

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.

Nodus 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 ganglia 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 CO₂ 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**.

Pylorus

Pada pylorus terdapat kelenjar bergelung pendek yang mensekresikan enzim lisosim. Diantara sel-sel mukus ke lenjar pylorus 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 lamina 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 berperan 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 sisi ini 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 kelompokan 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' mengaktifkan 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 prot ceous. Inti sel-sel mukosa gepeng dengan kromatin yang dapat 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 amilotik 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 memilki sifat memsintesis protein. Setelah disintesis dalam bagian basal sel, maka proenzim selajutnya meninggalkan retikulum endoplasma kasar dan masuk apparatus Golgi. Proenzim-proenzim tersebut dikumpulkan dalam vesikel-vesikel sekresi yang disebut sebagai

granula prozimojen. 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 hepatikus, 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 tubulo-asiner 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.

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 ...
-
1. Lapisan saluran pencernaan yang berperan dalam gerakan peristaltik, segmentasi, dan mencampur (*mixing*) adalah ...

A, Mukosa	B, Serosa
C, Muskularis	D, Submukosa
 2. Asam lambung dihasilkan oleh sel penyusun mukosa gastrium yang disebut ...

A, Sel parietal	B, Zymogenik
C, Argentafin	D, Paneth
 3. Asini pankreas menghasilkan cairan yang mengandung zat-zat berikut, KECUALI ...

A, Lipase	B, Tripsin
C, Amilase	D, Pepsin
 4. Granula pepsinogen akan diaktifkan menjadi pepsin yang bersifat proteolitik aktif oleh ...

A, Lendir	B, Asam lambung
C, Argentafin	D, Gastrin
 5. Bercak Peyer merupakan kumpulan ...

A, Sel parietal	B, Syaraf otonom
C, Sel Argentafin	D, Limfoid
 6. Mikrovili pada permukaan usus halus berperan dalam aktivitas ...

A, Absorpsi	B, Kontraksi
C, Ekskresi	D, Peristaltik
 7. Sel Kupffer berperan sebagai ...

A, Penghasil empedu	B, Pagosit
C, Ekskresi	D, Absorpsi
 8. Urutan lapisan penyusun saluran pencernaan dari dalam (lumen) ke luar adalah ...

A. Mukosa → serosa → muskularis → submukosa
B. Serosa → submukosa → mukosa → muskularis
C. Mukosa → submukosa → muskularis → serosa
D. Serosa → mukosa → muskularis → submukosa
 9. Hormon yang dihasilkan oleh epitel usus halus dan berperan merangsang sekresi garam empedu adalah ...

- A. Gastrin
C. Kolesistokinin
- B. Sekretin
D. Pankreosimin
10. Asini pankreas menghasilkan cairan yang mengandung zat-zat berikut ...
KECUALI ...
- A. Enzim
C. Ion-ion
- B. Proenzim
D. Insulin

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.