebagian besar noduli mempunyai sentrum germinativum.

KELENJAR LIMFE

Kelenjar limfe adalah organ berkapsul yang berbentuk seperti kacang yang terdiri atas jaringan limfoid. Kelenjar limfe tersebar di seluruh tubuh, sepanjang perjalanan pembuluh limfe yang membawa cairan limfe ke dalam duktus thoracicus dan duktus limphaticus dexter. Kelenjar limfe ditemukan dalam axilla dan skrotum, sepanjang pembuluh-pembuluh besar leher, dan dalam jumlah besar dalam thorax, abdomen dan khususnya dalam mesenterium.

Kelenjar limfe terdiri atas serangkaian garis-garis filter, di mana semua cairan jaringan yang berasal dari cairan limfe difiltrasi paling tidak pada satu kelenjar, sebelum ia kembali ke sistem sirkulasi. Kelenjar limfe berbentuk ginjal mempunyai bagian yang konveks dan suatu depresi, hilus, melalui mana arteri dan saraf menembus dan vena meninggalkan organ. Cairan limfe menembus kelenjar limfe melalui pembuluh

limfe aferen yang masuk pada permukaan konfeks organ, dan cairan limfe ke luar melalui pembuluh limfe eferen hilus. Tiap nodus limfatikus mempunyai bagian korteks dan medula. Korteks nodus limfatikus mengandung kelompokan limfosit dan sel-sel retikuler yang padat, yang dikenal sebagai noduli limfatisi. Di samping daerah korteks dan medula yang merupakan 2 daerah yang secara klasik dikemukakan, terdapat zona parakorteks, secara morfologis sukar didefinisikan tetapi secara fungsional jelas. Pada dasarnya, zona parakorteks terdiri atas jaringan limfoid padat yang terletak pada daerah juxtamedula (yaitu pada perbatasan korteks dan medula). Limfosit zona parakorteks—limfosit T—mempunyai sifat-sifat khusus yang membuat mereka berbedar dari limfosit-limfosit nodus limfatikus lainnya, limfosit B.

Histofisiologi

Nodus limfatikus berperan sebagai suatu filter yang mana limfe mengalir dan dibersihkan dari partikel-partikel asing sebelum ia kembali ke sistem sirkulasi. Karena nodus limfatikus tersebar di seluruh tubuh, cairan limfe yang terbentuk dalam jaringan paling tidak harus melalui satu nodus limfatikus sebelum masuk dalam aliran darah. Tiap-tiap nodus menerima cairan limfe dari daerah tubuh tertentu, karena itu ia dinamakan nodus satelit. Tumor ganas sering mengadakan metastatis melalui nodus satelit.

Pada noduli limfatikus, antigen yang jumlahnya besar diproses oleh makrofag, dan sebagian antigen terjebak pada permukaan sel-sel retikuler khusus yang dikenal sebagai sel-sel dendritik. Antigen yang terikat ini tidak difagositosis tetapi dikenakan pada permukaan sel-sel dendritik dimana ia mungkin dikenal dan ditindak oleh limfosit yang kompeten secara imunologik. Bila sel B mengenali antigen, dalam keadaan yang sesuai (yang mungkin membutuhkan peranan sel-sel T) limfosit B dapat diaktifkan. Sel-sel ini selanjutnya membelah dan menghasilkan sel-sel plasma dan limfosit B aktif. Sel-sel plasma kemudian secara aktif mensintesis antibodi spesifik dan mengeluarkannya ke dalam cairan limfe yang sedang mengalir melalui sinus-sinus medula. Sel-sel B aktif, yang dapat mengsekresi beberapa antibodi dan juga mengikat sebagian antibodi ini pada permukaannya, meninggalkan medula dan mengalir dengan cairan limfe untuk masuk kembali dalam sistem sirkulasi. Bila dalam perjalanannya sel-sel B menemukan antigen perangsang yang lebih banyak, ia dapat meninggalkan darah, masuk ke dalam jaringan penyambung, dan berdiferensiasi menjadi sel-sel plasma bersekresi yang tidak bergerak. Sebagai akibat infeksi dan perangsangan antigen nodus limfatikus yang terserang menunjukkan pembengkakan, menggambarkan pembentukan banyak sentrum germinativum dan proliferasi aktif sel-sel. Pada nodus yang istirahat, sel-sel plasma merupakan 1-3% populasi sel; akan tetapi, jumlah mereka sangat meningkat dan mereka berperanan sebagian akan pembesaran nodus limfatikus yang terangsang.

Sel-sel dalam cairan limfe kembali ke aliran dan melalui ductus thorasicus. Limfosit yang berasal dari darah dapat mendiami kembali nodus limfatik dengan meninggalkan melalui venula spesifik dalam zona parakorteks nodus limfatikus. Pembuluh-pembuluh ini, venula postkapilaris, menunjukkan endotel yang terdiri atas sel-sel kubis tinggi yang tidak seperti pada umumnya. Limfosit mampu berjalan antara sel-sel endotel pembuluh tersebut. Diduga bahwa kemampuan migrasi ini dihubungkan dengan interaksi spesifik reseptor-reseptor (mungkin polisakarida) pada permukaan limfosit dan sel-sel endotel venula postkapiler. Limfosit yang menembus antara sel-sel endotel venula menembus zona parakortikal sinus-sinus medula dan meninggalkan nodul melalui eferen pembuluh limfatik bersama-sama dengan limfosit yang baru dibentuk. Dengan jalan ini, sebagian besar limfosit T beresirkulasi banyak kali.

Tonsila

Tonsila adalah organ yang terdiri atas sekelompok jaringan limfoid berkapsul tidak sempurna yang terletak di bawah tetapi bersentuhan dengan epitel usus. Menurut lokasinya, tonsila dalam mulut dan pharynx dinamakan tonsila palatina, tonsila pharyngea, dan tonsils lingualis. Pada usus, noduli limfatisi yang terletak dibawah epitel usus merupakan satu bentuk "tonsila usus" yang dikenal sebagai agmen Peyer. Appendix vermiformis, juga terdiri atas noduli limfatisi yang berhubungan dengan epitel, menggambarkan bentuk tonsila usus lain. Berbeda dengan nodus limfatikus, tonsila tidak terletak sepanjang perjalanan pembuluh-pembuluh limfe. Tonsila menghasilkan limfosit, banyak diantara mereka menembus epitel dan terkumpul dalam mulut, pharynx, dan usus.

1. Tonsila palatina, terdiri atas 2 buah yang terletak pada pars oralis pharynx.
2. Tonsila pharyngea, tunggal yang terletak pada bagian superoposterior pharynx.
3. Tonsila lingualis lebih kecil dan lebih banyak daripada tonsila lain, terletak pada dasar lidah.

Timus

Timus merupakan organ limfoid utama yang terletak didekat mediastinum kira-kira setinggi pembuluh-pembuluh besar jantung. Timus terdiri atas lobulus-lobulus tidak sempurna, tidak memiliki pembuluh limfe aferen atau nodulus limfatikus. Tiap-tiap lobulus mempunyai zona perifer dari jaringan limfoid korteks yang terdiri atas kelompokan timosit atau limfosit T.

Pada zona korteks terdapat limfosit-limfosit kecil, bagian ini merupakan tempat yang sangat aktif dalam pembentukan limfosit. Disamping sel-sel tersebut, timus mempunyai sedikit sel-sel retikuler mesenkim dan banyak makrofag.

Pada zona medula banyak ditemukan limfoblas-limfoblas, limfosit-limfosit muda, dan sel-sel retikuler. Medula juga mengandung badan-badan Hassel, yang merupakan gambaran khas timus. Badan-badan Hassel terdiri atas lapisan-lapisan konsentris dari sel-sel retikuler epitel.

Histofisiologi

Limfosit T meninggalkan timus melalui pembuluh-pembuluh darah dalam medula, menembus daerah-daerah tertentu dari organ-organ limfoid lain yang dinamakan organ-organ limfoid sekunder atau perifer. Limfosit T adalah sel yang hidup lama dan merupakan bagian populasi sel limfosit dari timus, sebagian besar limfosit limfe dan darah, dan limfosit yang terdapat pada semua zona timus-dependen.

Timektomi waktu lahir

Bila binatang yang baru lahir dilakukan timektomi - atau pada kasus dimana timus tidak berkembang selama kehidupan embrional - ditemukan efek-efek sebagai berikut: (1) tidak ada pembentukan limfosit T, dengan akibat pengurangan jumlah limfosit dalam darah dan limfe serta pengurangan zona timus dependen jaringan limfoid. (2) Tidak terdapat reaksi hipersensitivitas terlambat, dan penolakan cangkokan tidak terjadi. (3) Terdapat atrofi semua organ-organ limfoid. (4) Akhirnya, setelah berusia 3-4 bulan, binatang yang dilakukan timektomi menjadi lemah, pengurangan berat badan, dan mati. Pada manusia, banyak penyakit dengan gejala-gejala yang dikaitkan dengan keadaan-keadaan yang telah dikemukakan, dan pada kasus-kasus seperti ini kematian biasanya terjadi segera setelah lahir.

Pool limfosit T tidak terdapat pada binatang yang dilakukan timektomi. Akibatnya, mereka tidak menunjukkan respon-respon imun yang diperantarai sel karena

limfosit T mungkin mensintesis faktor-faktor spesifik dan mempertahankan mereka melekat pada membrannya.

Sebaliknya, pool limfosit B pada binatang yang dilakukan timektomi hampir normal. Mereka bereaksi terhadap sebagian besar antigen, membentuk sel plasma yang mensintesis antibodi.

Limpa

Limpa merupakan sekumpulan jaringan limfoid. Pada manusia limpa merupakan organ limfatik terbesar dalam sistem sirkulasi, memiliki banyak sel-sel fagositik, tempat pertahanan yang penting terhadap mikroorganisme yang menembus sirkulasi dan tempat destruksi banyak sel-sel darah merah.

Struktur umum: Pada preparat limpa tampak bercak-bercak putih dalam parenkim yang merupakan nodulus limfatikus bagian dari pulpa putih. Nodulus-nodulus yang terdapat di dalam jaringan merah (gelap), banyak mengandung darah, dinamakan pulpa merah. Pulpa limpa terdiri atas jaringan penyambung yang mengandung serabut-serabut retikuler, sel-sel retikuler dan makrofag.

Pulpa putih terdiri atas jaringan limfatik. Seperti halnya pada jaringan limfatik pada umumnya, sel-sel retikuler dan serabut-serabut retikuler keduanya ditemukan dan membentuk jala-jala 3-dimensi dan ditempati oleh limfosit-limfosit dan makrofag.

Pulpa merah adalah jaringan retikuler dengan sifat-sifat khusus, pulpa merah sebenarnya merupakan spon, rongga-rongga yang terdiri atas sinusoid-sinusoid. Pulpa merah limpa mengandung makrofag, limfosit, sel-sel plasma, dan banyak unsur-unsur darah (eritrosit, trombosit, dan granulosit).

Histofisiologi

Limpa merupakan organ limfatik dengan sifat-sifat khusus dan fungsi utama sbb.: (1) pembentukan limfosit, (2) destruksi eritrosit, (3) pertahanan terhadap partikel-partikel asing, dan (4) cadangan darah.

1. Penghasil sel-sel darah: Pulpa putih limpa menghasilkan limfosit yang bermigrasi ke pulpa merah. Pada saat fetus, limpa menghasilkan granulosit (neutrofil, basofil, dan eosinofil) dan eritrosit, dan berhenti pada akhir fase fetal. Pada keadaan-keadaan patologis tertentu (misalnya, leukemia), limpa mulai lagi membentuk granulosit dan eritrosit, jadi mengalami proses yang dikenal sebagai metaplasia mieloid (perubahan patologis dari satu jenis sel menjadi sel lainnya).
2. Destruksi eritrosit: Sel-sel darah merah mempunyai masa hidup rata-rata 120 hari, setelah itu mereka dihancurkan, terutama dalam limpa. Makrofag-makrofag dalam pulpa merah menelan seluruh keping-keping eritrosit, kemudian dicerna oleh lisosom. Hemoglobin dicerna menjadi pigmen bilirubin, dan feritin yang mengandung besi. Senyawa-senyawa ini kemudian dikembalikan ke dalam darah. Bilirubin dikeluarkan oleh sel-sel hati bersama dengan empedu. Feritin digunakan oleh eritrosit-eritrosit sumsum tulang untuk sintesis hemoglobin baru.
3. Pertahanan: limfosit B dan T dan makrofag di dalam limpa memiliki peranan penting dalam pertahanan tubuh. Limpa dianggap sebagai “saringan” darah terhadap kuman. Limfosit T yang ditemukan dalam selubung periarterial pulpa putih berproliferasi dan masuk aliran darah berperan dalam mekanisme kekebalan yang diperantarai sel (kekebalan seluler). Limfosit B berproliferasi dan menghasilkan sel-sel plasma yang menghasilkan antibodi (kekebalan humoral). Makrofag limpa paling aktif mengfagosit partikel-partikel hidup (bakteri dan virus) dan partikel-partikel yang

tidak berdaya yang mereka temukan dalam perjalanan mereka ke aliran darah. Bila didalam plasma darah terdapat lipid yang berlebihan (hiperlipemia), maka makrofag limpa mengumpulkan zat ini dalam jumlah yang sangat banyak.

4. Cadangan darah: Karena struktur pulpa merah yang seperti spon, limpa menyimpan darah, yang dapat masuk ke sirkulasi untuk menambah volume darah yang beredar.

Splenektomi (pengambilan limpa), walaupun limpa mempunyai fungsi-fungsi penting, limpa dapat dibuang tanpa membahayakan individu. Organ-organ lain dengan sel-sel yang sama seperti yang ditemukan dalam limpa akan mengkompensasi kehilangan limpa ini. Splenektomi bermanfaat pada penyakit-penyakit dimana terdapat defisiensi fungsi sumsum tulang.

DAFTAR PUSTAKA

Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.

Raven, P.H., and Johnson, G.B. (1986). *Biology*. Times Mirror/ Mosby College Publishing.

SOAL LATIHAN:

23. Sebutkan urutan lapisan penyusun pembuluh arteri dari dalam (lumen) ke luar ...
24. Sebutkan urutan lapisan penyusun dinding jantung ...
25. *Lapisan pembuluh arteri yang mengalami kerusakan pada arterosklerosis ...*
26. *Jelaskan tentang sistem pacu jantung (pace maker)*
27. Sebutkan susunan cairan darah ...
28. Jelaskan struktur dan fungsi hemoglobin
29. Sebutkan sel-sel yang berperan sebagai makrofag di hati, paru dan ginjal ...
30. Jelaskan tentang hematokrit ...
31. Hormon yang berperan dalam produksi eritrosit...
32. Jelaskan tentang struktur dan fungsi eritrosit
33. Jelaskan tentang struktur dan fungsi leukosit
34. Jelaskan tentang struktur dan fungsi monosit
35. Jelaskan tentang struktur dan fungsi kepingan darah (trombosit) ..
36. Jelaskan tentang struktur dan fungsi sistem retikuloendotelial ...
37. Jelaskan tentang komponen sistem limfoid dan fungsinya ...
38. Sebutkan mengenai struktur sistem limfe, dan kelenjar limfe ...
39. Jelaskan struktur dan fungsi kelenjar limfe ...
40. Jelaskan struktur dan fungsi timus ...
41. Jelaskan perbedaan limfosit T dan B ...
42. Jelaskan struktur dan fungsi limpa ...

SISTEM URIN (GINJAL)

Pengantar

Sistem urin tersusun atas ginjal, ureter, vesica urinaria, dan urethra. Berfungsi membantu terciptanya homeostasis dan pengeluaran sisa-sisa metabolisme. Ginjal selain berfungsi sebagai alat ekskresi juga berperan menghasilkan hormon seperti: *renin-angiotensin*, *erythropoetin*, dan mengubah provitamin D menjadi bentuk aktif (vit.D).

Ginjal berbentuk seperti buah kacang buncis pada beberapa spesies hewan Mammalia. Paling luar diselubungi oleh jaringan ikat tipis yang disebut kapsula renalis. Bagian ginjal yang membentuk cekungan disebut hilum. Pada hilum terdapat bundel saraf, arteri renalis, vena renalis, dan ureter.

Ginjal dapat dibedakan menjadi bagian korteks yakni lapisan sebelah luar warnanya coklat agak terang dan medulla yaitu lapisan sebelah dalam warnanya agak gelap. Pada korteks renalis banyak dijumpai *corpusculum renalis Malphigi*, capsula Bowmani yang terpolus gelap, sedangkan pada medulla banyak dijumpai *loop of Henle*.

Suplai Darah Ginjal

Ginjal mendapatkan suplai darah dari *aorta abdominalis* yang bercabang menjadi *arteri renalis*, → *arteri interlobaris* → *arteri arcuata* → *arteri interlobularis* → *arteriole aferen* → *glomerulus* → *arteriole eferen* → *kapiler juxta glomerulare* → *peritubuler* → *vena interlobularis* → *vena arcuata* → *vena interlobularis* → *vena renalis*.

Arteriole aferen

Pada arteriole aferen dekat dengan badan Malphigi terdapat sel-sel *juxtaglomeruler* yang merupakan modifikasi otot polos berfungsi menghasilkan *enzim renin*. Enzim renin berfungsi mengaktifkan *angiotensinogen* menjadi *angiotensin I*, selanjutnya *angiotensin I* oleh *converting enzim* diubah menjadi *angiotensin II*. *Angiotensin II* berfungsi merangsang sekresi hormon *aldosteron* dari *korteks adrenal*. *Aldosteron* berperan meningkatkan *reabsorpsi ion Na* dan *klorida* pada tubulus kontortus *distal*.

Nefron

Tiap ginjal tersusun atas unit struktural dan fungsional dalam pembentukan urin yang dinamakan nefron (*nephron*). Tiap nefron terdiri atas bagian yang melebar yang dinamakan korpuskula renalis atau badan malphigi, tubulus kontortus proksimal, lengkung Henle serta tubulus kontortus distal.

Korpuskula renalis

Korpuskula renalis terdiri atas glomerulus dan dikelilingi oleh kapsula Bowmann.

Glomeruli

Glomerulus merupakan anyaman pembuluh darah kapiler yang ruwet yang merupakan cabang dari arteriole aferen. Pada permukaan *luar* kapiler glomeruli menempel sel berbentuk spesifik dan memiliki penjurulan-penjuluran yang disebut podosit (sel kaki). Antara sel-sel endotel kapiler dan podosit membentuk struktur kontinyu yang berlubang-lubang yang memisahkan darah yang terdapat dalam kapiler dengan ruang kapsuler. Podosit berfungsi membantu filtrasi cairan darah menjadi cairan ultra filtrat (urin primer). Cairan ultra filtrat ditampung di dalam ruang urin yaitu ruang antara kapiler dengan dinding kapsula Bowmani dan selanjutnya mengalir menuju tubulus kontortus proksimal. Komposisi kimia cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah.

Capsula Bowman

Lapisan parietal kapsula bowman terdiri atas epitel selapis gepeng. Ruang kapsuler berfungsi menampung urine primer (ultra filtrat). Sel podosit, sel epitel kapsula Bowman yang mengalami spesialisasi untuk filtrasi cairan darah. Oleh karena itu komposisi cairan ultra filtrat hampir sama dengan plasma darah kecuali tidak mengandung protein plasma.

Sel Mesangial

Pada sel-sel endotel dan lamina basalis kapiler glomerulus terdapat sel **mesangial** yang berperan sebagai makrofage.

Tubulus Kontortus Proksimal

Tubulus kontortus proksimal kebanyakan terdapat di bagian korteks ginjal. Mukosa tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel-sel epitel kubus selapis, apeks sel menghadap lumen tubulus dan memiliki banyak mikrovili (*brush border*). Sel epitel tubulus kontortus proksimal berfungsi untuk reabsorpsi.

Lengkung Henle (loop of Henle)

Lengkung Henle berbentuk seperti huruf U terdiri atas segmen tipis dan diikuti segmen tebal. Bagian tipis lengkung henle yang merupakan lanjutan tubulus kontortus proksimal tersusun atas sel gepeng dan inti menonjol ke dalam lumen.

Cairan urin ketika berada dalam *loop of Henle* bersifat hipotonik, tetapi setelah melewati *loop of Henle* urin menjadi bersifat hipertonic. Hal ini dikarenakan bagian descenden *loop of Henle* sangat permeabel terhadap pergerakan air, Na^+ , dan Cl^- , sedangkan bagian ascenden tidak permeabel terhadap air dan sangat aktif untuk transpor klorida bertanggung jawab terhadap hipertonsitas cairan interstitial daerah medulla. Sebagai akibat kehilangan Na dan Cl filtrat yang mencapai tubulus contortus distal bersifat hipertonic.

Tubulus Kontortus Distalis

Tubulus contortus distalis tersusun atas sel-sel epithelium berbentuk kuboid, sitoplasma pucat, nuklei tampak lebih banyak, tidak ada *brush border*.

ADH disekresikan oleh kelenjar hipofise posterior. Apabila masukan air tinggi, maka sekresi **ADH dihambat** sehingga dinding tubulus contortus **distal** dan tubulus **koligen** tidak permeabel terhadap air akibatnya air tidak direabsorpsi dan urin menjadi hipotonik dalam jumlah besar akan tetapi ion-ion untuk keseimbangan osmotik tetap ditahan. Sebaliknya apabila air minum sedikit atau kehilangan air yang banyak karena perkeringatan tubulus contortus distal permeabel terhadap air dan air direabsorpsi sehingga urin hipertonic.

Hormon aldosteron yang disekresikan oleh korteks adrenal berperan meningkatkan reabsorpsi ion Na. Sebaliknya mempermudah ekskresi ion kalium dan hidrogen. Penyakit Addison merupakan akibat dari kehilangan natrium secara berlebihan dalam urin.

Tubulus Koligens

Urin berjalan dari tubulus kontortus distal ke tubulus koligens yang apabila bersatu membentuk saluran lurus yang lebih besar yang disebut duktus papilaris Bellini. Tubulus koligens dibatasi oleh epitel kubus. Peristiwa penting pada tubulus koligens adalah mekanisme pemekatan atau pengenceran urin yang diatur oleh hormon antidiuretik (ADH). Dinding tubulus distal dan tubulus koligens sangat permeabel terhadap air bila terdapat ADH dan sebaliknya.

Tubulus Kolektivus

Tubulus kolektivus dari Bellini merupakan tersusun atas sel-sel epithelium columnair, sitoplasma jernih, nukleus spheris.

Aparatus Jukstaglomerulus

Tunika media arteriol aferen yang terletak didekat korpuskula malphigi mengalami modifikasi seperti sel-sel epiteloid bukan otot polos yang disebut sel jukstaglomerulus. Sel-sel jukstaglomerulus menghasilkan enzim renin. Renin bekerja pada protein plasma yang dinamakan angiotensinogen yang kemudian diubah menjadi angiotensin I. Selanjutnya zat ini oleh *converting enzyme* yang diduga terdapat dalam paru-paru, diubah menjadi angiotensin II. Angiotensin II merangsang sekresi hormon aldosteron oleh korteks adrenal. Penurunan kadar ion natrium merangsang pengeluaran renin yang akan mempercepat sekresi aldosteron. Akibatnya resorpsi natrium yang akan menghambat ekskresi renin. Kelebihan natrium dalam darah akan menekan sekresi renin yang mengakibatkan penghambatan pembentukan aldosteron yang akan meningkatkan konsentrasi natrium urin. Jadi apparatus jukstaglomerulus mempunyai peranan homeostatic dalam mengawasi keseimbangan ion natrium.

Macula Densa

Macula densa merupakan bagian dari tubulus kontortus distalis yang melalui daerah di muka kapsula Bowmani terdiri atas sel-sel yang nampak meninggi, nuklei berderet rapat dan berbentuk spheris. Macula densa berfungsi untuk reseptor tekanan osmotik (osmoreseptor).

Pembentukan urin

Proses pembentukan urin meliputi:

1. filtrasi glomeruler
2. reabsorpsi tubuler, dan
3. sekresi tubuler.

Ekskresi oleh ginjal memiliki peranan untuk :

1. Memelihara keseimbangan air
2. Memelihara keseimbangan elektrolit
3. Memelihara pH darah.
4. Mengeluarkan sisa-sisa limbah metabolisme yang merupakan racun bagi tubuh organisme.

Saluran urin

Saluran yang dilewati oleh darah setelah difiltrasi oleh glomeruli dari awal hingga akhir sebagai berikut: *glomerulus* → kapsula Bowman → *tubulus convolutus proksimal* → *loop of Henle* → *tubulus convolutus distal* → *tubulus koligen* → *tubulus collectivus* → *kaliks minor* → *kaliks mayor* → *pelvis renalis* → *ureter* → *vesica urinaria* → *urethra*.

Ureter

Pada bagian superfisial terlihat sel-sel yang bentuknya seperti payung (sisi atas lebih lebar dari sisi bawah) dan sel-sel lapisan bawah berbentuk polygonal. Tunica mucosa ureter membentuk lipatan-lipatan longitudinal dengan epithelium transisional. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf. Tunica muscularis tersusun atas stratum longitudinale, stratum circulare. Tunica serosa tersusun atas jaringan ikat longgar, tipis, jaringan lemak. Lamina propria tipis tersusun atas jaringan pengikat longgar, dengan pembuluh darah, lymfe, dan serabut syaraf.

Vesica Urinaria

Kandung kemih berfungsi menyimpan urin dan mengalirkannya ke ureter. Kaliks, pelvis, ureter dan kantung kemih memiliki struktur histology yang hampir sama. Mukosa terdiri atas epitel transisional dan facet sel berfungsi sebagai barier osmotik antar urin dan cairan jaringan. Lamina propria terdiri atas otot polos.

Histofisiologi Ginjal

Ginjal mengatur komposisi kimia cairan lingkungan interna melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi. Filtrasi berlangsung dalam glomerulus, dimana ultra filtrate plasma darah dibentuk.

Pada tubulus kontortus proksimal terjadi reabsorpsi zat-zat yang berguna bagi metabolisme tubuh untuk mempertahankan homeostatis lingkungan internal. Juga memindahkan hasil-hasil sisa metabolisme dari darah ke lumen tubulus untuk dikeluarkan dalam urin.

Tubulus koligens mengabsorpsi air, sehingga membantu pemekatan urin. Dengan cara ini, organisme mengatur keseimbangan air dalam tubuh dan tekanan osmotik.

Kedua ginjal menghasilkan sekitar 125 ml filtrat per menit, 125 ml diabsorpsi dan yang 1 ml dikeluarkan ke dalam kaliks sebagai urin. Setiap 24 jam dibentuk sekitar 1500 ml urin.

Filtrasi glomerulus dibentuk akibat tekanan hidrostatik darah dimana gaya-gaya yang melawan tekanan hidrostatik yaitu:

1. tekanan osmotik koloid plasma (30 mm Hg)
2. tekanan cairan yang terdapat dalam bagian tubulus nefron (10 mm Hg)
3. tekanan interstitial di dalam parenkim ginjal (10 mm Hg), yang bekerja pada kapsul Bowman yang diteruskan ke cairan kapsuler.

Tekanan hidrostatik adalah 75 mm Hg dan jumlah total gaya-gaya yang melawannya adalah 50 mm Hg, sehingga gaya filtrasi yang dihasilkan kira-kira 25 mm Hg.

Kandung Kemih dan Saluran Urin

Kandung kemih dan saluran urin menyimpan urin yang dibentuk dalam ginjal dan mengalirkan keluar. Kaliks, pelvis, ureter, dan kandung kemih mempunyai struktur dasar histologis yang sama. Dinding ureter lambat laun menjadi lebih tebal bila makin mendekati kandung kemih. Mukosa organ-organ ini terdiri atas epitel transisional dan lamina propria organ-organ ini terdapat selubung otot polos yang padat dan bergelombang.

Uretra

Uretra merupakan tabung yang mengalirkan urin dari kandung kemih keluar tubuh.

1. **Uretra pria** terdiri atas 4 bagian yaitu: pars prostatika, pars membranasea, pars bulbaris, dan pars pendulosa.
2. Uretra wanita merupakan tabung yang panjangnya **4 – 5** cm, dibatasi oleh epitel berlapis gepeng dengan daerah-daerah dengan epitel toraks berlapis semu. Bagian tengah uretra wanita dikelilingi oleh **sfinkter** eksternus yang terdiri atas otot lurik volunter.

DAFTAR PUSTAKA:

Hickman, C.P., Roberts, L.S., and Larson, A. (1998). *Biology of Animals*. 7th ed. New York: McGraw Hill Company Inc.

Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.

SOAL LATIHAN:

1. Sel khusus yang menempel pada kapiler glomerulus dan berfungsi untuk filtrasi adalah ...
2. Jelaskan proses pembentukan urine
3. Filtrasi darah menjadi ultra filtrat terjadi pada ...
4. Sel epitel penyusun tubulus kontortus proksimal bertipe ...
5. Sel-sel tubulus yang berperan mereabsorpsi cairan ultra filtrat banyak terdapat di
6. Sel-sel yang berperan menghasilkan enzim renin adalah ...
7. Sel-sel tubulus ginjal yang berperan untuk absorpsi air banyak terdapat di ...
8. Jelaskan mekanisme pembentukan urin ...
9. Gambarkan struktur makroskopis ginjal hewan vertebrata ...
10. Gambarkan secara skematis kerja enzim rennin sehingga terjadi peningkatan reabsorpsi ion Na ...

SISTEMA RESPIRATORIUM

Sistem Respirasi pada Vertebrata

Sistem respirasi tersusun atas pars konduktoria (saluran respirasi) dan pars respiratorius (alveolus). Pars konduktoria tersusun atas: hidung → rongga hidung → pharynx → larynx → trachea → bronchus → bronchiolus. Pars konduktoria berfungsi sebagai saluran udara respirasi dari atmosfer ke dalam alveoli.

Epitel respirasi tersusun atas epitel kolumnar (toraks) bertingkat bersilia, dan diantaranya banyak terdapat sel goblet.

Rongga hidung

Rongga hidung terdiri atas 2 bagian yaitu sebelah luar disebut vestibulum dan di dalam disebut fossa nasalis.

1. Pada vestibulum terdapat nares, dan vibrissae.
2. Fossa nasalis, terdapat penonjolan tulang yang disebut concha. Concha dapat dibedakan menjadi concha superior, medial, dan inferior. Concha superior terdapat reseptor pembau (olfaktorius).

Hidung merupakan tempat masuknya udara atmosfer dari luar ke saluran pernafasan. Di dalam rongga hidung terdapat rambut dan selaput lendir. Rongga hidung berfungsi sebagai:

1. Penghantar udara pernafasan (respirasi) dan seklaigus sebagai penyaring kotoran yang terikut dalam udara pernafasan.
2. Menyesuaikan udara atmosfer agar temperatur dan kelembabannya sesuai bagi tubuh hewan.
3. Menjaga kebersihan dan kelancaran udara yang masuk karena lapisan mukosa saluran respirasi selalu basah dan bersilia yang berguna untuk menangkap (menjerat) dan mengeluarkan partikel kotoran yang masuk bersama udara pernafasan. Setelah melewati hidung selanjutnya udara masuk ke pharynx.

Nasopharynx

Nasopharynx merupakan bagian yang menghubungkan antara rongga hidung dengan bagian pertama pharynx, ke bawah berlanjut ke bawah bagian oropharynx yaitu persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dengan rongga hidung. Pharynx merupakan sekumpulan tulang rawan. Tulang rawan (cartilago) pada pharynx antara lain: *larynx* yang padanya terdapat pita suara yang akan bergetar bila ada udara yang melaluinya, misalnya pada waktu kita bicara. Pharynx memiliki lubang yang disebut glotis sedangkan penutupnya disebut epiglottis (anak tekak) yang berfungsi menutup apabila sedang menelan makanan. Udara setelah melewati pharynx selanjutnya menuju ke trakhea.

Larynx

Laynx merupakan tabung ireguler, yang menghubungkan pahrynx dengan trakhea. Terdapat pita suara.

Trachea

Trachea (batang tenggorok) merupakan tabung dari cincin tulang rawan, terletak di daerah leher, yang mengubungkan phaynx dengan bronkus. Posisinya bersebelahan

dengan kerongkongan, tepatnya di depan kerongkongan. Dinding dalamnya (mukosa) dilapisi lendir yang sel-selnya berambut getar.

1. Tunica mucosa tersusun atas sel thoraks (*epithelium pseudocomplex columnair*) bersilia dengan sel piala (sel goblet). Lamina propria tersusun atas jaringan ikat longgar dengan serabut elastis.
2. Tunica sub-mucosa tersusun atas jaringan ikat longgar dengan membrana elastica sebagai batas dengan lamina propria glandula sero-mucosa.
3. Tunica cartilaginea tersusun atas kartilago hyalin berbetuk seperti tapal kuda (huruf C), jaringan ikat antara kedua ujung kartilago mengandung sel-sel otot polos juga glandula sero-mucosa.
4. Tunica adventitia tersusun atas jaringan pengikat longgar dengan pembuluh darah lymfe dan saraf.

Bronkus

Trakea bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus sebelah kiri dan kanan yang keduanya masuk ke dalam paru-paru. Bronkus bercabang-cabang lagi menjadi bronkeolus.

Bronkeolus

Bronkeolus di dalam paru-paru membentuk cabang-cabang lebih kecil yang bronkeolus terminalis, kemudian bronkeolus respiratorius, dan selanjutnya berujung pada kantung alveoli. Pada lamina propria terdapat otot polos yang diatur oleh nervus vagus yang bekerja sebagai saraf parasimpatis artinya menyebabkan konstiksi (penyempitan lumen bronkeolus).

Gangguan yang ditimbulkan disebut asma bronkeale.

Kantung Alveoli (saccus alveolus)

Alveolus merupakan evaginasi (perluasan ke luar) yang membentuk kantung dari bronkeolus respiratorius, duktus alveoli dan saluran alveolaris. Sel alveoli paru-paru sangat tipis tebalnya (0,2 - 0,5 μm) dan tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk kantung-kantung alveoli. Seluruh sel alveoli paru-paru jika direntang lebarnya mencapai 70 - 80 m^2 . Peran penting alveoli adalah untuk pertukaran gas O_2 dari atmosfer ke kapiler alveoli atau sebaliknya gas CO_2 dari kapiler ke ruang alveoli.

Antara kantung alveoli satu dengan lainnya membentuk dinding (sekat) interalveoler yang tersusun atas 2 lapisan yaitu: epitel gepeng selapis dan jaringan pengikat. Interalveoler tersusun atas: 3 jenis sel yaitu: sel endotel kapiler, sel epitel gepeng alveoli, dan membrana basalis. sel alveolus besar.

Sel septal (sel alveoler tipe II) merupakan sel penghasil cairan yang disebut surfaktan. Surfaktan tersusun atas *dipalmitoil lecithin (phospolipoprotein)*. Surfaktan berfungsi untuk menjaga tegangan permukaan alveoli sehingga dinding alveoli tetap tipis, mempertipis membran respirasi sehingga difusi gas menjadi lebih efisien.

Membran respirasi

Pertukaran gas dari kantung alveoli ke dalam kapiler darah melalui membran respirasi yang tersusun atas:

1. Sel epitel alveoli
2. Membrana basalis
3. Sel endothel kapiler alveoli.

Pembuluh darah paru

Pembuluh darah paru dapat dibedakan menjadi pembuluh darah pemberi nutrisi dan fungsional. Sirkulasi fungsional terdiri dari: a. pulmonalis, dan v. pulmonalis yang bercabang menjadi kapiler mengitari kantung alveoli. Pembuluh darah pemberi nutrisi arteri dan vena bronkealis. Pembuluh limfe mengikuti arteri dan vena bronkealis dan pulmonalis. Fungsi mengalirkan cairan limfe ke nodus limfatikus.

DAFTAR BACAAN

Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.

Van De Graaff, K.M. (1999). *Concepts of Human Anatomy and Physiology*. 5th-ed. USA: MC Graw Hill Companies, Inc.

SOAL LATIHAN:

1. Permukaan mukosa bagian konduktoria saluran respirasi yang tersusun atas epitel bertipe ...
2. Surfactan pada alveoli dihasilkan oleh ...
3. Sebutkan lapisan penyusun membran respirasi ...
4. Sebutkan lapisan penyusun trakea ...
5. Jelaskan terjadinya gangguan asthma bronkeale ...
6. Jelaskan struktur dan fungsi kantung alveoli
7. Jelaskan tentang mekanisme sawar terhadap infeksi bakteri atau virus di alveoli ...
8. Kapiler alveoli merupakan sawar oksigen dengan plasma darah dibatasi oleh ...
9. Jelaskan struktur dan fungsi sel septal (sel alveoler tipe II) ...

SISTEM REPRODUKSI

Sistem Reproduksi Pria

- ❖ Terdiri atas testis, duktus genitalis, kelenjar-kelenjar tambahan dan penis.
- ❖ Testis
 - Merupakan kelenjar tubuler kompleks
 - Fungsi : reproduksi dan hormonal.
 - Dikelilingi kapsula jaringan penyambung kolagen, tunika albugenia
 - Tunika albugenia → peneblan bagian posterior, mediastinum testis dari mana septa menonjol kedalam kelenjar, membagi kelenjar menjadi ± 250 ruang pirimidial (=lobulus testis)
 - Septa ini tidak sempurna, seringkali terbentuk hubungan antara lobulus-lobulus
 - Tiap lobulus ditempati 1-4 tubulus seminiferus yang terbenam dalam selaput jaringan penyambung (kaya pembuluh darah dan saraf)
 - Testis berkembang pada dinding dorsal rongga peritoneum dan tersuspensi dalam skrotum di luar rongga abdomen pada ujung fenikulus ujung spermatikus, masing-masing membawa kantong serosa dari peritonium yang dinamakan tunika vaginalis
 - Kantong skrotum mempunyai peran penting dalam mempertahankan testis pada suhu di bawah suhu intra-abdominal
- ❖ Tubulus seminiferus
 - Dibatasi epitel berlapis kompleks
 - Tubulus kontortus membentuk jala-jala dimana tiap ujungnya buntu atau bercabang
 - Pada tiap tubulus lumen menyempit dan epitel yang membatasi dengan segera berubah menjadi lapisan selapis kubis yang mempunyai satu flagela
 - Segmen pendek ini dikenal dengan tubulus rektus atau lurus, menghubungkan tubulus seminiferus dengan saluran-saluran anastomosis yang dibatasi epitel labirin, rete testis
 - Tubulus seminiferus terdiri dari tunika penyambung fibrosa, lamina basalis yang berbatas tegas, epitel germinativum atau seminiferus kompleks
 - Tunika propria yang meliputi tubulus seminiferus terdiri atas beberapa lapisan fibroblas

Kromatin inti memadat dan menjadi massa padat homogen tanpa ada substruktur. Manchette, suatu pita silindris dari mikrotubulus dikaitkan dengan batas posterior tutup akrosomal, terbentuk sekitar inti. Manchette berperan dalam pemanjangan selanjutnya dan pengepengan inti spermatid.

Selama pembelahan spermatogonia. Sel-sel yang dihasilkan tidak terpisah tetapi tetap dihubungkan satu sama lain oleh jembatan-jembatan sitoplasma. Jembatan-jembatan interseluler ini mengkomunikasikan antara spermatosit primer dan sekunder dan spermatid yang berasal dari seri spermatogonium. Jembatan-jembatan ini memegang peranan penting dalam koordinasi urutan peristiwa dalam spermatogenesis.

Bila proses spermatogenesis telah selesai, penanggalan sitoplasma dan jembatan-jembatan sitoplasma sebagai badan-badan residu mengakibatkan pemisahan spermatid.

Penyuntikan "tritiated thymidine" terjadi perubahan antara stadium spermatogonia dan pembentukan spermatozoa berlangsung sekitar 64 hari. Di samping

prosesnya lambat, spermatogenesis terjadi tidak secara serentak atau sinkron pada semua tubulus seminiferus tapi secara bergelombang, yang menerangkan timbulnya tubulus-tubulus yang ireguler. Itu sebabnya spermatozoa ditemukan dalam beberapa daerah tubulus seminiferus dan hanya spermatid pada tubulus seminiferus lainnya.

Siklus epitel seminiferus menyatakan rangkaian pematangan daerah epitel germinativum tetentu anantara timbulnya 2 stadium sel yang berurutan. Tiap-tiap siklus pada manusia berlangsung sekitar 16 ± 1 hari dan spermtogenesis berlangsung 4 siklus atau sekitar $64 \pm 4\frac{1}{2}$ hari kemudian. Pada binatang mengerat ditemukan 12 stadium. Pada pria, dikenal terjadi 6 stadium, tetapi adanya stadium-stadium ini tidak nyata.

Sel-sel nutient atau sel-sel Sertoli adalah sel piramidal panjang yang saling bertautan dengan sel-sel seri spermatogenik Dasar sel Sertoli melekat pada lamina basalis, ujung apikalnya menjorok ke dalam lumen tubulus seminiferus. Sel Sertoli mempunyai sitoplasma denan batas yang tidak nyata dan bentuk selnya ireguler. Sel ini mengandung banyak retikulum endoplasma (RE) halus dan RE kasar, apparatus Golgi, mitokondria, lisosom, inti sel yang berbentuk segitiga, sedikit kromatin. Sifat anak intimempunyai nukleolema oval sentral diapit oleh 2 massa kromatin basofil.

Di pinggir sel Sertoli dibatasi oleh hubungan okludens sehingga membentuk selubung kontinu yang mengelilingi lumen tubulus seminiferus. Dibawah sel Sertoli terletak lamina basalis dan ruang ekstratubuler yang berisi pembuluh darah dan limfe. Sel-sel spermatogonia terletak pada ruang ekstratubuler antara sel-sel Sertoli dan lamina basalis. Spermatisit dan spermatid terletak jauh dalam celah-celah (*invaginasi*) dari pinggir lateral dan apikal sel-sel Sertoli. Sel Sertoli juga dihubungkan dengan *gap junction* yang memungkinkan *coupling* ionik dan kimia dari sel untuk koordinasi siklus epitel seminiferus.

Sel-sel Sertoli mempunyai 3 fungsi utama:

1. Penyokong, pelindung dan mengatur nutrisi spermatozoa yang sedang berkembang

Sel-sel spermatogenik (spermatisit, spermatid dan spermatozoa) tergantung pada sel-sel Sertoli sebagai pertukaran zat gizi dan metabolit-metabolit sebab sel-sel spermatogenik ini dipisahkan dari suplai darah oleh selubung sel Sertoli.

2. Fagositosis

Sitoplasma spermatid yang berlebihan ini difagosit, dihancurkan dan selanjutnya diresorpsi oleh lisosom sel Sertoli.

3. Sekresi

Sel Sertoli mengsekresi cairan ke dalam tubulus seminiferus ke arah duktus genitalis untuk transport sperma.

Sel-sel Sertoli pada manusia dan binatang lain tidak membelah selama periode reproduksi, malnutrisi atau penyinaran sinar-X dapat hidup dalam keadaan yang tidak menguntungkan ini lebih baik daripada sel-sel turunan spermatogenik.

Hormon gonadotropin dihasilkan pada plasenta manusia dan dibuang dalam urin wanita yang hamil. Bila urin disuntikkan ke dalam katak jantan, merangsang vakuolisasi sitoplasma apikal sel-sel Sertoli dan mengeluarkan spermatozoa.

Jaringan interstitial

Ruang antara tubulus seminiferus dalam testis terisi oleh penimbunan jaringan saraf, darah dan pembuluh limfe. Kapiler-kapiler testis merupakan jenis fenestrata. Jala-jala pembuluh limfe terdapat dalam ruang interstitial. Jaringan ikatnya terdiri atas

berbagai jenis sel, termasuk fibroblas, sel penyambung yang tidak dapat dideferensiasi, mast cell dan macrophage.

Setelah pubertas, terdapat jenis sel lain yang berbentuk bulat atau poligonal dan mempunyai inti ditengah dan sitoplasma eosinofil yang mengandung tetesan kecil lipid. Terdapat sel-sel interstitial atau sel-sel Leydig testis yang mempunyai sifat sebagai sel yang mengekskresi steroid. Sel-sel ini menghasilkan hormon pria testosteron, bertanggung jawab akan perkembangan sifat kelamin pria sekunder.

Sejumlah kecil estrogen disintesis dalam testes, walaupun tidak diketahui dengan jelas apakah estrogen dihasilkan oleh sel Leydig.

Aktivitas dan kuantitas sel-sel interstitial tergantung pada rangsang hormonal. Selama manusia hamil, gonadotropin plasenta berjalan dari darah ibu ke fetus, merangsang sel-sel interstitial testis fetus yang jumlahnya banyak, menghasilkan hormon androgen. Sel-sel interstitial embrional tetap berdiferensiasi penuh sampai 4,5 bulan kehamilan → mengalami regresi, disertai dengan penurunan sintesis testosteron → tetap diam selama sisa kehamilan dan sampai periode pubertas, waktu mereka melanjutkan sintesis testosteron akibat rangsangan luteinizing hormon (LH; interstitial cell stimulating hormone [ICSH] dari kelenjar hipofisis.

Saluran-saluran genital intratestis

Antara lain : tubuli rekti (tubulus lurus) dan duktuli eferentes. Tubulus lurus terdiri dari epitel kubus disokong pada lembaran jaringan ikat padat. Duktuli eferentes terdiri dari sel-sel kubus yang bergantian dengan sel toraks bersilia. Pergerakan silia mendorong spermatozoa ke arah epididymis → bersatu setelah berkelok-kelok.

Histofisiologi testis.

Suhu sangat penting dalam pengaturan spermatogonosis, dan proses ini umumnya hanya terjadi dalam suhu di bawah suhu tubuh manusia. Itulah sebabnya dengan beberapa pengecualian, testis mamalia terletak diluar rongga abdomen dan dalam kantong stratum, dimana suhu umunya lebih rendah.

Suhu testis diatur oleh beberapa mekanisme. Pleksus pembuluh darah yang banyak terdapat pada funikulus spermatikus membentuk sistem pertukaran panas counter current yang penting dalam mempertahankan suhu testis yang rendah. Faktor lain adalah penguapan keringat dari skrotum dan kontraksi otot-otot funikulus spermatikus yang menarik testis ke dalam kanalis inguinalis di mana suhunya dapat dinaikkan.

Kegagalan desensus testis (kriptorkismus) mempertahankan testis pada suhu inti 37 C, yang menghambat spermatogonosis. Pada kasus yang tidak terlalu lanjut, spermatogonosis dapat terjadi secara normal bila testis dibuang secara pembedahan dari scrotum. Walaupun proliferasi sel benih dihambat oleh suhu abdomen, sintesis testoteron tidak . hal ini menyebabkan penderita kriptokrimus dapat menjadi steril tetapi tetap poten dan diduga merupakan sifat pria sekunder.

Malnutrisi, alkoholisme, dan kerja obat-obatan tertentu dapat mengganggu spermatogenesis dan mengakibatkan perubahan pada sel-sel yang berasal dari spermatogenik dengan akibat penurunan pembentukan spermatozoa. Kekurangan vitamin E dapat menimbulkan khususnya pada tikus destruksi total dan ireversibel sel-sel spermatogenik, termasuk spermatozoa, jadi mengakibatkan sterilitas permanen. Hal ini tidak ditemukan pada pria. Penyinaran sinar x menyebabkan destruksi spermatogonia disertai sterilitas ireversibel. Garam –garam cadmium sangat toksik terhadap sel-sel turunan spermatogenik, menyebabkan kematian pada sel-sel tersebut dan sterilitas pada

binatang. Obat busulfan bekerja pada sel-sel germinativum, dan bila diberikan pada tikus betina yang hamil, ia akan mempermudah kematian sel-sel germinativum pada keturunannya. Oleh karena itu binatang ini steril, dan tubulus seminiferusnya mengandung hanya sel sertoli.

Faktor-faktor endokrin mempunyai pengaruh penting pada spermatogenesis. Spermatogenesis tergantung pada kerja follicle stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone (LH) dari kelenjar hipofisis pada sel-sel testis. LH bekerja pada sel-sel interstitial, merangsang pembentukan testoteron yang di butuhkan untuk perkembangan normal sel-sel turunan seminal. FSH dikenal bekerja pada sel-sel sertoli, merangsang adenilat siklase dan akibatnya meningkatkan adanya cAMP, dan mempermudah sintesis protein pengikat androgen (PPA). Protein ini berikatan dengan testoteron dan disekresi ke dalam lumen tubulus seminiferus (gambar 23-13). Spermatogenesis dihambat oleh estrogen dan progesterone. Mekanisme pengawasan endokrin diperlihatkan pada gambar 23-13.

Spermatozoa ditransfor ke epididimis dan dalam media yang sesuai, yang dinamakan cairan testikuler yang dihasilkan oleh sel-sel sertoli dan rete testis. Cairan ini mengandung steroid, protein, ion-ion, dan protein pengikat androgen khusus.

Sawar darah-tubulus seminiferus.

Beberapa zat yang terdapat dalam darah, ditemukan dalam cairan testikuler mengandung adanya sawar antara darah dan bagian dalam tubulus seminiferus. Kapiler-kapiler testis berjenis fenestrated yang memungkinkan dilalui secara bebas oleh molekul-molekul besar. Hubungan okludens antara sel-sel sertoli bertanggung jawab akan sawar tersebut, yang merupakan pelindung sel-sel seminal terhadap agen yang merugikan yang di bawa darah.

Diferensiasi sel-sel spermatogonia mengakibatkan timbulnya protein spesifik sperma. Karena pematangan sperma terjadi jauh setelah perkembangan imunokompeten, sel-sel sperma yang sedang diferensiasi dapat menimbulkan respon imun, yang akan menghancurkan sel benih. Akibatnya, sawar darah testis akan menghilangkan setiap interaksi antara sperma yang sedang berkembang dan imun. Sawar ini mencegah masuknya gamma globulin ke dalam tubulus seminiferus dan akan berperan dalam ada tidaknya gangguan fertilitas pada penderita yang mempunyai serum dengan kadar anti bodi sperma yang tinggi. Sawar sel sertoli berfungsi untuk melindungi epitel seminiferus terhadap reaksi autoimun.

Saluran-saluran ekskretoris genitalia.

Saluran-saluran yang mentransfor spermatozoa yang dihasilkan dalam testis menuju permukaan tubuh adalah duktuli eferentes, epididymis, duktus deferens (vas deferens) dan uretra.

Epididymis terdiri atas satu saluran panjang berkelok sekitar 4-6 m panjangnya. Saluran ini beserta jaringan penyambung membentuk korpus dan ekor epididymis. Saluran ini dibatasi oleh epitel berlapis semu toraks yang terdiri atas sel-sel basal. Sel ini disokong pada membrane basalis yang dikelilingi oleh sel-sel otot polos, yang membantu pergerakan sperma sepanjang saluran, dan oleh jaringan penyambung jarang yang kaya akan kapiler darah.

Permukaan sel toraks diliputi oleh tonjolan sitoplasma yang membentuk mikrovili ireguler yang panjang, dinamakan stereosilia. Stereosilia tidak mempunyai badan basal atau mikrotubulus interna, sedangkan sili yang sebenarnya memiliki keduanya. Bila diselidiki dengan mikroskop electron, sitoplasmanya terlihat diisi oleh

granula-granula yang sifatnya tidak diketahui. Bentuk morfologis mirip dengan pinositosis pencernaan zat yang ditelan dengan adanya vesikel-vesikel polimorfik, lisosom sering ditemukan pada sel tersebut. Segi ini menduga bahwa sel epididymis mempunyai fungsi lebih dari satu, yaitu pencernaan intrasel dan sekresi dalam lumen. Sedikit yang terpenting dari fungsinya adalah di dalam epididymis spermatozoa dari tubulus seminiferus matang dan menjadi mortal dan fertile. Epitel ini berperan dalam reabsorpsi dan pencernaan badan-badan residu yang dikeluarkan selama spermatogenesis.

Dari epididymis, duktus deferens (vas deferens), suatu saluran lurus dengan dinding tebal, menuju uretra pars prostatika dan mengosongkan isinya. Duktus deferens ditandai oleh lumen yang sempit dinding yang tebal dari otot polos. Mukosanya membentuk lipatan-lipatan longitudinal dan sebagian besar diliputi oleh epitel berlapis semu toraks dengan stereo silia. Lamina proprianya merupakan jaringan penyambung yang kaya akan serabut elastin. Lapisan otot yang tebal terdiri atas lapisan-lapisan sel otot polos yang tersusun spiral. Sepanjang duktus deferens dan berhubungan dengannya berjalan pembuluh-pembuluh dan saraf yang menuju dan berasal dari testis. Sebelum menembus prostat, duktus deferens melebar, membentuk daerah yang dinamakan ampula. Pada ampula epitel menjadi lebih tebal, berbentuk seperti renda. Pada bagian akhir ampula, bersatu vesika seminalis, duktus deferens masuk prostate bermuara ke dalam uretra pars prostatika. Segmen yang masuk prostate dinamakan duktus ejakulatorius dan mempunyai lapisan mukosa yang sama seperti lapisan mukosa ampula tetapi tanpa lapisan otot.

Kelenjar-kelenjar tambahan genetalia pria.

Kelenjar ini adalah vesika seminalis, kelenjar prostate, dan kelenjar bulbouretralis. Vesika seminalis terdiri atas 2 saluran yang berkelok dengan panjang 15 cm. pada potongan organ, ditemukan saluran yang sama dengan lipatan mukosa yang dibatasi oleh epitel berlapis semu toraks, yang secara individual menunjukkan variasi yang sangat besar bergantung pada usia dan keadaan lain. Epitel terdiri atas lapisan sel-sel basal sferis diskontinyu dan lapisan superficial kubis panjang atau toraks rendah, yang kaya akan granula sekresi. Mereka mempunyai ultrastruktur khas sel yang mensintesis protein. Lamina propria vesika seminalis kaya akan serabut-serabut elastin dan dikelilingi oleh lapisan tipis otot polos.

Dinding otot vesika seminalis mengandung pleksus serabut-serabut syaraf dan sedikit ganglia simpatis. Sekresi vesika seminalis, yang ditimbun pada bagian dalam kelenjar, dikeluarkan waktu ejakulasi oleh kontraksi otot polos. Sekret mengandung globulin dan kaya akan vitamin C dan fruktosa metabolit-metabolit yang penting untuk nutrisi dan pergerakan spermatozoa. Tinggi sel-sel epitel vesika seminalis dan derajat aktivitas proses sekresi tergantung pada testosteron. Tidak adanya testosteron, epitel vesika seminalis mengalami atrofi. Atrofi ini dapat dipulihkan dengan pemberian testosteron. Fungsi otot polos epididymis dan kelenjar-kelenjar system genetalis pria dipengaruhi oleh hormon-hormon seks.

Prostate merupakan kumpulan 30-50 kelenjar tubulo-alveolar bercabang yang saluran keluarnya bermuara pada saluran uretra pars prostatika. Prostate menghasilkan cairan prostat dan menyimpannya untuk dikeluarkan pada saat ejakulasi.

Prostate dikelilingi oleh kapsula fibroelastis yang kaya akan otot polos. Kapsula ini memancarkan septa yang menembus kelenjar. Stroma yang sangat kaya akan fibromuskuler terbentuk mengelilingi kelenjar (gambar 23-170. Lamina basalis tidak nyata, dan sel-sel epitel terletak pada suatu lapisan jaringan penyambung yang banyak otot polos, jala-jala serabut elastin padat, dan kapiler-kapiler darah. Epitelnya mungkin

kubis atau malah berlapis tetapi sebagian besar tempat adalah toraks, disertai sedikit-sel-sel basal. Sel-selnya mengekresi protein dan mempunyai sifat seperti yang telah dijelaskan dalam bab 4. Sel-sel ini kaya akan lisosom dan mempunyai aktifitas fosfatase asam yang besar. Keistimewaan ini dipertahankan pada karsinoma prostate, yang ditandai dengan adanya enzim ini dalam konsentrasi dalam tumor dan dalam darah. fosfatase asam serum diukur tidak hanya pada diagnosis tetapi juga untuk mengikuti penderita dengan tumor tersebut.

Kelenjar prostate dibagi menjadi 3 struktur-mukosa, submukosa, dan kelenjar-kelenjar utama-terusun atas 3 daerah terpisah yang terletak konsentris mengelilingi uretra (gambar 23-18). Kelenjar-kelenjar utama menghasilkan sebagian besar volume sekresi prostate. Karena alasan-alasan yang tidak diketahui-sering setelah berusia 40 tahun-kelenjar-kelenjar mukosa dan submukosa mulai hipertrofi. Hal ini dapat mengakibatkan obstruksi uretra parsial atau total. Karsinoma prostate, sering merupakan tumor pada orang tua, biasanya mulai pada kelenjar utama. Proses sekresi prostate tergantung pada testotestosterone seperti halnya vesika seminalis.

Badan-badan kecil sferis dari susunan glikoprotein yang bergaris tengah kurang dari 0,2 mm sering ditemukan pada lumen prostate. Mereka dinamakan konkremen prostate (gambar 23-17). Badan-badan ini seringkali membentuk kalkuli. Makna badan-badan ini tidak diketahui, tetapi jumlahnya bertambah seiring dengan meningkatnya usia.

Kelenjar bulbouretralis merupakan bentukan seperti kacang polong yang terletak di belakang uretra pars membranosa dan bermuara ke dalam bagian uretra tersebut. Mereka merupakan kelenjar tubuloalveoler dengan epitel jenis mukosa. Mereka mempunyai kerangka dan sel-sel otot polos dalam septa-septa mereka yang memindahkannya menjadi lobus-lobus. Sekresinya mempunyai bentuk mukoid.

Penis

Penis terutama terdiri atas 3 massa silindris dari jaringan erektil ditambah dengan uretra, diluarnya diselubungi oleh kulit. Dua diantara silinder ini-korpora kavernosa penis-terletak di dorsal. Lainnya, terletak di ventral, dinamakan korpus karvenosum uretrae dan mengelilingi uretra. Pada ujung-ujungnya ia melebar membentuk glans penis (gambar 23-1). Korpus karvenosa diliputi oleh membrane jaringan penyambung keras yang kuat, tunika albuginea. Pada daerah-daerah yang memisahkan 2 korpus karvenosa penis terdapat lubang-lubang yang memungkinkan hubungan antara 2 badan tersebut (gambar 23-11). Korpus karvenosa penis dan uretra terdiri atas pelebaran pembuluh-pembuluh darah yang kusut (tidak teratur) yang dibatasi oleh endotel.

Preputium merupakan lipatan kulit yang retraktil. Ia mengandung jaringan penyambung dengan otot polos di dalamnya. Kelenjar-kelenjar sebacea terdapat dalam lipatan interna dan dalam kulit yang meliputi glans.

Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita (gambar 24-1) terdiri atas 2 ovarium, 2 tuba uterine (oviduct), uterus, vagina, dan genitalis eksterna. Antara menarche dan menopause, sistem ini terus mengalami perubahan siklik dalam struktur dan aktifitas fungsional. Modifikasi ini diatur oleh mekanisme neurohumoral. Menarche ialah waktu pertama kali menstruasi timbul; menopause merupakan periode tidak tetap dimana selama ini periode siklik menjadi tidak teratur dan akhirnya berhenti sama sekali. Pada periode postmenopause terdapat involusi sistem reproduktif secara perlahan-lahan. Dalam bab ini kami akan mempelajari juga kelenjar mammae, walaupun ia bukan termasuk sistem genitalia-

sebenarnya merupakan kelenjar kulit-berdasarkan alasan bahwa ia mengalami perubahan-perubahan yang langsung berhubungan dengan keadaan fungsional sistem reproduktif.

Ovarium

Ovarium merupakan badan berbentuk amandel bergaris tengah sampai 5 cm, lebar 1,5-3 cm dan tebal 0,6-1,5 cm. Ia terdiri atas daerah medulla, mengandung beberapa pembuluh darah dan sedikit jaringan penyambung jarang; dan bagian korteks, dimana terutama mengandung folikel-folikel ovarium, yang mengandung oosit. Tidak terdapat batas yang jelas antara daerah korteks dan medulla (gambar 24-2). Selama kehidupan embrional, sel-sel benih bermigrasi ke dalam ovarium dan sel-sel ini disini dinamakan oogonia. Semua sel-sel benih yang terdapat pada waktu lahir adalah oosit primer pada stadium profase pembelahan meiosis pertama.

Stroma daerah korteks terdiri atas sel-sel penyambung berbentuk spindel khas yang memberi respon dengan cara yang tidak sama terhadap rangsang hormonal dibandingkan dengan sel-sel penyambung-penyambung organ-organ lain. Permukaan ovarium dibatasi oleh epitel selapis gepeng atau selapis kubis yang dinamakan epitel germinativum. Dibawah epitel germinativum, stroma membentuk suatu lapisan padat, tidak menggambarkan jaringan penyambung sama sekali, dinamakan tunica albugenia ovarium. Tunica albugenia bertanggungjawab akan warna keputih-putihan dari ovarium.

Folikel-folikel Ovarium

Folikel-folikel ovarium dalam stroma korteks. Dapat dibedakan 3 jenis : folikel-folikel primordial, folikel-folikel yang sedang tumbuh, dan folikel-folikel Graaf. Beberapa ahli histologi membedakan folikel-folikel yang sedang tumbuh dalam 3 kategori :

1. folikel-folikel primer yang diliputi oleh selapis sel-sel granulose berbentuk kubis;
2. folikel-folikel sekunder, menunjukkan banyak lapisan padat sel-sel granulose ;
3. folikel-folikel tersier atau vesikuler, menunjukkan rongga-rongga yang berisi cairan diantara sel-sel granulose.

Jumlah total folikel dalam 2 ovarium wanita muda dewasa normal diperkirakan 400.000, tetapi sebagian besar folikel tersebut akan menghilang akibat proses degenerasi yang dikenal sebagai atresia selama masa reproduktif. Regresi folikel ini berlangsung sebelum lahir dan terus berlangsung sepanjang masa reproduktif. Setelah menopause, hanya sejumlah kecil folikel yang masih ada. Regresi dapat mengenai setiap jenis folikel dari folikel primordial sampai folikel yang matang sempurna. Karena pada umumnya hanya 1 oosit yang dikeluarkan oleh ovarium pada setiap siklus menstruasi (lama rata-rata 28 hari) dan masa reproduktif wanita berlangsung sekitar 30-40 tahun. Jumlah total oosit yang dikeluarkan sekitar 450. Folikel-folikel lain, disertai oositnya tidak berkembang dan mengalami degenerasi, menjadi atretik.

A. Folikel-folikel primordial

- ✓ Merupakan folikel utama yang terdapat sebelum lahir. Masing-masing folikel terdiri atas oosit primer yang diliputi hanya oleh satu lapisan sel-sel folikel gepeng.
- ✓ Oosit pada folikel primordial adalah sel yang ukurannya besar, bergaris tengah sekitar 40 μm . Intinya besar, letaknya sedikit eksentrik, dan mempunyai kromatin

halus yang tersebar dan nukleolus besar. Pada mikroskop elektron sitoplasma oosit terlihat bentukan yang terdiri atas lamella-lamella sejajar dan banyak vesikel-vesikel kecil. Kedua unsure ini lebih banyak pada oosit dari folikel-folikel yang sedang tumbuh dan matang.

B. Folikel-folikel yang sedang tumbuh

- ✓ Petumbuhan folikuler terutama terdiri atas sel-sel folikuler serta oosit primer dan stroma yang mengelilingi folikel.
- ✓ Waktu oosit tumbuh, selapis sel-sel folikuler menjadi kuboid dan kemudian melalui pembelahan mitosis, bertambah menjadi epitel berlapis. Oosit juga menjadi lebih besar, dan asidofil, homogen, dan lapisan aseluler yang dinamakan zona pellusida timbul di sekitarnya.
- ✓ Zona pellusida mengandung glikoprotein dan PAS-positif.
- ✓ Bila perubahan-perubahan berlangsung, stroma yang tepat mengelilingi folikel merubah dirinya dalam rangka untuk membentuk teka folikuli. Lapisan ini kemudian berdiferensiasi menjadi teka interna dan teka eksterna.
- ✓ Sel-sel teka interna adalah kubis dan bila telah terdiferensiasi dengan sempurna, mempunyai sifat struktur ultra yang sama dari sel-sel yang menghasilkan steroid.
- ✓ Fungsi sel teka interna adalah sel-sel ini mensintesis testosteron, yang diubah menjadi estrogen oleh sel-sel granulosa.
- ✓ Teka interna banyak mengandung pembuluh darah
- ✓ Teka eksterna terdiri atas jaringan penyambung. Pembuluh-pembuluh darah kecil menembusnya dan memberikan banyak pleksus kapiler pada sel-sel sekresi teka interna.
- ✓ Bila oosit tumbuh, terjadi perubahan penyebaran organel-organel. Satu apparatus golgi menjadi banyak dan tersebar dalam ooplasma. Retikulum endoplasma granuler menjadi banyak dan lebih banyak ribosom bebas ditemukan dalam ooplasma. Jumlah-jumlah vesikel-vesikel kecil dan badan-badan multivesikuler juga bertambah.
- ✓ Waktu folikel tumbuh, timbul penimbunan cairan yang kaya akan asam hialuronat (cairan folikuler). Rongga-rongga yang mengandung cairan bersatu dan membentuk satu rongga antrum folikuli. Sel-sel lapisan granulosa lebih banyak pada suatu tempat pada dinding folikel, membentuk massa sel yang padat, kumulus ooforus, yang mengandung oosit. Kumulus ooforus menonjol ke bagian dalam antrum. Setelah itu oosit tidak tumbuh lagi.

C. Folikel-folikel matang

- ✓ Folikel matang bergaris tengah sekitar 1 cm dan dapat dilihat penimbunan cairan, rongga folikel bertambah besar dan oosit melekat pada dinding folikel dengan perantara pedikel yang dibentuk oleh sel-sel granulosa yang lapisannya menjadi lebih tipis.
- ✓ Sel-sel granulosa membentuk lapisan pertama yang meliputi oosit (berhubungan erat dengan zona pellusida) menjadi panjang dan membentuk korona radiata, yang menyertai oosit waktu ia meninggalkan ovarium.

Ovulasi

- Ovulasi adalah suatu proses yang terdiri atas pecahnya folikel matang disertai pengeluaran oosit yang akan ditangkap oleh pelebaran ujung tuba uterine.

- Ovulasi berlangsung kira-kira berlangsung pada pertengahan siklus menstruasi, yaitu sekitar hari ke 14 dari siklus 28 hari. Di bawah tekanan folikel matang, bagian superfisial ovarium mengalami iskemia sebelum ovulasi, yang menyebabkan kelemahan jaringan dan mempermudah pengeluaran oosit.
- Sebelum ovulasi (bersama dengan korona radiata) melepaskan diri dari dinding folikel dan mengambang dalam cairan folikuler. Pembelahan pematangan pertama telah selesai setelah sekresi LH meningkat tetapi sebelum keluarnya oosit dari folikel.
- Suatu petunjuk timbulnya ovulasi adalah timbulnya makula pellusida atau stigma pada permukaan folikel, di mana aliran darah berhenti, mengakibatkan perubahan warna local dan translusen dinding folikel. Epitel germinativum pada daerah ini menjadi diskontinyu, dan stroma menjadi lebih tipis, Kerucut kemudian pecah dan oosit dikeluarkan dari ovarium bersama dengan cairan folikuler dan darah.
- Extremitas tuba uterine yang menghadap ovarium berjmbai dengan fimbriae dan berbentuk corong. Pada saat ovulasi, ujung ini sangat dekat dengan permukaan ovarium dan menerima oosit. Oleh kerja fimbriae, sel-sel bersilia, dan kontraksi otot, oosit masuk ke infundibulum tuba uterine di mana oosit dibuahi. Setelah dibuahi oosit dinamakan ovum, mulai mengalami pembelahan dan ditransport ke uterus, suatu perjalanan yang berlangsung sekitar 3 hari. Bila oosit tidak dibuahi dalam 24 jam pertama setelah ovulasi, telur mengalami degenerasi.

Atresia Folikuler

- Folikel mengalami suatu proses involusi yang dinamakan atresia folikuler di mana folikel dikatakan menjadi atretik. Ini adalah suatu proses degenerasi yang ditandai oleh penghentian mitosis pada sel-sel granulosa, pelepasan sel-sel granulosa dari lamina basalis, dan kematian oosit.
- Atresia folikuler sangat menyolok tepat setelah lahir, waktu pengaruh hormon-hormon ibu berhenti, dan juga selama pubertas dan kehamilan, yaitu waktu berlangsung perubahan hormonal secara kuantitatif dan kualitatif yang nyata.
- Proses atresia dapat berlangsung pada setiap stadium perkembangan folikel. Bila atresia mulai pada folikel primordial, bentuk oosit menjadi ireguler dan sel-sel folikel menjadi lebih kecil saling terpisah. Oosit dan sel-sel folikel mulai autolisis.
- Pada folikel-folikel yang sedang tumbuh, zona pellusida yang sangat resisten menjadi bergelombang dan melipat pada saat timbulnya proses atresia sebagai akibat dari kolaps folikel, tetapi bahannya menetap lebih lama daripada sel-sel folikel.
- Folikel pada stadium akhir pertumbuhan mengalami atresia, dihasilkan sejumlah besar zat degenerasi yang menimbulkan pembentukan makrofag dari monosit yang dibawa dalam darah oleh pembuluh-pembuluh yang menginvasi daerah atresia. Sementara berlangsung pembuangan sisa-sisa folikel pada atresia, sel-sel jaringan penyambung ovarium yang menginvasi daerah tersebut membentuk sedikit matriks kolagen. Kemudian semua sisa folikel menghilang karena kolagen direabsorpsi dan diganti oleh stroma khas ovarium, tetapi sel-sel teka menetap sebagai bagian stroma ovarium.

Kelenjar-Kelenjar Interstitial

- Walaupun sel-sel granulosa dan oosit mengalami degenerasi selama atresia folikel, sel-sel teka interna seringkali menetap dan sebenarnya menjadi aktif

sebagai sekretor steroid. Sel-sel teka yang aktif dinamakan sel-sel interstitial yang terdiri dari kelenjar-kelenjar interstitial. Kelenjar-kelenjar ini terdapat dari anak-anak sampai menopause yang merupakan sumber testosteron ovarium.

Asal Dan Pematangan Oosit

- Oosit dibentuk waktu kehidupan intrauteri, dan jumlahnya tidak bertambah setelah lahir.
- Sel-sel yang merupakan prekursor oosit dinamakan sel-sel benih primordial dan berasal dari entoderm kantong kuning telur.
- Folikel-folikel primer serta folikel-folikel yang sedang tumbuh mengandung oosit primer yang ekuivalen dengan spermatisit primer tubulus seminiferus. Oosit ini dalam stadium profase pembelahan meiosis pertama.
- Pembelahan meiosis pertama selesai tepat sebelum ovulasi. Kromatin dibagi rata antara anak-anak sel, tetapi salah satu oosit sekunder mempunyai hampir semua sitoplasma. Lainnya menjadi badan polar pertama.
- Inti oosit sekunder mulai pembelahan meiosis sekunder, berhenti pada metafase dan hanya akan diselesaikan bila terjadi pembuahan.
- Pembuahan terdiri atas penetrasi badan spermatozoa ke dalam oosit tetapi ekor spermatozoa tidak ikut. Oosit yang telah dibuahi dinamakan ovum.
- Oosit sekunder tetap dapat hidup kira-kira maksimal 24 jam. Penetrasi kepala sel sperma menyusun kembali kromosom diploid spesies dan berperanan sebagai perangsang bagi ovum untuk menyelesaikan pembelahan meiosis kedua dan membuang badan polar kedua. Bila pembuahan tidak terjadi, oosit sekunder mengalami autolisis dalam tuba uterina tanpa menyelesaikan pembelahan pematangan kedua.

Korpus Luteum

Setelah ovulasi, sel-sel granulosa dan sel-sel teka interna (gambar 24-6) yang tersisa dalam ovarium membentuk kelenjar endokrin sementara yang dinamakan korpus luteum (badan kuning) (gambar 24-7). Korpus Luteum terletak pada daerah korteks ovarium dan mengsekresi progesteron dan estrogen. Progesteron mencegah perkembangan folikel ovarium yang baru dan ovulasi.

Bicara cairan folikuler disempatkan akibat tekanan, mengakibatkan kolaps dinding folikel sehingga ia menjadi gepeng. Sedikit darah ke luar dari rongga folikel, di mana ia membeku dan kemudian diinvasi oleh sel-sel jaringan penyambung yang berasal dari stroma ovarium. Jaringan penyambung ini, dengan sisa-sisa bekuan darah lambat laun dibuang, bagian paling tengah korpus luteum tetap tersisa.

Sel-sel granulosa setelah ovulasi tidak membelah. Akan tetapi, volumenya sangat bertambah dan dianggap merupakan sifat sel yang mengsekresi hormone steroid, jadi menjadi sel-sel granulosa lutein (gambar 24-7). Sel-sel ini mengandung tetesan lipid dalam sitoplasmanya, yang sebagai akibat pelumeran waktu dehidrasi, tampak bervakuola pada sediaan umumnya. Sitoplasma sel-sel lutein granulosa mengandung lipokrom, suatu pigmen yang larut dalam lipid dan bertanggung jawab akan warna kuning korpus luteum bila diperiksa dari ovarium segar.

Sel-sel stroma sekitarnya dan mungkin sel-sel teka interna juga membantu pembentukan korpus luteum dengan menghasilkan sel-sel teka lutein (paralutein) (gambar 24-7). Sel-sel ini sama dengan sel-sel lutein dari lapisan granulosa, tetapi mereka lebih kecil, diwarnai lebih gelap, dan terletak dipinggir korpus luteum.

Sel-sel lutein granulosa dan teka interna menunjukkan organisasi ultrastruktur khas sel yang mengsekresi steroid. Pada umumnya, sel-sel ini secara khas menunjukkan susunan retikulum endoplasma halus sejajar yang banyak, mitokondria dengan kristae tubuler, dan sedikit sistenae ceper dari retikulum endoplasma granuler (gambar 24-8).

Kapiler-kapiler darah dan limfe teka interna tumbuh ke dalam bagian dalam korpus luteum dan membentuk jala-jala vaskuler yang banyak pada struktur ini.

Korpus luteum dibentuk oleh rangsang luteinizing hormone yang disintesis oleh pars distalis hipofisis dibawah pengawasan hipotalamus. Efek perangsang LH pada sekresi progesterone oleh korpus luteum diperlihatkan melalui peningkatan pembentukan cAMP. Pada mencit dan tikus, diperlihatkan bahwa prolaktin (luteotropic hormone, LTH) juga disekresi oleh pars distalis, merangsang sekresi progesterone oleh korpus luteum, tetapi pada manusia aktivitas ini belum dibuktikan. Karena progesterone yang dihasilkan oleh korpus luteum mempunyai efek penghambatan pembentukan LH, korpus luteum akan segera berdegenerasi kecuali ia mendapatkan rangsang dari sumber lain. Efek penghambatan progesterone pada pembentukan luteinizing hormone ini secara tidak langsung dan diperantarai melalui hipotalamus (gambar 24-9 dan 24-10).

Otak dan hipofisis keduanya mungkin memberi respon pada hormone=hormone ovarium dan mungkin merangsang atau menghambat secara independent selama berbagai stadium siklus menstruasi.

Bila tidak terjadi kehamilan, korpus luteum hanya tahan 10-14 hari, yaitu, ia tetap ada selama separoh kedua siklus menstruasi. Setelah masa ini, sebagai akibat kekurangan lutenizing hormone, ia berdegenerasi dan menghilang. Ini adalah badan kuning menstruasi atau korpus luteum spurium.

Bila terjadi kehamilan, korionik gonadotropin yang dihasilkan plasenta akan merangsang korpus luteum, yang mempertahankan dirinya sendiri selama sekitar 6 bulan dan kemudian lambat laun berkurang, tetapi tidak menghilang secara keseluruhan dan terus mengsekresi progesterone sampai akhir kehamilan. Ini adalah badan kuning kehamilan atau korpus luteum verum. Korpus luteum kehamilan ini lebih besar daripada korpus luteum spurium, garis tengah mencapai 5 cm.

Sel-sel korpus luteum gravidarum atau korp[us luteum menstrualis yang mengalami degenerasi menghilang dengan autolisis, dan sisa sel-selnya difagosit oleh makrofag. Tempatnya diduduki oleh jaringan parut dan jaringan penyambung padat yang membentuk korpus albaikans. Korpus albikans tetap ada selama periode yang tidak tentu dan lambat laun direabsorpsi oleh stroma. Proses reabsorpsi korpus albikans dapat berlangsung berbulan-bulan atau malahan bertahun-tahun dan tergantung pada ukuran korpus luteum sebelumnya.

Tuba Uterina (Oviduct)

Tuba uterina (oviduct atau tuba fallopi) merupakan suatu saluran muskulo-membranosa (gambar 24-1) yang mobilitasnya luas, panjang sekitar 12 cm. Salah satu ekstrimitasnya bermuara ke dalam rongga peritoneum dekat dengan ovarium; lainnya melalui dinding uterus dan bermuara ke dalam bagian dalam organ tersebut.

Oviduct dibagi dalam 4 segmen, beberapa diantaranya tidak mempunyai batas yang tegas. Segmen pertama, bagian intramural (pars interstitialis), terletak dalam bagian dalam dinding uterus. Segmen ke dua atau isthmus, dibentuk oleh bagian tuba yang berdekatan dengan uterus. Segmen ke tiga adalah ampula, yang lebih lebar daripada isthmus. Segmen ke empat, infundibulum, berbentuk corong dan terletak dekat ovarium.

Ekstremitas bebas (lebih lebar) infundibulum mempunyai jumbai-jumbai yang dinamakan fimbriae (gambar 24-1).

Struktur histologis

Dinding oviduct terdiri atas 3 lapisan: lapisan mukosa, lapisan otot, dan lapisan serosa yang diwakili oleh peritoneum (gambar 24-1).

Mukosa mempunyai lipatan-lipatan longitudinal panjang yang jumlahnya banyak pada ampula menyerupai labyrinth (gambar 24-11). Lipatan-lipatan ini menjadi lebih kecil pada segmen-segmen tuba yang lebih mendekati uterus. Pada bagian intramural, lipatan-lipatan berkurang menjadi tonjolan-tonjolan kecil dalam lumen, sehingga gambaran lumennya hampir teratur.

Epitel yang membatasi mukosa adalah selapis toraks dan mengandung dua jenis sel. Salah satu diantaranya mempunyai silia dan lainnya tidak mengandung silia dan merupakan sel sekretoris (gambar 24-12 dan 24-13).

Ke dua jenis sel epitel mungkin fungsinya berbeda. Sebagian besar silia bergetar ke arah uterus, menyebabkan pergerakan cairan kental yang meliputi permukaannya. Cairan ini terutama terdiri atas hasil produksi sel-sel sekretoris yang tersebar diantara sel-sel bersilia. Pergerakan lapisan yang meliputi mukosa tuba, dalam hubungannya dengan kontraksi lapisan otot luar, membantu mengangkut oosit atau embrio ke uterus dan merintangi masuknya mikroorganisme dari uterus ke rongga peritoneum. Akan tetapi, gambar sinematografi sel pembatas uterus menunjukkan bahwa sebagian silia tidak bergetar ke arah ovarium. Diduga bahwa aliran ini mempermudah pergerakan sperma ke arah telur yang belum dibuahi.

Lamina propria mukosa terdiri atas jaringan penyambung jarang. Pada keadaan nidasi yang abnormal, di mana embrio menanamkan dirinya dalam tuba (kehamilan ektopik), lamina propria bereaksi sebagai endometrium, membentuk banyak sel-sel desidua.

Lapisan otot terdiri atas serabut-serabut otot polos yang tersusun dalam kelompokan yang saling bersilangan dan dipisahkan oleh banyak jaringan penyambung jarang.

Histofisiologi

Oviduct menerima oosit yang dikeluarkan oleh ovarium dan membawanya ke uterus. Lumennya merupakan lingkungan yang sesuai untuk fertilasi, dan sekresinya membantu memberi nutrisi pada embrio selama fase-fase permulaan perkembangan.

Pada saat ovulasi, oviduct menunjukkan pergerakan aktif. Fimbriae infundibulum bergerak lebih dekat pada permukaan ovarium, dan bagian infundibulum yang berbentuk corong mempermudah menemukan oosit yang dikeluarkan.

Oviduct mempunyai gelombang kontraksi ritmis, umumnya disebabkan oleh otot-otot luarnya, yang mulai pada infundibulum dan menuju ke uterus. Gelombang ini kelihatannya penting dalam pergerakan ovum menuju uterus.

Dinding oviduct banyak mengandung pembuluh darah, dan pembuluh-pembuluhnya menjadi lebar pada saat ovulasi. Hal ini memberikan rigiditas dan peregangan pada organ tersebut, mempermudah ia mencapai ovarium. Fertilasi biasanya yang berlangsung pada perbatasan ampula-isthmus.

Uterus

Uterus adalah organ berbentuk buah pear dengan bagian yang melebar, korpus yang bagian atasnya adalah fundus uteri, dan bagian bawah yang silindris yang bermuara kedalam vagina sampai cervik atau leher uterus. Cervik menonjol pada lumen vagina.

Dinding uterus relatif tebal dan dibentuk oleh 3 lapisan :

1. Bagian uterus terdapat lapisan luar serosa (jaringan penyambung dan mesotel)
2. Adventisia (jaringan penyambung)
3. Miometrium (suatu tunika otot polos, dan endometrium atau mukosa uterus)

Miometrium

Miometrium merupakan tunika yang tebal dari uterus, terdiri atas berkas-berkas serabut otot polos yang dipisahkan jaringan penyambung.

Selama kehamilan, miometrium berada dalam pertumbuhan yang sangat besar, setelah bayi lahir, ia mengalami regresi sampai ukuran sebelumnya. Pertumbuhan disebabkan karena peningkatan jumlah serabut-serabut otot polos melalui pembelahan dari sel-sel otot polos yang telah ada dan melalui rediferensiasi sel-sel jaringan penyambung intersel menjadi serabut-serabut otot baru serta hipertrofi serabut-serabut otot polos yang telah ada.

Setelah kehamilan, destruksi ukuran serabut-serabut otot polos, dan pengurangan ukuran serabut-serabut otot polos lainnya dan degenerasi enzimatik kolagen. Uterus ukurannya berkurang sampai hampir ukuran sebelum kehamilan. Jaringan penyambung terdiri atas serabut-serabut kolagen, fibroblast, makrofag, dan mast cell.

Endometrium

Endometrium terdiri atas epitel dan lamina propria yang mengandung kelenjar kelenjar tubuler sederhana yang kadang bercabang pada bagian dalamnya. Sel-sel epitelnya adalah selapis toraks dan bercampur dengan sel-sel bersilia dan sel sekretoris.

Jaringan penyambung lamina propria banyak mengandung sel-sel dan banyak zat intersel amorf.

Lapisan endometrium dibagi dalam 2 zona :

1. Fungsionalis, yang merupakan bagian yang dibuang selama menstruasi dan diganti kembali selama siklus menstruasi
2. Basalis, bagian endometrium tersisa selama menstruasi yang selanjutnya menyediakan epitel dan lamina propria baru untuk pembaharuan endometrium.

Dasar kelenjar uterus yang terletak jauh didalam merupakan sumber stem cells yang membelah dan membentuk epitel pembatas uterus yang baru setelah menstruasi.

Siklus Menstruasi

Kerja hormon ovarium (estrogen dan progesteron) dibawah rangsangan lobus anterior hipofisis menyebabkan endometrium mengalami siklus perubahan structural yang merupakan siklus menstruasi.

Siklus menstruasi diakibatkan perubahan pada ovarium yang dikaitkan dengan pembentukan ovum, wanita hanya subur selama tahun-tahun dimana ia mempunyai siklus menstruasi. tetapi tidak berarti aktifitas seksual berakhir pada masa menopause.

Permulaan siklus menstruasi dimulai pada waktu darah menstruasi timbul. Kotoran menstruasi terdiri atas endometrium yang dirusak sebagian dan mengalami deskuamasi dan bercampur dengan darah dari pembuluh-pembuluh yang mengalami degenerasi. Fase menstruasi ditetapkan sebagai hari pertama sampai hari ke empat siklus,

fase proliferasi hari ke lima sampai hari ke empat belas, dan fase sekresi pada hari ke lima belas sampai hari ke dua puluh delapan.

Urutan fungsional siklus menstruasi :

1. **fase proliferasi** : Setelah fase menstruasi, mukosa uterus menipis sampai berupa pita kecil jaringan penyambung yang mengandung bagian basal kelenjar kelenjar tetapi tanpa bagian atasnya dan epitel pembatas. Fase proliferasi adalah fase estrogenic karena berteptan dengan perkembangan folikel ovarium dan pembentukan estrogen.

Proliferasi seluler terus berlangsung pada fase proliferasi, dan mitosis ditemukan pada epitel pembatas dan dalam kelenjar kelenjar.

Pada akhir fase proliferasi kelenjar kelenjar tampak lurus, lumen sempit, dan sel selnya mulai mengumpulkan glikogen pada tempat dibawah inti. Arteri spinalis memanjang dan berkelok kelok.

2. **Fase sekresi atau fase luteal**; fase ini mulai setelah ovulasi tergantung pada pembentukan fase luteum yang mengekresi progesterone. progesteron bekerja pada kelenjar kelenjar yang telah berkembang oleh kerja estrogen . Progesteron merangsang sel sel kelenjar untuk bersekresi.

Endometrium mencapai tebal maksimal (5mm) sebagai akibat penimbunan sekresi uterum.

3. **Fase Menstruasi** ; fertilisasi yang dikeluarkan oleh ovarium tidak terjadi , kadar estrogen dan progesteron darah mendadak turun, endometrium berkembang akibat respon rangsangan hormone hormone ini mengalami involusi dan dihancurkan sebagian.

Akhir fase sekresi dinding arteria spiralis berkontraksi menutup aliran darah dan iskemia. Stadium ini deskuamasi endometrium dan reptura pembuluh pembuluh darah diatas konstiksi berlangsung dan perdarahan mulai timbul.

Endometrium sebagian lepad, pada akhir menstruasi endometrium hampir selalu berkurang sampai habis. kecuali lapisan basalis, Proliferasi sel sel kelenjar dan migrasinya ke permukaan mengawali fase proliferasi, dan siklus dimulai lagi.

Cervik uteri

Cervik merupakan bagian bawah uterus yang berbentuk silindris. Cervik memiliki sedikit serabut serabut otot dan banyak jaringan penyambung. Mukosa cervik terdiri atas kelenjar mukosa cervik, mukosa ini tidak mengalami deskuamasi saat menstruasi, walau pun mengalami perubahan pada struktur. Selama kehamilan mukosa cervik berproliferasi dan mensekresi lebih banyak mucus yang kental.

Sekresi cervik memegang peranan penting dalam fertilisasi oosit, saat ovulasi, secret mukosa encer, dan memungkinkan penembusan sperma kedalam korpus uteri. akibatnya cervik mampu memberikan rintangan masuknya zat kedalam uterus.

IMPLANTASI

Oosit manusia dibuahi pada perbatasan ampulla isthmus oviduct, dan pembelahn terjadi waktu ovum berjalan secara pasif menuju uterus. Melalui mitosis terbentuk kelompok padat dari sel sel, morula, diliputi oleh zona pellusida. Pembentukan struktur ini di ikuti timbulnya daerah khusus pada permukaan dimana sel sel saling berhubungan. Ovum yang telah di buahi ukurannya tidak bertambah dan di isi oleh zona pellusida. Sel sel yang dihaikan yang telah dibuahi : blastomer. Fase blastosit, fase ini

tetap berada pada lumen uterus dan mengadakan kontak dengan permukaan endometrium, terbenam dalam secret kenjar endometrium.

Implantasi memerlukan penetrasi melalui epitel uterus, disertai sedikit tanda nekrosis. Proses mulai pada hari ke enam dan sekitar hari ke sembilan setelah ovulasi embrio tertanam seluruhnya dalam endometrium dari mana ia akan memperoleh perlindungan dan makanan dari masa kehamilan.

Implantasi berlangsung bila endometrium berada pada fase sekresi. Kelenjar uterus mengandung glikoprotein dan glikogen. Pembedahan melebar dan lamina propria sedikit bengkak.

Tropoblas yang berhubungan dengan desidua kapsularis hanya berkembang sedikit karena kekurangan makanan, pertumbuhan trofoblas pada bagian embrio yang menghadap miometrium dijamin oleh darah ibu, dan pertumbuhannya subur. Dari bagian trofoblas ini, terbentuk tonjolan-tonjolan yang memanjang, vili primer, sifat utamanya adalah mereka hanya terdiri atas sitotrofoblas pada bagian luar yang merupakan sel pembatas pada permulaan kehamilan, selama stadium perkembangan embrional terbentuk sebelum mesenkim ekstraembrional dan berperan dalam pembentukan membran-membran fetal dan plasenta. Mesenkim ekstraembrional ditambah trofoblas membentuk korion. Pada desidua kapsularis, korion berkembang sangat sedikit (korion lunak atau korion leave) pada sisi desidua basalis, korion sumbu, lapisan-lapisan korion (mulut pada permukaan) adalah (1) sinsitiotrofoblas, (2) sitotrofoblas, (3) mesenkim ekstraembrional.

Mesenkim, bila ia menembus ke dalam viliprimer, mengubah mereka menjadi vili sekunder (gambar 24-20). Di dalam vili, pembuluh-pembuluh lambat laun terbentuk dan kemudian akan bersatu dengan pembuluh-pembuluh yang terbentuk dalam badan embrio, membentuk sirkulasi dan memungkinkan pertukaran zat-zat dan gas-gas antara dari fetus dan darah ibu.

Plasenta adalah organ yang hanya di temukan pada mamalia uterina pada tempat di mana terjadi perubahan-perubahan fisiologis antara ibu dan anak. Plasenta merupakan satu-satunya organ yang terdiri atas sel-sel yang berasal dari 2 individu yang tidak sama.

Pars fetalis plasenta terdiri atas korion. Ia menyinari lempeng korion pada tempat dimana vili korialis berasal. Vili ini atas terdiri atas jaringan penyambung yang berasal dari mesenkim ekstraembrional yang dilindungi oleh sinsitiotrofoblas dan sitotrofoblas. Sinsitiotrofoblas ini tetap ada sampai akhir kehamilan, tetapi sitotrofoblas lambat laun menghilangkan selama pertengahan ke dua kehamilan. Sitotrofoblas mengalami proliferasi hebat dan disertai fungsi selama pembentukan plasenta. Akan tetapi pada pertengahan ke dua kehamilan, proliferasi berkurang, meskipun fusi terus berlangsung, yang mengakibatkan hilangnya sitotrofoblas karena mereka menyumbangkan massa selnya untuk pertumbuhan sinsitium.

Genitalia Eksterna

Genitalia eksterna wanita atau vulva terdiri atas klitoris, labia minora, labia majora, dan kelenjar-kelenjar tertentu yang bermuara ke dalam vestibulum, suatu ruang yang ditutupi oleh labia minora.

Uretra dan saluran ke luar kelenjar vestibularis bermuara ke dalam bagian vagina ini. Dua kelenjar vestibulares majores atau kelenjar Bartolini terletak pada masing-masing sisi vestibulum; kelenjar vestibulares minores jumlahnya lebih banyak dan tersebar, lebih banyak ditemukan sekitar uretra dan klitoris. Semua kelenjar vestibulares jenisnya adalah mukosa.

Asal embriologis dan struktur histologis klitoris dapat dianggap sebagai penis rudimenter dan tidak sempurna. Ia dibentuk oleh dua badan erektil yang berakhir pada kelenjar klitoridis rudimenter dan preputium. Klitoris dibatasi oleh epitel berlapis gepeng.

Labia minora merupakan lipatan kulit dengan inti jaringan penyambung spongiosa yang ditembus oleh serabut-serabut elastin. Epitel berlapis gepeng yang membatasinya mempunyai sel-sel yang mengandung melamin dan mempunyai lapisan tanduk yang tipis permukaannya, dan kelenjar-kelenjar sebacea dan kelenjar-kelenjar keringat terdapat pada kedua permukaannya.

Labia majora merupakan lipatan kulit yang mengandung banyak jaringan adiposa dan lapisan otot polos yang tipis. Permukaan dalamnya mempunyai struktur histologis yang sama seperti labia minora. Permukaan luarnya diliputi oleh kulit dan rambut yang kasar dan keriting. Kelenjar sebacea dan kelenjar keringat pada kedua permukaannya banyak.

Genitalis eksterna banyak disuplai dengan ujung-ujung saraf sensoris taktil yaitu dengan badan Meissner, Pacini, yang berperan membangun rangsangan seksual secara fisiologis.

Hubungan Endokrin.

Fungsi reproduksi wanita diatur melalui inti-inti tertentu pada hipotalamus. Sel-sel saraf pada hipotalamus menghasilkan dan memasukkan ke dalam darah polipeptida-polopeptida spesifik yang bekerja pada lobus anterior hipofisis dan mengeluarkan gonadotropin; gonadotropin-gonadotropin ini selanjutnya merangsang sekresi hormon-hormon ovarium (estrogen dan progesteron). Tempat pengaturan mekanisme hormon ovarium pada hipotalamus dapat menerangkan mengapa rangsangan otak nonspesifik dan kuat kadang-kadang dapat mempengaruhi fungsi reproduksi-“amenorrhea pada asrama sekolah menengah”, pseudosiesis, dan sebagainya. Hasil yang sama telah diperoleh secara percobaan.

Folikel ovarium yang sedang berkembang mensintesis estrogen dan korpus luteum mensintesis progesterone. Sumber utama estrogen pada folikel yang sedang berkembang tampaknya adalah sel-sel tekainterna. Bukti yang terakhir menunjukkan bahwa sel-sel ini mengeluarkan testosteron, yang selanjutnya diubah oleh sel-sel granulosa yang mengubah steroid menjadi estradiol.

Estrogen yang terutama yang diisolasi dari ovarium adalah 17β – estradiol; dalam darah estron merupakan hormone utama yang beredar, disekresi langsung dalam jumlah kecil oleh ovarium dan ditimbun dalam sirkulasi oleh metabolisme estradiol dancle androstenedion. Estron selanjutnya dimetabolisme menjadi estriol, mungkin dalam hati, estradiol merupakan estrogen paling poten diantara ketiganya.

Gonadotropin hipofisis, follole-stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone (LH), dihasilkan di bawah pengawasan “releasing-factor” yang dikeluarkan oleh hipotalamus. FSH merangsang pertumbuhan folikel ovarium dan pembentukan estrogen. Perlu diketahui bahwa pada saat tertentu dalam siklus, ovarium mempunyai folikel-folikel pada semua stadium pertumbuhan. Pengeluaran FSH tidak mempermudah pembentukan folikel graaf dari folikel primordial selama satu siklus. Efek FSH yang paling cepat mungkin pematangan folikel sekunder atau tersier yang telah ada. LH mempermudah pembentukan korpus luteum melalui diferensiasi sel-sel granulosa yang tetap ada dalam folikel setelah mengeluarkan oosit.

Ovarium juga berpengaruh langsung pada hipofisis dan melalui hipotalamus. Estrogen kelihatannya menghambat sekresi FSH dan merangsang sekresi LH.

Pementukan LH dihambat oleh progesteron. Tepat sebelum pertengahan siklus, sekresi estrogen mencapai puncaknya dan menyebabkan gelombang LH yang nyata. Luteinizing hormone mempermudah ovulasi, pematangan oosit, dan pembentukan korpus luteum. Pada kebanyakan binatang, tetapi bukan manusia, prolaktin (luteotropik hormone, LTH) diperlukan untuk mempertahankan korpus luteum karena sekresi LH dihambat oleh pembentukan progesterone oleh korpus luteum, struktur ini akan segera menghilangkan rangsang hipofisis (LH) yang diperlukan untuk fungsinya, dan akibatnya terjadi degenerasi.

Bila fekundasi dan nidasi terjadi, korion mensintesis korionik gonadotropin yang merangsang dan mempertahankan fungsi korpus luteum selama kehamilan.

Pada tikus dan mencit, korpus luteum sensitive terhadap prolaktin. Pada spesies ini, prolaktin merangsang sekresi korpus luteum yang telah dibentuk. Tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa prolaktin mempengaruhi korpus luteum manusia. Pada manusia, prolaktin menimbulkan dan mempertahankan sekresi susu oleh estrogen, progesterone, kortikosteroid, dan insulin.

Siklus menstruasi

Siklus menstruasi dibawah pengawasan hormon-hormon ovarium dan hipofisi. Fase proliferasi berhubungan dengan periode dimana – dibawah pengaruh follicle stimulating hormone – folikel yang sedang berkembang mensintesis estrogen yang merangsang pertumbuhan mukosa uteri. Fase sekresi siklus menstruasi terjadi bila ovarium mensekresi estrogen dan progesterone.

Data yang sekarang ada memungkinkan kita berpendapat bahwa menstruasi adalah akibat penurunan estrogen dan progesterone. Terdapat dua puncak dalam pembentukan estrogen selama siklus menstruasi; pada hari ke-13 dan hari ke-21 siklus. Yang pertama, yang tercapai setelah peningkatan lambat kadar estrogen, dapat diterangkan dengan pertumbuhan folikel yang mencapai maksimalnya pada hari ke-13. yang terakhir disebabkan karena pembentukan estrogen oleh korpus luteum. Pembentukan progesterone meningkat secara lambat setelah ovulasi sebagai akibat pembentukan korpus luteum; progesterone kemudian turun sekitar hari ke-26 siklus.

Sitologi Eksfoliatif

Sitologi eksfoliatif adalah pelajaran mengenai sifat-sifat sel yang secara normal mengalami deskuamasi dari berbagai permukaan tubuh. Pemeriksaan sitologi mukosa vagina memberikan data penting mengenai keseimbangan hormonal dan memungkinkan penemuan dini beberapa jenis kanker pada system genitalis wanita.

Sel-sel yang diperiksa diambil dari vagina dengan sekret yang dikandungnya; mereka ditebarkan pada slide, difiksasi, dan diwarnai dengan teknik khusus seperti teknik trikromShorr, akridinjingga, dan sebagainya. Sel-sel dari epitel vagina menojol pada jenis sediaan ini. Pada mukosa vagina yang telah matang sempurna, mudah ditemukan 5 jenis sel : (1) sel –sel dari bagian dalam lapisan basalis (dinamakan sel-sel basal), (2) sel-sel dari bagian luar lapisan basalis (dinamakan sel –sel parabasal), (3) sel –sel dari lapisan intermediate, (4) sel –sel yang belum mengalami pertandukan, dan (5) sel-sel yang telah mengalami pertandukan.

Di bawah rangsangan estrogen, epitel vagina menjadi lebih tebal, dengan lapisan seluler yang lebih besar. Pertandukan parsial dari sel-sel yang paling luar juga terjadi. Sel –sel superficial yang mengalami pertandukan ditandai oleh inti padat dan mengisut (piknotik) dan sitoplasma asidofil (tanduk=keratin adalah protein asidofil). Sel –sel ini menyolok pada sediaan sekret vagina yang dirangsang estrogen. Mereka mempunyai

bentuk gepeng karena merupakan unsur yang paling superficial dari epitel berlapis gepeng. Gambaran in demikian khasnya merupakan pengaruh estrogen sehingga persentase sel-sel adesoft dalam sediaan merupakan indeks yang dapat dipercaya akan perangsangan estrogen. Sediaan sitologi tidak hanya menunjukkan perubahan-perubahan kuantitatif pada estrogen tetapi juga pengaruh progesterone. Pada siklus menstruasi normal, menjelang hari ke-6 sebagian besar sel-sel berasal dari lapisan intermediate, berbentuk poligonal, dan mengandung sitoplasma basofil. Pada saat ovulasi, di bawah pengaruh estrogen, sebagian besar sel-sel berasal dari lapisan sebelum pertandukan tetapi 20% atau lebih merupakan sel-sel yang telah mengalami pertandukan. Menjelang hari ke-20, selain estrogen dapat diketahui dengan jelas pengaruh progesterone. Terdapat peningkatan jumlah sel-sel yang mengalami deskuamasi dari jenis intermediate. Berbeda dengan gambaran yang nyata dan sel-sel yang terlepas dari fase proliferasi, selama fase sekresi gambaran sel yang lepas dan kelompok-kelompok dapat dilihat. Hampir semua sel sekali lagi menjadi basofil.

Sifat-sifat pengaruh progesterone di atas lebih menonjol selama kehamilan.

Defisiensi hormon selama menopause menyebabkan epitel vagina menjadi tipis, tanpa disertai sel-sel yang mengalami pertandukan. Sediaan sel vagina terutama sferis, sel-sel basal atau parabasal dengan sitoplasma basofil dengan inti besar mempunyai kromatin yang menyebar. Jenis sediaan vagina yang sama di dapat selama stadium pubertas.

Sel-sel basal interna –yang berasal dari lapisan epitel vagina yang paling dalam – jarang terkelupas. Pengelupasan in terjadi setelah anak lahir tetapi tidak disebabkan trauma akibat pengeluaran fetus, seperti yang pernah diduga, karena hal ini terjadi juga pada wanita yang melahirkan melalui abdomen (operasi sesaria). Sel-sel basal interna terlihat pada sediaan sebagai akibat pengelupasan hebat epitel vagina yang terjadi setelah kelahiran yang selanjutnya sebagai akibat penurunan mendadak kadar hormon plasenta dan ovarium. Sel-sel ini kecil, sferis, dan basofil dan mempunyai inti besar dengan kromatin yang tersebar.

Sistem Reproduksi Wanita

Kelenjar Mamae

Tiap-tiap kelompok mamae terdiri atas 15-25 lobus ireguler jenis tubuloalveoler kompleks yang fungsinya mengsekresi susu. Tiap-tiap lobus dipisahkan satu sama lain oleh jaringan penyambung padat, jaringan adiposa dan merupakan suatu kelenjar dengan saluran keluarnya sendiri. Saluran keluar ini, duktus laktiferus, mempunyai panjang 2-4 cm, timbul secara bebas dalam papila mamae atau puting susu, yang mempunyai 15-25 muara, masing-masing bergaris tengah sekitar 0,5 mm.

Struktur histologis kelenjar mamae bermacam-macam sesuai dengan jenis kelamin, usia dan keadaan fisiologis.

Perkembangan kelenjar mamae embrional.

Kelenjar mamae timbul pada embrio manusia yang panjangnya 8mm sebagai suatu penebalan epidermis, "garis susu". Penebalan epitel ini lama-kelamaan akan menjadi sferis atau berbentuk seperti pentung, dengan sel-sel silindris dan polihedral. Dengan terus membelah diri, dan membentuk proyeksi dengan pembekakan pada ujung-ujungnya. Proyeksi-proyeksi ini lambat laun tumbuh ke arah jaringan penyambung dan menjadi saluran keluar kelenjar mamae.

Pada bayi yang baru lahir pada kedua jenis kelamin, kelenjar mempunyai garis tengah 3,5-9 mm dan mengandung alveoli yang nyata. Diferensiasi dan sekresi susu oleh alveoli neonatus jasa terjadi karena kelenjar-kelenjar ini dipengaruhi oleh plasenta dan estrogen ibu.

Perkembangan kelenjar mammae selama pubertas.

Sebelum pubertas, kelenjar mammae terdiri atas sinus-sinus laktiferus dan duktus laktiferus yang bercabang-cabang, dan perkembangan ini merupakan salah satu sifat kelamin sekunder. Pembesaran kelenjar mammae selama pubertas adalah akibat 2 proses pertumbuhan, yaitu:

1. Penambahan volume duktus laktiferus, ditimbulkan oleh proliferasi sel.
2. Penimbunan jaringan adiposa dalam jaringan penyambung interlobaris dan interlobularis.

Proliferasi duktus laktiferus dan penimbunan lemak disebabkan karena peningkatan jumlah hormon-hormon ovarium selama pubertas. Selama stadium ini, pembentukan struktur tubulo-alveoler yang kecil dapat ditemukan pada ujung-ujung duktus.

Perkembangan mammae pada wanita dewasa.

Kelenjar mammae dewasa terdiri atas duktus laktiferus dan kelenjar-kelenjar sekretoris tubuloalveoler. Dekat muaranya papila, duktus laktiferus melebar membentuk sinus-sinus laktiferus atau ampulae (gambar 24-24).

Duktus laktiferus dibatasi oleh epitel berlapis gepeng dekat muara keluarannya. Makin ke dalam kelenjar epitel secara progresif menjadi lebih tipis, dengan lapisan-lapisan sel yang lebih sedikit, sampai hanya terdapat 2 lapisan sel-sel kupis atau toraks rendah. Dekat dengan bagian sekretoris kelenjar - duktus alveolaris dan alveoli - epitel menjadi selapis kubis, terletak pada lamina basalis dan suatu lapisan diskontinyu dari tonjolan-tonjolan sel mioepitel. Pada jaringan penyambung yang mengelilingi alveoli terdapat banyak limfosit dan sel-sel plasma. Pada saat laktasi, kelompok sel plasma bertambah secara menyolok dan bertanggung jawab akan sintesis dan pengeluaran imunoglobulin (IgA) yang dikeluarkan kedalam susu dan memberikan kekebalan pasif pada bayi yang baru lahir.

Selama siklus menstruasi, ditemukan sedikit perubahan dalam struktur histologis kelenjar-kelenjar ini, yaitu, proliferasi duktus-duktus dan bagian-bagian sekresi sekitar ovulasi. Hal ini bertepatan dengan periode mana estrogen dalam sirkulasi terdapat pada puncaknya. Pertumbuhan adiposit disebabkan karena peningkatan penimbunan lipid dan hidrasi yang bertambah dari jaringan penyambung pada fase sebelum menstruasi menimbulkan pembesaran kelenjar susu. Pembagian kelenjar-kelenjar mammae menjadi lobulus-lobulus juga bertambah.

Papila mammae atau puting susu mempunyai bentuk silindro-konis. Mungkin ia berwarna coklat muda, coklat tua, coklat hitam. Di luar ia diliputi oleh epitel berlapis gepeng bertanduk yang dilanjutkan dengan kulit disekitarnya.

Epitel papila mammae terletak pada lapisan jaringan penyambung yang banyak mengandung serabut-serabut otot polos. Serabut-serabut ini tersusun melingkar mengelilingi duktus laktiferus dan sejajar dengannya di mana mereka melalui papila dan bermuara secara terpisah pada apex papila.

Selama pubertas, papila mammae menjadi lebih nyata.

Kulit sekitar papila membentuk areola. Warna areola berubah-ubah dari warna merah muda sampai coklat tua selama kehamilan disebabkan karena penimbunan

melanin lokal. Setelah melahirkan, warnanya dapat menjadi lebih muda tetapi tidak pernah kembali ke warna aslinya.

Kelenjar mammae selama kehamilan

Kelenjar-kelenjar mammae mengalami pertumbuhan yang hebat selama kehamilan sebagai akibat proliferasi dan percabangan-percabangan duktus laktiferus dengan akibat pembentukan tubulus dan alveoli sekretoris aktif. Stroma penyambung dan jaringan adiposa berkurang dengan nyata. Di samping proses *pertumbuhan* yang hebat ini, tidak terlihat tanda-tanda sekresi sampai akhir kehamilan (gambar 24-25).

Pertumbuhan kelenjar-kelenjar mammae selama kehamilan terjadi sebagai akibat kerja sama beberapa hormon, terutama estrogen, progesteron, prolaktin, dan hormon mamotropik plasenta. Estrogen bekerja pada duktus laktiferus, merangsang pertumbuhannya dengan menambah jumlah mitosis dan menyebabkan terjadinya percabangan-percabangan. Progesteron merangsang pertumbuhan bagian-bagian sekretoris kelenjar mammae.

Selama kehamilan jumlah estrogen bertambah karena hormon ini juga dihasilkan oleh plasenta. Jumlah progesteron juga meningkat, karena steroid ini mula-mula dihasilkan oleh korpus luteum (yang tetap ada waktu kehamilan) dan kemudian dibentuk oleh plasenta.

Pada binatang hipofisektomi, estrogen dan progesteron tidak mempunyai pengaruh pada kelenjar mammae. Kelenjar hipofisis binatang dapat dibuang waktu kehamilan telah lanjut tanpa mengganggu pertumbuhan kelenjar mammae, yang terus membesar selama plasenta tetap berfungsi. Prolaktin penting untuk fase permulaan pertumbuhan kelenjar mammae tetapi tidak untuk pertumbuhan seterusnya.

Walaupun estrogen, progesteron, dan prolaktin merupakan hormon-hormon utama yang bertanggung jawab akan pertumbuhan kelenjar mammae selama kehamilan, hormon-hormon lain seperti tiroksin, kortikosteroid dan hormon pertumbuhan juga memegang peranan pada proses ini.

Kelenjar mammae selama laktasi

Susu dihasilkan di dalam sel-sel epitel bagian sekretoris kelenjar dan ditimbun dalam lumennya dan di dalam duktus laktiferus (gambar 24-26). Sel-sel sekretoris ini menjadi kecil dan kuboid atau berlapis. Sitoplasma menandung vakuola-vakuola sferis berbagai ukuran yang mengandung lipid. Vakuola-vakuola ini mempunyai permukaan membran yang kontinyu dan halus. Mereka melepaskan sel-sel yang ke dalam lumen dengan membran yang utuh (gambar 24-27). Lipid merupakan 4% susu manusia.

Di samping vakuola-vakuola lipid, yang terletak pada kutub apikal sel-sel sekretoris, dapat dilihat granula-granula protein. Sintesis protein susu terjadi pada tingkat retikulum endoplasma granuler, yang terapat banyak pada bagian basalsel ini, kemudian dikeluarkan melalui aparatus golgi dan ditimbun pada bagian apikal. Berbeda dengan apa yang terjadi dengan vakuola-vakuola lipid, membran halus yang meliputi granula-granula protein tidak dikeluarkan dengan protein yang tampak bebas dalam lumen bagian sekretoris (gambar 24-27). Protein merupakan kira-kira 1,5% susu manusia.

Laktosa, unsur penting ke tiga dari susu, disintesis dari glukosa. Laktosa merupakan kira-kira 7% susu manusia.

Susu yang pertama timbul setelah melahirkan dinamakan kolostrum. Kolostrum mengandung lebih sedikit lemak dan lebih banyak protein dibandingkan susu biasa dan

kaya akan antibodi (terutama IgA) yang memberikan kekebalan pasif terhadap bayi yang baru lahir, khususnya dalam lumen usus.

Pemotongan kelenjar mammae dari wanita yang sedang menyusui menunjukkan beberapa alveoli dalam berbagai fase sekresi. Dapat dilihat sel-sel besar terisi dengan sekresi dan sel-sel kubis kecil yang hampir tanpa sekresi.

Bila wanita menyusui anaknya, hisapan bayi merangsang reseptor-reseptor taktil, yang banyak terdapat pada sekitar puting susu, mengakibatkan pengeluaran hormon oksitosin dari hipofisis posterior. Hormon ini menyebabkan kontraksi sel-sel mioepitel kelenjar, dan eyeksi susu terjadi. Rangsang emosi dan genital juga dapat merangsang pengeluaran oksitosin, mendorong susu keluar pada puting susu.

Involusi senilis kelenjar susu

Setelah menopause, involusi kelenjar-kelenjar mammae ditandai oleh pengurangan ukuran dan atrofi bagian sekretorisnya dan juga atrofi parsial saluran keluarnya. Perubahan atrofil yang nyata terjadi juga pada jaringan penyambung interstitial.