

## **MIKROTEKNIK**

### **Batasan**

Mikroteknik adalah cara pembuatan sediaan histologi agar dapat diamati di bawah mikroskop. Mikroteknik yang dibahas disini adalah mengenai sediaan histologi untuk pengamatan di bawah mikroskop optik.

Sediaan histologi ada 2 macam yaitu sediaan segar dan sediaan permanen. Pada pembuatan sediaan segar, tidak ada perlakuan artinya bahan segar langsung diamati di bawah mikroskop, sehingga kita bisa mengamati keadaan alamiah sediaan, misalnya tentang warna, bentuk, jumlah, jenis komponen jaringan, adanya gerakan serta aktivitas tertentu. Kerugian sediaan segar adalah sediaan mudah rusak, kontras antara bagian-bagiannya tidak nyata.

Pada laboratorium Histologi, sediaan permanen atau awetan biasanya lebih banyak dipakai. Sediaan permanen dapat berupa sediaan utuh, sediaan apus dan sediaan irisan.

Diantara pembuatan sediaan permanen tersebut yang banyak dilakukan adalah pembuatan sediaan irisan. Sasaran pembuatan sediaan irisan adalah:

- a. Struktur jaringan semaksimal mungkin dipertahankan sama dengan aslinya
- b. Diperoleh irisan yang sangat tipis dan rata sehingga dapat diamati di bawah mikroskop optik (tembus cahaya)
- c. Kontras antara bagian-bagiannya nyata.

Perlu ditekankan bahwa pengamatan terhadap sediaan histologi itu terutama memberikan informasi aspek struktur sediaan. Aktivitas sel atau jaringan dapat disimpulkan dengan suatu seri pengamatan yang berbeda-beda waktunya.

Sediaan irisan dikenal beberapa macam sesuai dengan media pemancangannya. Dikenal ada cara parafin, cara celloidin, irisan beku (frozen section). Dalam praktikum ini hanya akan dibicarakan tentang cara parafin saja.

### **CARA PARAFIN**

Semua tahap perlakuan tetap diupayakan agar ketiga sasaran di atas dapat tercapai, sedangkan aspek jaringan yang lain mungkin sekali dapat mengalami perubahan.

Tahap perlakuan pada metode parafin adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan jaringan

Jaringan diambil sekecil mungkin, tetapi masih dapat mewakili struktur keseluruhan (representatif). Tebal jaringan tidak melebihi 1 cm, sebaiknya kurang dari 5mm.

2. Fiksasi

Fiksasi membuat struktur unsur-unsur jaringan stabil, tidak mengalami perubahan post-mortem (pasca kematian). Apabila sel/individu mati, maka ada 2 hal yang dapat merusak struktur jaringan yaitu pengaruh enzim proteolitik dan pengaruh bakteri pembusuk.

Pengaruh jelek kedua faktor ini dapat dicegah dengan fiksasi. Dengan fiksasi, jaringan lebih tahan terhadap perlakuan berikutnya dan dapat menaikkan indeks bias jaringan.

Ada 2 macam fiksatif:

- a. Sederhana, hanya terdiri dari 1 macam zat, misalnya formalin, ethanol, asam cuka, kalium bikromat, sublimat.
- b. Campuran, mengandung lebih dari 1 macam zat, misalnya larutan Bouin, larutan Helly, larutan Zenker, larutan Carnoy.

Volume cairan fiksatif yang dipakai paling sedikit 20 kali volume jaringan. Lamanya jaringan di dalam fiksatif tergantung pada tebal jaringan, macam fiksatif (daya peresapannya) dan konsistensi jaringan. Jenis fiksatif yang digunakan tergantung pada jenis jaringan serta teknik pewarnaan apa yang akan dipakai.

3. Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk mengambil semua air (H<sub>2</sub>O) yang terkandung dalam jaringan dan untuk membersihkan sisa-sisa fiksatif. Bahan dehidrasi yang umum dipakai ialah ethanol. Konsentrasi awal ethanol yang digunakan untuk dehidrasi tergantung kadar air cairan fiksatif. Misalnya apabila fiksatif yang dipakai formalin 10%, maka dehidrasi dimulai dengan ethanol 30% kemudian diteruskan dengan kadar yang lebih tinggi sampai dengan ethanol absolut. Lamanya dehidrasi tergantung pada volume jaringan.

4. Perjernihan

Penjernihan bertujuan untuk mengambil ethanol yang terkandung dalam jaringan sesudah dehidrasi. Bahan penjernihan merupakan zat yang dapat bercampur

dengan bahan dehidrasi maupun parafin cair. Contoh bahan penjernihan ialah xylol, toluol, benzol, chloroform.

#### 5. Pemancangan (embedding)

Pemancangan bertujuan untuk mengganti bahan penjernihan dalam jaringan dengan parafin cair disertai pengerasan sehingga jaringan mudah dipotong menjadi irisan-irisan yang sangat tipis.

Tahapan pemancangan meliputi peresapan (impregnasi) yaitu parafin masuk ke dalam sela-sela jaringan dan pembuatan balok membentuk balok parafin sekeliling jaringan.

#### 6. Pemotongan

Jaringan yang terletak di dalam balok parafin dipotong dengan alat potong mekanis (mikrotom) menjadi irisan-irisan yang sangat tipis. Tebal irisan biasanya antara 5-12  $\mu$  (1mm = 1000  $\mu$ ).

#### 7. Penempelan

Irisan-irisan ditempelkan pada kaca obyek yang telah diolesi mounting media sebagai albumin-gliserin, kemudian dikeringkan pada suhu 20-50 di bawah titik lebur parafin.

#### 8. Pewarnaan

Sebelum diwarnai, semua parafin yang ada dalam irisan dan sekitarnya harus dihilangkan terlebih dahulu. Proses menghilangkan parafin ini disebut deparafinisasi. Selanjutnya lingkungan atau milieu irisan dibuat sama dengan pelarut zat pewarna yang akan digunakan. Setelah itu jaringan diwarnai supaya unsur-unsur jaringan tampak jelas dan dapat saling dibedakan, bila diperiksa dengan mikroskop.

Pewarnaan yang umum dilakukan adalah dengan Haematoxylin-Eosin (HE). Disamping itu ada pewarnaan khusus, tergantung dari komponen apa yang akan diperagakan, Proses pewarnaan pada sediaan histologi berdasarkan berbagai mekanisme atau reaksi. Misalnya reaksi asam-basa terjadi pada proses pewarnaan HE. Disini komponen jaringan yang bersifat asam akan mengikat unsur zat warna yang bersifat basa yaitu hematoksilin. Komponen jaringan yang bersifat basa akan mengikat unsur zat warna yang bersifat asam yaitu eosin. Oleh karena hematoksilin berwarna biru keunguan, maka setelah pewarnaan komponen jaringan yang bersifat asam akan berwarna biru keunguan dan oleh karena eosin berwarna

merah, maka komponen jaringan yang bersifat basa setelah pewarnaan akan berwarna merah.

Misalnya untuk memperagakan tetes glikogen digunakan teknik pewarnaan PAS. Proses untuk memperlihatkan tetes glikogen dengan teknik pewarnaan PAS melalui 2 tahap yaitu perubahan komponen jaringan yaitu glikogen menjadi aldehid, selanjutnya memperlihatkan adanya aldehid. Asam periodat (periodic acid) akan merubah setiap molekul yang memiliki gugus hidroksil (-CHOH-CHOH-) atau ditulis gugus 1,2 glikol menjadi 2 buah aldehid (-CHO dan OHC-). Gugus aldehid ini kemudian bereaksi dengan reagen Schiff memberikan warna merah magenta.

Setelah pewarnaan selesai kemudian dilakukan lagi langkah dehidrasi, penjernihan dan penutupan sediaan dengan kaca penutup yang diberi mounting media, misalnya balsem Canada. Selanjutnya sediaan dikeringkan sehingga balsem Canada mengeras tanpa meninggalkan gelembung udara. Mounting media yang dipergunakan hendaknya memenuhi sifat-sifat lekat, transparan, memiliki indeks bias sama dengan gelas dan tidak bersifat oksidator.

Demikian cara pembuatan sediaan histologi awetan ini telah selesai tahapannya. Akan tetapi perlu diingat bahwa kaca obyek sediaan masih perlu diberi label atau etiket sebelum disimpan di tempat yang kering, sebaiknya gelap, terhindar dari debu dan jamur serta pengaruh cahaya matahari secara langsung. Kondisi penyimpanan ini diatur supaya sediaan tidak kotor, tidak rusak oleh jamur serta warnanya tidak lekas memudar akibat oksidasi.

## PRAKTIKUM MIKROTEKNIK

### Tujuan:

Mahasiswa mampu memahami cara pembuatan sediaan histologi sel, jaringan atau organ.

**Alat dan Bahan:** satu set alat dan bahan pembuatan sediaan histologi

### Cara Kerja

#### Pengambilan Jaringan atau Organ

Organ atau jaringan berukuran 0,2-0,3 x 1,5 x 2 cm dimasukkan ke dalam pot R berisi formalin 10% dengan perbandingan volume organ:formalin 10% = 1:20. Setelah itu jaringan atau organ yang diambil tersebut dilakukan *processing*. Untuk memroses jaringan memakai alat *tissue processor automatic* yang bekerja ± 18,5 jam. Proses ini terbagi dalam empat tahap, yaitu :

#### 1) Fiksasi

Fiksasi ini berfungsi mempertahankan struktur sel sehingga stabil secara fisik maupun kimiawi, dan mencegah terjadinya dialisis atau pembengkakan pada ruptur. Fiksasi yang paling sering digunakan adalah formalin 10%, tetapi sebaiknya menggunakan formalin buffer 10%.

#### 2) Dehidrasi

Dehidrasi ini berfungsi untuk menghilangkan/menarik kandungan air dalam jaringan dengan cara memulainya dari konsentrasi yang rendah sampai tinggi. Untuk dehidrasi yang baik memakai alkohol 70% sampai 100%.

#### 3) *Clearing*

*Clearing* berfungsi untuk menarik keluar kandungan alkohol yang terdapat di dalam jaringan, memberikan warna yang bening pada jaringan, dan sebagai zat perantara masuknya kedalam parafin.

#### 4) Infiltrasi Parafin

Parafin cair dengan suhu 57 - 59°C berfungsi untuk mengisi rongga-rongga atau pori-pori yang ada pada jaringan setelah ditinggalkan oleh cairan sebelumnya (*xylol*).

#### a. Pengeblokan / *Embedding*

Jaringan yang sudah selesai *diprocessing* dikeluarkan dan segera dimasukkan kedalam cetakan blok yang sebelumnya sudah diisi dengan parafin cair. Setelah keras (± 20 menit) cetakan dilepas.

b. Pemotongan dengan Mikrotom

Blok dijepitkan pada mikrotom kemudian dipotong dengan pisau mikrotom dengan kemiringan  $\pm 30^\circ$  terhadap blok parafin setebal 2 - 5 mikron. Hasil pemotongan yang berupa pita kemudian dimasukkan kedalam *waterbath* yang mana sebelumnya sudah diisi dengan air yang dihangatkan  $\pm 50^\circ$  C. Kemudian hasil pemotongan diambil dengan *object glass* dan diberi nomor dengan pensil kaca sesuai dengan nomor registrasi blok. Hasilnya dibiarkan  $\pm 5$  menit dan setelah itu diinkubasi.

c. Inkubasi

Inkubasi ini berfungsi untuk menguapkan kadar air yang terbawa oleh hasil potongan/pita sehingga jaringan menempel kuat pada *object glass*.

d. Pengecatan / *Staining*

Cat yang dipakai dalam pengamatan ini adalah *Hematoxylin-Eosin (HE)*. Adapun proses pengecatannya adalah sebagai berikut:

- a. Deparafinisasi: preparat dimasukkan ke dalam xylol I, II, III masing-masing selama 3 menit
- b. Rehidrasi: preparat dimasukkan ke alkohol 100%, 95%, 80%, 70%, masing-masing selama dua menit.
- c. Preparat dimasukkan ke air mengalir
- d. Pengecatan Inti: Preparat dimasukkan ke larutan Mayer Hematoksin 7 menit.
- e. Preparat dimasukkan ke air mengalir
- f. Counter stain: Preparat dimasukkan ke larutan eosin  $\pm 30$  detik.
- g. Preparat masuk ke air pada wadah I, II, III, dan masing-masing dilakukan tiga kali pencelupan.
- h. Dehidrasi: preparat dimasukkan ke alkohol 70%, 80%, 95%, 100%, masing-masing dicelupkan tiga kali.
- i. *Clearing*: Preparat dimasukkan ke dalam xylol I dan II.
- j. *Mounting*: Preparat diberi satu tetes entelan dan *deck glass*.

1. Pengamatan Preparat

Preparat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran lemah kemudian setelah nampak jelas diamati dengan perbesaran kuat.

## MIKROSKOP DAN SITOLOGI

### MIKROSKOP

#### A. Tujuan

Memperkenalkan mikroskop monokuler dan binokuler, cara penggunaan dan pemeliharaannya.

#### B. Dasar Teori

Panca indera manusia memiliki kemampuan terbatas, padahal ukuran sel dan jaringan yang akan kita pelajari sangatlah kecil. Untuk itu diperlukan alat bantu untuk memperbesar ukuran sel dan jaringan. Salah satunya adalah *mikroskop* (Latin : *mikro* = kecil ; *scopium* = penglihatan) yang memungkinkan seseorang dapat mengamati objek berukuran sangat kecil dan gerakan yang sangat halus yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

Ada berbagai macam mikroskop sesuai tujuan penggunaannya dan bermacam-macam pula kelengkapannya. Macam yang paling sederhana ialah kaca pembesar, akan tetapi biasanya disebut "mikroskop" adalah suatu alat yang terdiri dari beberapa lensa yang disusun dalam sebuah tabung, jadi suatu mikroskop majemuk.

Mikroskop majemuk yang biasa digunakan dalam laboratorium Biomedis ialah mikroskop monokuler dan mikroskop binokuler (Latin : *mono* = satu; *bi* = dua; *oculus* = mata). Mikroskop ini digunakan dengan satu atau dua mata, sehingga bayangan yang terlihat hanya memiliki panjang dan lebar, dan hanya memberikan gambaran mengenai tinggi (tebal)nya. Kebanyakan objek yang akan diamati dengan menggunakan mikroskop ini harus memiliki ukuran kecil atau tipis sehingga dapat ditembus cahaya. Bentuk dan susunan objek tersebut dapat dibedakan karena beberapa bagian objek itu lebih banyak menyerap cahaya daripada bagian-bagian yang lain. Cara pengamatan ini menggunakan cahaya yang ditembuskan.

Bagian-bagian mikroskop monokuler :

##### 1. Lensa okuler.

Letaknya di bagian atas tabung. Oleh karena jumlahnya satu maka disebut monokuler, kalau jumlahnya dua disebut binokuler dan lensa okuler yang kita gunakan pada praktikum memiliki perbesaran 10x. Pada lensa okuler sering tampak garis hitam (tampak seperti sebuah rambut lurus) menuju pusat

pandangan, ini merupakan alat tambahan yang dimaksudkan sebagai penunjuk objek.

2. Lensa obyektif.

Sesuai namanya, lensa ini terletak di dekat dengan objek yang diamati. Letaknya di bawah tabung dekat meja benda, biasanya pada satu mikroskop terdapat 3 atau 4 lensa obyektif yang dipasang pada revolver yang dapat diputar bila ingin mengubah posisi lensa. Lensa obyektif tersebut biasanya memiliki perbesaran 4x, 10x, 40x dan 100x.

3. Tabung.

4. Revolver atau pemutar lensa obyektif.

5. Meja benda merupakan tempat untuk meletakkan preparat.

6. Tangan/lengan.

7. Diafragma.

Terletak di bawah meja benda. Diafragma berfungsi mengatur banyaknya sinar masuk.

8. Sekrup-sekrup penggeser preparat, untuk menggeser preparat.

Ada 2 macam : a. menggeser ke muka dan ke belakang.

b. menggeser ke kanan dan ke kiri.

9. Penjepit preparat.

10. Pengatur kasar (makrometer) dan pengatur halus (mikrometer).

11. Cermin : untuk menangkap cahaya. Biasanya terdiri dari 2 macam yaitu cermin datar yang digunakan dalam keadaan terang (cahaya lampu mikroskop) dan cermin cekung yang digunakan dalam keadaan gelap (cahaya ruangan).

12. Kaki atau basis, dapat berbentuk persegi atau bentuk tapal kuda atau bentuk lainnya.

### C. Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan

Bahan dan Alat :

- mikroskop monokuler dan binokuler
- gelas objek/gelas/ sediaan histologi
- lap flanel/tisu halus
- penggaris plastik bening berskala mm

Cara Kerja:

1. Menyiapkan mikroskop

Keluarkan mikroskop dari kotaknya atau tempat menyimpannya di dalam lemari. Peganglah mikroskop itu dengan erat pada lengannya yaitu bagian yang melengkung, dengan satu tangan, sedang tangan yang lain pakailah untuk menyangga kaki mikroskop. Gunakanlah selalu cara ini apabila mengangkat mikroskop. Letakkan mikroskop dengan hati-hati di atas meja laboratorium, sedemikian hingga lengannya mengarah ke tempat duduk kita, sedangkan meja objek menghadap ke arah yang berlawanan. Letak kakinya jangan terlalu ke tepi meja, supaya mikroskop tidak jatuh.

2. Pengenalan bagian-bagian mikroskop.

Bagian-bagian mikroskop dan gunanya akan diperkenalkan oleh pengajar. Sebelum melanjutkan latihan ini keterangan-keterangan yang diberikan harus sudah dipahami benar.



**Gambar 1. Mikroskop monokuler**

### 3. Cara Penggunaan

Tabung dinaikkan dengan menggunakan pengatur kasar, sehingga objektif tidak membentur meja apabila revolver diputar-putarkan. Putarlah revolver sehingga objektif lemah (yang lebih pendek ukurannya) ditempatkan langsung di bawah okuler. Apabila letaknya telah tepat akan terdengar suara berdetik. Setelah itu bukalah diafragma (Latin : dia = menembus ; phragma = pagar) sebesar-besarnya dengan menggeser bagian yang menonjol. Aturlah letak cermin sehingga cahaya terpantul melalui lubang pada meja objek. Hindarkanlah cahaya matahari langsung mengenai cermin. Mengapa ? Lihatlah melalui okuler. Aturlah cermin sedemikian hingga yang terlihat melalui okuler itu sebuah lingkaran yang terangnya merata. Jika menyilaukan, kecilkan apertur diafragma (Latin : aperio = membuka ; apertur diafragma = lubang diafragma)

Kalau lensa okuler atau objektif kelihatannya berkabut atau berdebu, bersihkan bagian yang kotor dengan lap flanel/tisu halus yang bersih dengan cara menggosokkan lap tadi mengikuti gerakan melingkar dan dengan tekanan yang lemah. Jangan sekali-kali menggunakan kertas atau kain kasar. Apabila cara membersihkan itu tidak memberikan hasil yang diharapkan, mohon memberitahukan kepada Instruktur.

### 4. Mempersiapkan bahan yang diamati melalui mikroskop (tidak dipraktekkan)

Bahan yang akan diamati ditempatkan di atas gelas objek. Umumnya bahan yang telah diletakkan di atasnya ditutup dengan gelas penutup. Sebelum digunakan, baik gelas objek maupun gelas penutup harus bersih.

Untuk membersihkan kaca objek, peganglah gelas tadi pada tepinya diantara telunjuk dan ibu jari. Kemudian celupkan ke dalam air. Setelah itu bersihkan dan keringkanlah dengan sepotong kain bersih yang lunak atau kertas saring.

Gelas penutup lebih rapuh daripada gelas objek. Celupkan ke dalam air sama seperti gelas objek. Untuk membersihkan dan mengeringkannya digunakan sepotong kain bersih yang lunak. Lipatlah kain ini dan sisipkan kaca penutup diantara lipatan ini. Selanjutnya supaya gelas penutup itu kering dan bersih, gosoklah serentak kedua permukaannya antara telunjuk dan ibu jari dengan gerakan melingkar. Peganglah gelas penutup selalu pada tepinya dan usahakan jangan sampai mengenai permukaannya.

Sekarang dapat dimulai dengan latihan membuat preparat basah untuk diamati melalui mikroskop. Dari selebar kertas koran guntinglah potongan kira-kira 3 x 3 mm yang mengandung sedikitnya satu huruf a. Hendaknya potongan kertas tadi hanya

dicetak pada satu permukaan saja. Tempatkanlah potongan kertas tadi di tengah kaca objek dengan bagiannya yang dicetak menghadap ke atas. Teteskan air di atas kertas itu. Kertas itu akan menghisap bagian dari air tadi. Akan tetapi usahakan agar di sekitarnya masih ada air. Jika perlu, tambahkan lagi setetes air. Setelah itu letakkanlah gelas penutup di atasnya. Jika dikerjakan dengan baik, maka air yang tersisa akan menyebar dengan merata dan membentuk suatu lapisan yang tipis antara gelas objek dan gelas penutup, sedangkan potongan kertas akan terselip diantaranya. Untuk mendapatkan preparat yang tidak mengandung gelembung air di bawah kaca penutup, diperlukan suatu ketrampilan. Cara yang terbaik ialah memegang gelas penutup sedemikian hingga membuat sudut  $45^\circ$  dengan gelas objek. Setelah itu kenakanlah tepi bawahnya pada gelas objek sehingga permukaannya menyentuh tetes air. Kemudian perlahan-lahan rebahkanlah gelas penutup tadi sehingga akhirnya terletak di atas gelas objek. Walaupun pekerjaan ini telah dilakukan dengan berhati-hati, sering masih ada juga gelembung udara yang tinggal di antara gelas penutup dan gelas objek. Beberapa gelembung udara saja tidak akan menyusahkan pengamatan yang akan dilakukan terhadap preparat itu. Kadang-kadang gelembung udara itu dapat dihilangkan dengan menekan-nekankan ujung jarum anatomi pada gelas penutup.

#### 5. Mengatur fokus mikroskop

Tabung mikroskop dinaikkan dengan menggunakan pengatur kasar, sehingga jarak antara objektif lemah dengan permukaan meja objek kira-kira ada 2 cm. Tempatkanlah preparat di meja objek sedemikian hingga objek yang akan diamati terletak di tengah lubang meja objek. Gunakanlah jepitan objek untuk menjaga agar preparat tidak bergeser. Sambil mengamati mikroskop dari samping, turunkanlah tabung mikroskop dengan menggunakan pengatur kasar dengan hati-hati sehingga jarak antara ujung objektif dengan gelas penutup kira-kira hanya 1 mm. Jagalah agar objektif tidak menyentuh gelas penutup. Beberapa macam mikroskop memiliki suatu alat yang dengan sendirinya akan mengelakkan terjadinya hal ini, akan tetapi tidak semua mikroskop memilikinya.

Sekarang lihatlah melalui okuler dan dengan perlahan-lahan naikkanlah tabung sehingga huruf di atas kertas nampak. Jika setelah tabung dinaikkan lebih dari 1 cm, obyek masih juga tidak nampak, maka hal itu berarti bahwa letak tabung yang tepat untuk mendapatkan fokus mikroskop sudah terlewati. Apabila hal ini terjadi

turunkanlah tabung kembali dengan cara di atas, kemudian naikkanlah kembali sambil melihat melalui okuler. Jangan sekali-kali menurunkan tabung dengan pengatur kasar, bilamana anda sedang melihat ke dalam okuler. Setelah bayangan obyek tampak, putarlah pengatur halus ke depan dan ke belakang untuk mendapatkan fokus mikroskop yang sebaik-baiknya. Setelah itu obyek dapat diperjelas dengan mengatur besarnya apertur diafragma.

Kini putarlah revolver sehingga objektif kuat (yang lebih panjang) terdapat langsung di bawah okuler. Sewaktu mengerjakan ini jagalah agar objektif kuat ini tidak menyentuh gelas penutup. Jika hal ini terjadi, anda harus mengurangi seluruh urutan prosedur, di mulai dengan mencari fokus objektif lemah. Apabila fokus objektif kuat sudah tepat, maka jaraknya dengan gelas penutup akan lebih dekat daripada jarak objektif lemah. Jarak antara ujung suatu objektif dengan gelas penutup dinamakan *jarak kerja*. Untuk mendapatkan fokus objektif kuat biasanya tidak sampai diperlukan satu putaran penuh pada pengatur halus ke depan ataupun ke belakang.

- Apakah bidang penglihatan menjadi lebih luas atautkah lebih sempit ? .....(4)
- Apakah penggantian objektif lemah dengan objektif kuat mengubah letak bayangan ? Untuk menjawab pertanyaan ini geser-geserlah sedikit preparat itu untuk melihat seluruh bayangan obyek.....(5)
- Apakah bayangan terlihat lebih detail jika dibandingkan dengan waktu menggunakan objektif lemah ? .....(6)

## 6. Pembesaran

Apa yang dimaksudkan dengan daya pembesaran suatu lensa ? Dalam mikroskop sangatlah penting mengetahui berapa kali alat itu membesarkan bayangan objek yang diamati. Apakah suatu mikroskop membesarkan suatu objek sebanyak 50 diameter (50x), maka bayangan yang terlihat akan 50x lebih panjang dan lebih lebar daripada bayangan yang dilihat dengan mata telanjang dari jarak 25,4 cm. Pada setiap lensa objektif dan lensa okuler ada tertera bilangan yang menunjukkan berapa kali pembesarannya. Andaikata bilangan pada okuler ialah 5x sedang pada objektif lemah 12x, maka pembesaran keseluruhannya ialah  $5 \times 12$  atau 60 diameter. Dengan menggunakan lensa okuler yang sama dan lensa objektif kuat dengan daya pembesaran 45x akan dicapai suatu pembesaran sebesar  $5 \times 45$  atau 225 diameter.

- Catat angka pembesaran okuler dari kedua objektif pada mikroskop anda, dan hitunglah daya pembesaran mikroskop anda bila digunakan objektif lemah ?..... (7)
- Bila digunakan objektif kuat, hitunglah daya pembesaran mikroskop anda ? ..... (8)

## 7. Pengukuran dengan mikroskop

Oleh karena benda-benda yang diamati di bawah mikroskop biasanya berukuran kecil, untuk ukuran-ukuran yang mikroskopik para ahli Biologi merasa perlu menggunakan satuan panjang yang lebih kecil dari sentimeter atau milimeter. Salah satu diantara satuan panjang yang biasa digunakan ialah mikron ( $1/1000$  mm) yang ditulis dengan lambang huruf Yunani  $\mu$  (baca : mu).

Ukuran suatu benda di bawah mikroskop dapat dikira-kira dengan membandingkannya terhadap suatu ukuran bidang penglihatan berbentuk lingkaran. Ukuran bidang penglihatan tersebut dapat ditentukan sebagai berikut : Letakkan sebuah penggaris plastik dengan skala milimeter di atas meja objek. Dengan menggunakan cara-cara untuk menentukan fokus seperti yang telah dibicarakan usahakanlah untuk mendapatkan bayangan yang jelas dari pembagian skala milimeter di atas penggaris dengan menggunakan objektif lemah. Geserlah dengan cermat sehingga tepi yang bertanda terletak tepat pada garis tengah bidang penglihatan. Hitunglah jumlah tanda pembagian yang tampak di bidang penglihatan. Garis-garis pembagian pada skala kelihatannya lebar, 1 mm adalah jarak antara tengah-tengah suatu garis pembagian sampai ke tengah-tengah garis pembagian berikutnya.

- Berapa milimeter panjang diameter bidang penglihatan mikroskop anda dengan objektif lemah ? .....(9)
- Berapakah panjang diameter tadi dalam mikron ? ..... (10)

Cara menghitung diameter penglihatan jika menggunakan lensa objektif kuat adalah sebagai berikut : Mula-mula tentukan hasil bagi angka pembesaran lensa objektif kuat oleh angka pembesaran lensa objektif lemah. Maka diameter bidang penglihatan lensa objektif kuat sama dengan diameter penglihatan lensa objektif lemah dibagi dengan hasil bagi tadi. Misalkan, apabila angka pembesaran objektif lemah 12x sedang angka pembesaran objektif kuat ialah 48x maka hasil baginya sama dengan  $48 : 12 = 4$ . Jika diameter bidang penglihatan objektif lemah sama dengan 1600, maka diameter bidang penglihatan lensa objektif kuat sama dengan  $1600 : 4 = 400$ .

- Dengan menggunakan cara ini tentukanlah diameter bidang penglihatan mikroskop anda dengan lensa objektif kuat ..... (11)

### 8. Daya pisah mikroskop

Pengertian daya pisah suatu mikroskop adalah kemampuan memperlihatkan bagian renik dalam objek secara terpisah dan jelas. Pada umumnya orang tidak mampu memisahkan dua objek yang jaraknya kurang dari 0,1 mm. Dengan menggunakan mikroskop, terbukalah kemungkinan untuk membedakan dua objek yang letaknya sangat berdekatan dengan mata telanjang kelihatannya seakan-akan satu objek saja.

Daya pisah mata kita dapat kita tentukan sendiri dengan mengamati lampu utama mobil yang bergerak ke arah kita di jalan yang lurus pada malam hari. Mula-mula kelihatannya hanya sebagai satu sumber cahaya saja. Setelah mobil itu lebih dekat, barulah kelihatan adanya pemisahan dari satu menjadi dua sumber cahaya. Pada saat mata kita melihat hal ini, maka kita telah dapat “memisahkan” kedua lampu utama mobil tersebut.

Jadi sebuah mikroskop sebenarnya melakukan dua hal yang penting. Pertama, mikroskop membesarkan bayangan objek. Kedua, mikroskop mempertinggi daya pisah mata kita.

#### Persamaan :

$$d = \frac{\lambda}{n \sin \alpha}$$

Dimana **d** = daya pisah  
**λ** = panjang gelombang sinar  
**n** = indeks bias  
**α** = ½ apertura (sudut bukaan lensa)

Tabel 1 memberikan gambaran mengenai daya pisah mata dan alat bantu. Pada Tabel 1 tampak bahwa dengan menggunakan alat bantu (mikroskop) daya pisah dapat ditingkatkan.

**Tabel 1. Daya pisah mata dan mikroskop**

Alat penglihat	Daya pisah
Mata	1 mm
Mikroskop cahaya tampak	0,2 μm
Mikroskop ultra violet	0,1 μm
Mikroskop elektron	0,1 nm

Beberapa cara untuk memperkecil daya pisah / memperkecil nilai  $d$  adalah dengan :

- a. Memperkecil  $\lambda$  (panjang gelombang) cahaya, misalnya dengan menggunakan cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek (cahaya biru / filter biru, sinar ultra violet, sinar elektron)
- b. Memperbesar  $n$  (indeks bias) medium yang dilalui cahaya, misalnya dengan lensa yang dibuat dengan bahan khusus.
- c. Memperbesar  $\sin \alpha$  atau memperkecil  $\alpha$  yakni memperkecil bukaan lensa atau diafragma.

Sejak ditemukan oleh Antonius van Leewenhoek, mikroskop cahaya digunakan untuk mengungkapkan struktur jaringan dan sel. Perbaikan konstruksi mikroskop sehingga mampu membesarkan sampai 2000 kali serta pengembangan teknik Histologi dan Sitologi sudah berhasil membantu mengungkapkan rincian struktur renik (mikroskopik). Lompatan di dalam pengungkapan struktur biologi terjadi sejak digunakan mikroskop elektron. Oleh karena daya pisah alat yang sangat tinggi, dengan mikroskop elektron dapat diungkapkan struktur halus (ultrastruktur) jasad renik (sub mikroskopik). Ultrastruktur sel eukariot maupun prokariot dan virus sudah dapat diketahui dengan bantuan mikroskop elektron.

## 9. Pemeliharaan mikroskop

Seperti alat-alat lain di laboratorium, mikroskop juga memerlukan pemeliharaan yang cermat. Mikroskop harus selalu diangkat dan dibawa dalam keadaan tegak, dengan satu tangan, memegang erat-erat lengan mikroskop dan tangan lainnya menyangga mikroskop pada kakinya. Apabila tabung mikroskop perlu dicondongkan letaknya, maka hal itu harus dilakukan dengan menggerakkan lengannya pada engsel inklinasi sebagai titik putar. Setelah pekerjaan selesai maka mikroskop itu harus segera ditegakkan kembali.

Pada akhir praktikum, usahakanlah agar objektif lemah terdapat di bawah okuler. Aturilah kedudukan tabung sedemikian hingga ujung objektif lemah terdapat kira-kira 1 cm di atas meja objek. Begitu pula jepitan harus disusun di atas meja objek sehingga tidak ada bagian yang menonjol keluar dari sisi meja. Kembalikanlah mikroskop ke dalam tempat penyimpanannya. Bersihkanlah semua gelas objek dan gelas penutup.

## **SITOLOGI**

### **A. Tujuan**

Memahami komponen sel beserta contoh organel dan inklusionenya.

### **B. Dasar Teori**

Semua makhluk hidup terdiri dari sel-sel yang merupakan ruang-ruang kecil diselubungi membran yang berisi cairan kimia pekat dalam pelarut air dan komponen-komponen penting penyusun sel. Bentuk kehidupan yang paling sederhana adalah sel-sel tunggal yang menggandakan diri dengan cara pembelahan. Organisme-organisme yang tergolong dalam tingkat yang lebih tinggi, seperti kita ini terdiri dari kelompok-kelompok sel yang masing-masing menjalankan fungsi khusus namun antara kelompok satu dan lainnya terjalin suatu sistem komunikasi, bekerja sama dalam suatu tatanan tertentu sehingga terbentuk fungsi fisiologis maupun biokimiawi tubuh secara utuh.

Sel ditinjau secara histologi merupakan kesatuan struktural dan fungsional kehidupan (beserta proses penyakit) di dalam semua jaringan, organ dan sistem organ. Secara umum dapat dibedakan jenis sel yaitu sel prokaryotik dan eukaryotik. (Mengenai sel prokaryotik dan eukaryotik akan dibahas lebih lanjut pada bagian belakang bab ini). Dalam bab ini lebih dibahas mengenai sel eukaryotik karena merupakan komponen utama organisme multiseluler.

Sel eukaryotik tersusun dari 3 komponen utama yaitu membran sel, sitoplasma dan nukleus.

#### **1. Membran sel**

Membran sel adalah membran yang membungkus bangunan sel sehingga menjadi satu kesatuan. Membran sel memisahkan sel dari lingkungan dan membentuk kompartementalisasi fungsional yang jelas di dalam sel, misalnya nukleus, organela. Membran sel bagian luarnya disebut membran plasma atau plasmalema.

Hasil analisis kimiawi, membran sel terutama terdiri dari lipid dan protein. Lipid penyusun membran terutama adalah fosfolipid dan kolesterol. Membran fosfolipid tersusun di dalam 2 lapis.

Membran sel mempunyai banyak fungsi antara lain :

- a. Permeabilitas selektif, hal ini berkaitan dengan homeostasis. Mengenai permeabilitas selektif membran akan dibahas lebih lanjut dalam bab tersendiri.

- b. Transduksi signal, hal ini berkaitan dengan adanya reseptor yang terletak di permukaan membran maupun reseptor yang terikat dengan ligand.
- c. Endositosis yaitu peristiwa sel memakan substansi ekstraseluler dan diangkut ke dalam sitoplasma. Dikenal adanya peristiwa fagositosis, pinositosis dan endositosis yang diperantarai reseptor.
- d. Eksositosis
- e. Dsb.

## **2. Sitoplasma**

Sitoplasma merupakan cairan di sekitar nukleus dan dibungkus oleh membran plasma. Dalam sitoplasma terdapat 3 kelompok struktur yaitu :

- a. Organela merupakan struktur yang terbungkus membran dan merupakan bagian sub seluler yang mengandung enzim.
- b. Inklusiones sitoplasmik. Struktur ini ada yang terbungkus membran, ada pula yang tidak terbungkus membran. Inklusiones merupakan hasil metabolisme seluler berupa tetes-tetes lemak, granula glikogen dan melanin.
- c. Sitoskeleton merupakan kerangka sel yang tersusun oleh anyaman elemen-elemen yang terdiri dari mikrotubulus, mikrofilamen dan filamen intermedia.

Sitoplasma yang merupakan matriks pengisi sel adalah koloid protein hidrofilik yang bersifat amorf sampai berbutir-butir (granular) dan mempunyai sifat unik yakni dapat bersifat cairan yang dapat mengalir (= fase sol) atau dapat sebagai matriks semi padat yang lentur (= fase gel). Dalam fase sol, sitoplasma bergerak di dalam aliran yang disebut sikosis. Bersama aliran sitoplasma itu akan terbawa beberapa organel seperti mitokondria. Sitoplasma yang mengelilingi organel disebut hialoplasma. Pada umumnya sitoplasma di dekat membran luar (= ektoplasma) cenderung lebih padat sedangkan sitoplasma di bagian dalam sel (=endoplasma) lebih cair. Di dalam sitoplasma terkandung berbagai senyawa terlarut dan garam (solut) yang merupakan medium pendukung organel-organel.

### **2 a. Organela**

Organela merupakan bangunan yang selalu terdapat dalam semua sel dan dianggap sebagai organ-organ (alat) kecil sel. Organela merupakan kesatuan substansi hidup dan berfungsi penting dalam proses metabolisme seluler.

Organel-organel penting dalam sel antara lain:

## 1). Mitokondria

Istilah mitokondria (mitochondria) berasal dari kata mitos (=bening) dan chondrion (=butir). Mitokondria memiliki berbagai macam bentuk antara lain sferis, ovoid, filamentosa. Ukuran mitokondria sebesar ukuran bakteri, diameternya berkisar antara 0,5-1,5  $\mu\text{m}$  dan panjangnya 3-10  $\mu\text{m}$  apabila berbentuk memanjang. Jumlah mitokondria dalam sel sangat bervariasi. Mitokondria dalam jumlah banyak dapat dijumpai pada sel-sel yang sedang aktif tumbuh atau sel-sel yang memerlukan banyak energi, misalnya sel otot, sel sperma. Dalam sel hepar yang normal paling sedikit terdapat 1000 mitokondria. Pada praktikum kita kali ini, mitokondria diamati pada sel-sel tubulus renalis. Pada preparat ini mitokondria tampak jelas tersusun berjajar seperti pagar, dengan bentuk batang, terletak infranuklear (di bawah nukleus). Setiap mitokondria dibungkus 2 unit membran, ialah :

- membran luar yang halus namun relatif berpori
- membran dalam kurang berpori, bersifat semi permeabel, melipat-lipat ke arah dalam membentuk krista.

Mitokondria berfungsi menyediakan energi untuk kerja kimiawi dan mekanik dengan cara menimbun energi yang diperoleh dari metabolisme seluler pada ikatan ATP berenergi tinggi.

## 2). Ribosoma

Ribosoma merupakan organela terkecil yang tersuspensi di dalam sitoplasma. Organel ini sedemikian kecilnya sehingga hanya dapat tampak jelas strukturnya dengan bantuan mikroskop elektron.

Ribosoma adalah organel yang berfungsi penting dalam mekanisme sintesis protein. Terdapat 2 jenis ribosoma yaitu ribosoma mitokondria (ukuran  $\pm 20 \mu\text{m}$ ) dan ribosoma sitoplasmik (ukuran  $\pm 25 \mu\text{m}$ ).

Pada sel saraf terdapat benda-benda yang berkelompok pada sitoplasma yang disebut Nissl bodies (badan Nissl) yang sebenarnya disebabkan oleh adanya ribosoma tersebut.

Ribosoma sitoplasmik ada 2 macam yaitu :

### a. Ribosoma bebas (*free ribosome*)

Merupakan ribosoma individual yang terdapat tersebar di dalam sitoplasma.

b. Poliribosoma (=polisoma)

Merupakan kelompokan ribosoma yang terdapat di sepanjang benang mRNA. Poliribosoma ada yang tersebar bebas dalam sitoplasma yang mensintesis protein dan enzim untuk penggunaan intraseluler, ada pula poliribosoma yang melekat pada membran luar retikulum endoplasmik yang mensintesis protein untuk disekresikan.

3). Endoplasmik retikulum

Endoplasmik retikulum merupakan jalinan membran di dalam sitoplasma yang menjadi bagian dari sistem endomembran yang berhubungan dengan plasmalema. Berdasarkan ada tidaknya ribosom pada permukaan membrannya dibedakan 2 macam endoplasmik retikulum, yaitu endoplasmik retikulum kasar dan endoplasmik retikulum halus.

Endoplasmik retikulum kasar (granular) pada membran luarnya banyak ditemplei ribosom. Endoplasmik retikulum kasar tersusun paralel, pipih dan memanjang terutama pada sel yang mensintesis protein, misalnya sel asinus pankreas. Organel ini berfungsi mensintesis protein yang disekresi.

Endoplasmik retikulum halus (agranular) merupakan endoplasmik retikulum yang membrannya halus, tidak terdapat butir-butir ribosom pada membran luarnya. Endoplasmik retikulum ini bentuk dan susunannya sama dengan endoplasmik retikulum granular namun tanpa ribosom. Organel ini berfungsi penting dalam metabolisme lemak, sintesis hormon steroid, pemecahan glikogen (glukosa G-fosfatase) dan berperan dalam detoksikasi.

4). Aparatus Golgi

Aparatus Golgi merupakan satu sistem membran trilaminar berhubungan dengan plasmalema, endoplasmik retikulum dan pembungkus inti. Aparatus Golgi lebih banyak terdapat di dalam sel yang sedang tumbuh dan mengalami diferensiasi. Organela ini terlibat dalam banyak kegiatan terutama yang berkaitan dengan proses sekresi. Tentang letak dan bentuk aparatus Golgi tergantung dari tipe selnya. Pada sel sekretoris biasanya terletak pada bagian puncak sel dekat intinya. Secara umum struktur aparatus Golgi merupakan organela yang tampak sebagai kumpulan "kantong" pipih yang tersusun

melengkung yang disebut diktiosom, dengan bulatan-bulatan pada bagian ujungnya. Diktiosom adalah badan di dalam sel berbentuk piringan yang tersusun dari beberapa kantung (vesikel) pipih yang disebut sisterna (cisternae). Pada bagian tepi sisterna tersusun jaringan tabung-tabung yang pada ujungnya terbentuk vesikel bulat yang dapat terlepas. Vesikel-vesikel itu kemudian bergerak ke bagian lain dari sel, terutama ke plasmalema.

Fungsi Aparatus Golgi antara lain :

- a. sintesis polisakarida
- b. memodifikasi produk-produk sekretorik (misalnya : protein dan lipid) yang telah disintesis di tempat lain dan selanjutnya dikemas di dalam vesikel untuk diangkut ke bagian lain
- c. memekatkan dan menyimpan produk sekretorik

#### 5). Lisosoma

Lisosoma merupakan organela berbentuk bulat dengan membran satu lapis (sebagai vesikel bermembran). Lisosoma berisi banyak macam enzim yang bersifat asam, termasuk DNA ase, RNA ase, protease dan berbagai enzim penghidrolisis karbohidrat. Lisosoma juga berperan di dalam fagositosis bakteri atau virus oleh sel darah putih.

#### 2b. Inklusiones sitoplasmik (= paraplasma)

Inklusiones merupakan kumpulan bahan-bahan “mati” yang tidak selalu terdapat dalam sel tersebut. Misalnya terdiri atas metabolit yang tidak ikut dalam kegiatan metabolisme itu sendiri.

Dapat dibedakan 3 macam inklusiones yaitu:

##### 1). Timbunan makanan

Timbunan (simpanan) makanan terutama disimpan dalam sitoplasma sel-sel tertentu. Timbunan makanan ini diperlukan untuk metabolisme dalam tubuh. Untuk metabolisme diperlukan bahan-bahan makanan pokok yaitu protein, karbohidrat dan lemak.

Protein tidak disimpan secara khusus, karena sitoplasma sendiri sudah banyak mengandung protein.

Karbohidrat dari makanan yang telah diserap oleh usus akan diangkut oleh pembuluh darah ke hepar. Di dalam hepar, karbohidrat diubah menjadi glikogen yang ditimbun dalam sel-sel hepar atau dalam sel-sel otot. Pada praktikum ini akan diamati granula glikogen pada hepatocytus (sel hepar) dengan pewarnaan PAS. Pada preparat terlihat sel-sel hepar berbentuk poligonal berderet-deret tersusun radier mengelilingi vena centralis. Granula glikogen terletak dalam sitoplasma tersebar berupa butiran-butiran berwarna merah magenta.

Lemak ditimbun terutama dalam sel lemak. Sel lemak banyak dijumpai pada kulit. Lemak tadi mula-mula ditimbun sebagai tetes lemak yang lama-lama menjadi banyak dan berfusi hingga mendesak sitoplasma dan nukleus ke tepi.

## 2). Butir-butir sekresi

Butir-butir sekresi dapat dijumpai pada sel-sel kelenjar yang menghasilkan sekret. Pada sel-sel ini, sekret yang telah selesai diolah dalam aparatus Golgi sedikit demi sedikit dilepaskan dalam bentuk gelembung-gelembung kecil. Pada tahap akhir sintesis protein untuk tujuan sekresi hasilnya akan dilepaskan dalam vesikel sekretori yang selanjutnya akan menuju ke permukaan sel sebagai butir-butir sekresi. Pada praktikum ini akan diamati butir-butir (granulum) zymogeni pada pars eksokrin pankreas yang berbentuk butir-butir. Asinus tersusun atas sel-sel berbentuk piramidal dengan bagian puncak sel berbatasan dengan lumen asinus. Pada preparat dapat dilihat dengan jelas butir-butir berwarna merah di bagian puncak sel yang tidak lain adalah butir-butir zymogen.

## 3). Pigmen

Pigmen adalah benda-benda dalam sel atau jaringan yang mempunyai warna tersendiri pada waktu masih hidup meski tidak diwarnai. Pigmen berperan penting dalam diagnosis klinik penyakit tertentu, bahkan terkadang merupakan faktor utama yaitu adanya perubahan warna dalam jaringan dari bagian tubuh tertentu. Warna jaringan terutama tergantung pada jenis dan jumlah pigmen yang dikandung. Pigmen selain terdapat sebagai inklusi

mungkin juga terdapat di antara sel-sel. Pigmen berdasar asalnya dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

- a. pigmen endogen, misalnya hemoglobin pada eritrosit, mioglobin pada sel otot, melanin pada kulit.
- b. pigmen eksogen, misalnya debu-debu arang, silikat yang mungkin terdapat dalam pulmo.

### **3. Nukleus**

Salah satu struktur yang tampak dominan di dalam sel eukariot adalah inti sel atau nukleus. Nukleus memperagakan berbagai variasi di dalam hal ukuran, jumlah dalam tiap sel, pola kromatin maupun letaknya di dalam sel. Hal tersebut menyebabkan perbedaan penampilan nukleus dari jaringan satu dengan jaringan yang lain, dari satu jenis sel ke sel lain. Meskipun demikian, nukleus umumnya mempunyai membran inti, kromatin, nukleoplasma dan satu atau lebih nukleolus (anak inti).

#### **a. Membran inti (= selubung nukleus)**

Merupakan membran ganda yang memisahkan nukleus dari sitoplasma. Pada sisi luar membran inti dapat ditempeli ribosom, sehingga ada yang memperkirakan nukleus adalah perluasan retikulum endoplasma yang bergranula. Pada bagian dalam membran dalam dilapisi dengan lamina fibrosa suatu protein yang disebut laminin. Pada beberapa tempat pada membran inti terdapat pori-pori (nuclear pores). Pori-pori ini terikat oleh 8-9 lobuler sub unit yang disebut protein anular, dan setiap porus ditutupi oleh diafragma. Pori-pori itu merupakan lubang penghubung inti sel dengan sitoplasma yang dapat dilewati makromolekul dari inti sel ke luar (ke sitoplasma) dan dari sitoplasma masuk ke dalam inti sel. RNA dari inti sel (mRNA) akan keluar dari sel melalui pori-pori itu.

#### **b. Kromatin**

Di dalam nukleus dapat terlihat adanya butir-butir basofil yang disebabkan oleh adanya kromatin. Kromatin ini berisi DNA sehingga dengan pewarnaan HE tampak berwarna biru. Tiap sel yang berbeda tampak adanya perbedaan mengenai ukuran dan penyebaran butir-butir kromatinnya.

Gambaran nukleus antara interfase dengan mitosis terdapat perbedaan bahwa butir-butir kromatin yang tampak pada interfase menjadi tidak tampak lagi

pada saat mitosis karena kromatin berkondensasi membentuk struktur baru berbentuk benang sebagai kromosom. Telah diketahui bahwa kromosom merupakan bagian nukleus yang membawa gen yang akan menentukan sifat-sifat yang diturunkan dalam bentuk individu yang bersangkutan.

c. Nukleoplasma

Di dalam inti sel terdapat matriks protein yang menyusun plasma inti (=nukleoplasma). Nukleoplasma agak kental dan mengandung butiran-butiran berbagai ukuran dan kerapatan sehingga nukleoplasma tampak lebih rapat elektron daripada sitoplasma.

d. Nukleolus

Dengan mikroskop cahaya, nukleolus terlihat sebagai sebuah atau lebih bangunan basofil dalam sebuah nukleus yang ukurannya lebih besar daripada butir-butir kromatin. Nukleolus tersusun dari protein (84%) dan mengandung RNA (11%) berupa filamen dan granula, serta DNA (5%). RNA di dalam nukleolus terutama adalah RNA ribosom (rRNA) sehingga nukleolus merupakan tempat sintesis prekursor ribosom. rRNA akan keluar dari inti sel melalui pori-pori membran inti.

### **Sel Prokariotik dan sel Eukariotik**

Sel yang memiliki inti dengan berbagai macam organela disebut **sel eukariotik**. Masih ada jenis sel lain seperti bakteri dan ganggang biru dan hijau yang tidak memiliki selubung inti sehingga bahan inti langsung berhubungan dengan sitoplasma. Sel jenis ini disebut **sel prokariotik**. Walaupun virus juga merupakan organisme hidup yang memiliki bahan inti tanpa selubung inti, tetapi karena untuk perbanyakannya masih membutuhkan sel hidup lain maka makhluk ini menempati klasifikasi tersendiri. Untuk jelasnya di bawah ini dirangkumkan mengenai sel Prokariotik dan sel Eukariotik.

### KLASIFIKASI ORGANISME HIDUP DAN SEL

KERAJAAN (KINGDOM)	MONERA	PROTISTA	FUNGI	PLANTAE	ANIMALIA
Organisme	Bakteria	Protozoa	Lumut lendir	Algae hijau	metazoa
Representatif	Algae biru hijau	krisofita	Fungi Sebenarnya	Algae merah Algae coklat Biofita	
Klasifikasi sel	Prokariota	←	—	→ Trakeofita	

### PERBANDINGAN ORGANISME SEL PADA PROKARIOTA DAN EUKARIOTA

	PROKARIOTA	EUKARIOTA
Selubung nukleus	Bakteri, algae hijau- biru, mikoplasma	Protozoa, algae lain, metafita metazoa
DNA	-	+
Kromosom	Telanjang	Kombinasi dengan protein
Nukleolus	Tunggal	Ganda (multipel)
Pembelahan	-	+
Ribosom	Amitosis	Mitosis/meiosis
Endomembran	70S (50S + 30S)	80S (60S + 40S)
Mitokondria	-	+
Kloroplast	(Enzim respirasi dan fotosintetik pada membran plasma)	+
Dinding sel	-	(pada sel tumbuhan)
Eksositosis & endositosis	Nonselulose	Selulose (hanya pada tumbuhan)
Lokomosi	-	+
	Fibril tunggal, flagela	Silia dan flagela

## C. Petunjuk Pelaksanaan Praktikum

### SITOLOGI

#### CARA KERJA:

- Gunakanlah lensa obyektif lemah (10x) terlebih dahulu setiap kali akan memulai mengamati preparat dengan mikroskop.
- **Tidak diperbolehkan** langsung menggunakan perbesaran kuat (40x, 100x)!
- Jika sudah mengganti perbesaran mikroskop dengan lensa obyektif kuat, **tidak diperbolehkan** memutar pengatur kasar (makrometer)

#### 1. Sel

No. Sediaan : -

Organ yang dipakai : ujung akar *Alium cepa*

Teknik pewarnaan : Orcein

#### Perhatikan :

Dengan perbesaran lemah (4x, 10x) pada bagian dekat ujung akar, terdapat gambaran deretan kotak-kotak kecil berwarna merah keunguan. Setiap satu kotak itu adalah satu sel. Gantilah dengan menggunakan lensa obyektif kuat (40x), maka sel akan tampak lebih jelas, dengan bagian-bagian yang terlihat : dinding sel, sitoplasma (jernih), nukleus (bulat ungu di bagian tengah) dan nukleolus (bulatan kecil di dalam nukleus, berwarna merah).

#### 2. Stereocilia

No. Sediaan : Cy-1

Organ yang dipakai : Testis pada bagian epididymidis.

Teknik pewarnaan : PTAH (Mallory)

#### Perhatikan:

Pada bagian superfisial/permukaan sel tampak stereocilium berupa bangunan seperti rambut berwarna coklat tua. Stereocilium tidak dapat bergerak aktif. Bangunan ini merupakan tonjolan sitoplasma sel ke arah lumen ductus epididymidis.

#### 3. Mitokondria

No. Sediaan : Cy-3

Organ yang dipakai: Ren

Teknik pewarnaan : Acid Fuchsin (Metzner)

Perhatikan :

Struktur mitokondria sebagai batang-batang kecil merah dalam sitoplasma, letak infranuklear berjajar tegak lurus terhadap membrana basalis.

#### **4. Granulum glikogen**

No. Sediaan : Cy-4

Organ yang dipakai : Hepar

Teknik pewarnaan : Periodic Acid Schiff Reaction (PAS)

Perhatikan : Temukan hepatocytus berupa sel berbentuk poligonal berderet-deret tersusun radier mengelilingi vena centralis. Sitoplasma dengan granulum glycogeni yang tersebar, berupa butir-butir berwarna merah magenta (reaksi PAS positif).

#### **5. Granulum zymogeni**

No. Sediaan : Cy-5

Organ yang dipakai : Pancreas

Teknik pewarnaan : Trikhrom (Mallory)

Perhatikaan : Cari pars eksokrin pancreatis yang berbentuk asinus. Asinus tersusun atas sel berbentuk piramidal dengan bagian puncak sel berbatasan dengan lumen sinus.

Perhatikan pada puncak sel-sel asinus terlihat butir-butir merah; butir-butir itu adalah granula zymogen.

#### **6. Mucinogen**

No. Sediaan : Cy-6

Organ yang dipakai : Intestinum tenue

Teknik pewarnaan : PAS

Perhatikan : Carilah lebih dahulu villi intestinalis yang dilapisi oleh epitel kolumner selapis. Exocrinocytus caliciformis/sel piala di sela-sela epithet-liocytus columnaris/epitel kolumner. Teknik ini khusus memperagakan musin yang terdapat di dalam sitoplasma exocrinocytus caliciformis, tercatat berwarna merah magenta karena bereaksi positif dengan teknik PAS.

## **TEXTUS EPITHELIALIS (JARINGAN EPITEL)**

### **Tujuan:**

Memahami macam-macam jenis jaringan epitel, ditemukan pada organ apa dan bagian-bagian dari jaringan epitel dan struktur histologinya.

### **Dasar Teori**

Jaringan tersusun oleh 2 macam komponen pokok, yaitu :

- a. sel yang telah mengalami diferensiasi yang khas,
- b. substansi interselularis yaitu bahan antar sel yang bersifat khas dan merupakan penunjang bagi sel dalam jaringan.

Jaringan epitel ialah jaringan yang terdiri atas deretan sel, tersusun rapat; sel-sel saling dipisahkan oleh substansi interselularis yang sangat sedikit dan tipis. Deretan sel ini melapisi permukaan jaringan atau organ baik dari luar maupun dalam (melapisi rongga suatu organ).

Jaringan epitel tidak berdiri terlepas, tetapi melekat pada jaringan di bawah deretan sel. Jaringan ini dinamakan membrana basalis, tempat sel epitel melekat. Membrana basalis bersifat sebagai berikut:

- a. dahulu membran ini dianggap sebagai kondensasi substansi dasar jaringan ikat di bawah epitel yang langsung berhubungan dengan jaringan epitel. Sekarang membrana basalis dianggap sebagai hasil produksi langsung sel epitel.
- b. membrana basalis sukar dilihat dengan mikroskop optik dengan teknik pewarnaan HE. Dengan pewarnaan PAS dan impregnasi perak membrana dapat diperagakan.
- c. membrana basalis bersifat permeabel, sehingga zat makanan dari jaringan di bawahnya dapat mencapai epitel melalui membrana ini.

Mikrograf elektron memperlihatkan, bahwa membrana basalis tersusun oleh:

- a. Lamina basalis: ini merupakan lapisan di bawah sel epitel, setebal 500-800 Å terdiri atas filamen-filamen tipis dengan diameter 30-40 Å. Filamen membentuk anyaman dalam substansi dasar membrana basalis dan berhubungan langsung dengan membrana dasar sel epitel terdekat.
- b. Serabut kecil-kecil sebagai serabut retikuler, di sebelah luar lamina basalis. Lapisan ini dinamakan lamina fibroreticularis.

- c. Substantia fundamentalis atau substansi dasar yang mengandung protein polisakarida.

## **PEMBENTUKAN DAN PERKEMBANGAN EPITEL**

Epitel berasal dari lembaran embrio, baik ektoderma (misal: epitel permukaan kulit tubuh), endoderma (misal: epitel dinding duodenum) maupun mesoderma (misal: mesothelium).

Terjadilah epitel pelapis suatu alat atau rongga alat. Dalam perkembangannya, pada suatu tempat epitel dapat melekok, menjadi batang atau pipa, sehingga misalnya terjadi kelenjar dengan epitel kelenjar.

Epitel mengalami pembaharuan cepat (pada usus: setiap 2-5 hari) atau lambat (pada pankreas setiap 50 hari). Pada epitel berlapis, sel-sel dekat membrana basalis mengalami mitosis. Suatu jenis jaringan epitel kadang-kadang dapat berubah menjadi epitel lain yang bersifat reversibel. Perubahan ini dinamakan metaplasia.

Jaringan epitel dibagi menjadi 2 kelompok:

1. Epitel pelapis : epithelium superficiale bersifat membrana atau lembaran.
2. Epitel kelenjar : epithelium glandulare

### **I. EPITEL PELAPIS : EPITHELIUM SUPERFICIALE**

Epitel dapat dikelompokkan dan diberi nama berdasarkan patokan tertentu:

1. Berdasar bentuk sel epitel dikenal dengan epithelium squamosum dengan sel epitel berbentuk pipih, epithelium cuboideum dengan sel epitel berbentuk kuboid, epithelium columnare dengan sel epitel berbentuk kolumner
2. Berdasar jumlah lapisan sel epitel
  - a. Epithelium simplex: selapis
  - b. Epithelium stratificatum: berlapis. Pada epitel berlapis, hanya sel-sel di bagian basal saja yang bertumpu pada membrana basalis.
  - c. Epithelium pseudostratificatum : berlapis semu. Melihat letak deretan inti sel-sel, seakan-akan epitel ini berlapis, tetapi sebenarnya selapis, sebab semua sel bersandar pada membrana basalis; hanya ukuran tinggi sel-sel berbeda-beda.
  - d. Epithelium transitionale : epitel peralihan. Jenis epitel ini terutama dimiliki oleh alat berongga yang dapat mekar jika bertambah isinya. Oleh karena itu bentuk sel berlapis yang kolumner dapat berubah menjadi kuboid rendah jika

organ penuh isinya. Ciri khas epitel ini adalah bahwa lapisan permukaan yang membatasi lumen dilengkapi dengan sel-sel khusus berbentuk bulat.

3. Berdasar jumlah dan bentuk sel epitel

- a. Epithelium simplex squamosum: epitel selapis pipih. Contoh : lapisan luar capsula glomeruli pada ren.
- b. Epithelium simplex cuboideum : epitel selapis kuboid. Contoh : epitel folikel glandula tiroid.
- c. Epithelium simplex columnare : epitel selapis kolumnar. Contoh : epitel usus.
- d. Epithelium stratificatum squamosum : epitel berlapis pipih. Oleh karena berlapis dan tebal, maka ada kemungkinan timbul gangguan nutrisi, sehingga dikenal epithelium stratificatum squamosum cornificatum yang mengalami penandukan. Epithelium stratificatum squamosum non-cornificatum tanpa penandukan. Epitel yang dijumpai pada epidermis kulit tubuh kita ini menunjukkan gambaran berlapis-lapis sebagai berikut :
  - stratum basale : lapisan dasar, sel kolumnar atau kuboid
  - stratum intermedium : lapisan tengah, sel bersudut banyak (polihedral).
  - stratum superfisial : lapisan permukaan, sel-sel pipih, menanduk atau tidak.
- e. Epithelium stratificatum cuboideum: epitel selapis kuboid. Contoh: kelenjar keringat, folikel ovarium yang sedang berkembang.
- f. Epithelium stratificatum columnare: epitel berlapis kolumnar. Contoh: fornix conjunctivae palpebrae.

## II. EPITEL KELENJAR ATAU EPITHELIUM GLANDULARE

### Batasan

Sel epitel yang mampu mengeluarkan sekret disebut sel kelenjar atau epitheliocytus secretoris (glandulocytus). Jika sel-sel ini membentuk epitel maka terbentuklah epithelium glandulare. Epitel ini bersama dengan jaringan lain dapat membentuk kelenjar atau glandula.

1. Jenis glandula

- a. Glandula exocrina : kelenjar eksokrin ini melepaskan sekret melalui saluran kelenjar (ductus excretorius) (misal: kelenjar ludah) atau langsung dalam rongga alat berdekatan (misal: kelenjar pada dinding usus). Butir sekret atau granulum secretorium dapat berupa: granulum mucigeni: akan menjadi

mucus, granulum zymogeni: akan menjadi enzim. Sel penghasil sekret dinamakan exocrinocytus.

- b. Glandula endocrina : kelenjar endokrin ini melepaskan sekret langsung ke dalam pembuluh darah atau limfa dan diangkut ke alat atau jaringan sasaran.

Contoh: glandula tiroid, glandula suprarenalis. Sel penghasil sekret atau hormon dinamakan endocrinocytus.

2. Berdasarkan jumlah sel kelenjar

- a. Glandula unicellularis : hanya tersusun oleh satu sel, contoh : exocrinocytus caliciformis (calix = piala, cangkir) : sel piala atau sel cangkir atau " goblet cell" pada epitel usus.
- b. Glandula multicellularis : terdiri atas banyak sel, umumnya membentuk glandula.

Catatan: sel kelenjar yang menghuni epitel, di sela-sela sel epitel lain juga dinamakan glandula intra epithelialis.

Pada glandula exocrina multicellularis, bagian ujung awal kelenjar disebut portio terminalis.

Bagian ini dapat berbentuk aneka ragam:

- a. acinus: berbentuk kantong dengan dinding tebal tersusun oleh sel tidak sama tinggi, rongga sempit seperti rongga pipa
- b. alveolus: berbentuk kantong dengan dinding tersusun oleh sel sama tinggi, rongga melebar menyebabkan bentuk serupa balon
- c. tubulus : berbentuk pipa dinding tersusun oleh sel sama tinggi, rongga sempit

Portio terminalis ini dapat bersifat

- a. tidak bercabang, sehingga didapatkan glandula exocrina simplex,
- b. glandula acinosa simplex,
- c. glandula alveolaris simplex,
- d. glandula tubulosa simplex,
- e. bercabang-cabang, terbentuklah glandula exocrina ramosa,

- f. berbentuk campuran terbentuklah glandula compositum,
  - g. glandula tubuloacinosa,
  - h. glandula tubuloalveolaris.
3. Berdasarkan cara pembentukan dan pelepasan sekret dikenal
    - a. Glandula merocrina: isi lain sel kelenjar tidak diikutsertakan dalam sekret, sehingga sel sama sekali tidak rusak. Contoh: pars exocrina pancreatis.
    - b. Glandula holocrina: semua isi sel diikutsertakan dalam sekret. Contoh: glandula sebacea (kelenjar minyak).
    - c. Glandula apocrina: pada sekret diikutsertakan isi bagian puncak sel, sehingga puncak sel menjadi rusak. Contoh: glandula sudorifera (kelenjar keringat).
  4. Berdasar sifat fisik sekret, dikenal
    - a. glandula serosa : sekret cair, serus.
    - b. glandula mucosa : sekret lebih pekat, mukus (serupa lendir).
    - c. glandula seromucosa : sekret setengah cair pekat.

### III. HUBUNGAN ANTAR SEL-SEL EPITEL

Pada epitel, cara perlekatan satu sel dengan sel lain yang berdekatan bermacam-macam. Hubungan antar sel yang disebut *junctio intercellularis* ada 2 macam:

- a. *junctio intercellularis simplex* : sederhana, berupa gambaran serupa jari-jari kedua tangan yang saling terjalin, disebut *junctio intercellularis digitiformis*.

Sifat-sifat:

- 1) tonjolan cytoplasma sel-sel sebagai jari-jari saling terjalin.
- 2) hubungan biasa dijumpai pada sisi samping sel-sel yang berdampingan
- 3) fungsi: memperluas dan memperkuat perlekatan antar sel.

Contoh: *epithelium stratificatum cornificatum*.

- b. *junctio intercellularis complex*

- 1) dijumpai pada sisi samping bagian puncak sel berdampingan.
- 2) dulu disebut "terminal bars"
- 3) mikroskop elektron menunjukkan ada 3 jenis hubungan yang berbeda

- **zonula occludens**

- a. terletak pada permukaan sekali

- b. celah antara 2 sel sangat sempit karena membrana sel melebur
- c. mempunyai daya penutup, sehingga bahan ekstra sel tidak mungkin melintas dari bagian permukaan ke bagian dasar epitel.
- **zonula adherens**
  - a. merupakan daerah padat elektron pada mikrograf elektron
  - b. di bawah zonula occludens
  - c. jarak antara membrana kedua sel: 20-90 nm
  - d. bagian dalam membran sel dilengkapi dengan filamen halus, yang berjajaran dan berakhir di situ.
- **macula adherens**
  - a. disebut juga desmosoma
  - b. terletak di bawah zonula adherens
  - c. bagian dalam membrana sel di sini menebal, tampak gelap, padat. Dari arah sitoplasma secara konvergen datanglah tonofilamenta halus ke tempat hubungan tersebut.
  - d. contoh : epithelium simplex columnare.
- **macula communicans**
  - a. dulu disebut "gap junction"
  - b. terdapat sebagian celah antara endotheliocyt pada dinding kapiler. Sel ini banyak memiliki microfilamenta kontraktil, sehingga diduga sel sendiri juga kontraktil. Ini berakibat bahwa lembah celah tersebut dapat diatur sesuai dengan keperluan pertukaran zat melalui dinding kapiler.

#### IV. BANGUNAN KHUSUS PADA PERMUKAAN SEL EPITEL

1. Microvillus
  - a) Tonjolan cytoplasma seperti jari-jari, berderet-deret, berukuran sama panjang.
  - b) Fungsi: memperluas permukaan sel untuk absorpsi.
  - c) Contoh: sel epitel usus.
  - d) Sel epitel disebut: epitheliocytus microvillus.

## 2. Cilia (lihat bab cellula di muka)

Pada mikrograf elektron dapat dipelajari bahwa ada dua macam cilium

### a. Kinocilia: dapat bergerak aktif

jenis cilium ini dalam sel berpangkal pada corpusculum basale yang dibentuk oleh centriolum.

Cilium sendiri tersusun oleh microtubuli yang terakit sebagai berikut:

1) pada corpusculum basale, seperti pada corpusculum basale, microtubule merupakan sembilan buah berkas, masing-masing terdiri atas 3 microtubuli (triplomicrotubulus) membujur di perifer.

2) pada cilium sendiri microtubuli membuat dua jenis rakitan:

a) di pusat : 2 microtubuli membentuk berkas pusat, dinamakan filamentum axiale, terdiri atas diplomicrotubulus centralis.

b) di perifer dijumpai 9 berkas, masing-masing tersusun oleh 2 microtubuli diplomicrotubulus periphericus.

Berkas yang menjadi ciri khas cilia dan flagella dan memenuhi rumus 9+2 ini sering dinamakan axonema.

Epitheliocytus ciliatus ini misalnya dijumpai pada epitel saluran pernapasan.

Catatan: flagela mempunyai struktur sama dengan cilia, hanya flagela berbentuk panjang dan umumnya hanya terdapat 1-2 buah pada sel.

Contoh flagela : spermatozoon.

### b. Stereocilium

1) tidak dapat bergerak aktif

2) istilah ini sebenarnya kurang tepat, sebab bukanlah cilium karena:

3) tidak tersusun oleh microtubule

4) tidak ada corpusculum basale

5) pada hakekatnya adalah microvillus panjang-panjang, saling bergandengan melalui anastomosis.

6) contoh: ductus epidymidis. Karena itu sel epitel yang kolumnar semu berlapis di situ sekarang disebut : epitheliocytus microvillosus (bukan: epitheliocytus ciliatus).

## **V. MYOEPITHELIOCYTUS**

Sel ini kadang-kadang dijumpai pada dinding kelenjar, misalnya kelenjar ludah, payudara.

Sifat:

- a. terdapat antara kutub dasar epitel kelenjar dan membrana basalis.
- b. berbentuk bintang memeluk sel kelenjar
- c. mengandung filamentum kontraktil, sehingga pada kontraksi sel ini dianggap ikut membantu "memeras" sekret keluar dari kelenjar. contoh: sel ini diperagakan pada kelenjar ludah.

## **VI. SYNCITIUM**

Pada pembentukan epitel batas samping pada sel-sel dapat mengabur, sukar dilihat, sehingga pada pemeriksaan sediaan rutin yang dipulas dengan HE sifat epitel hanya dapat dikenal dengan melihat inti-inti yang berderet-deret. Epitel dengan batas sel mengabur dinamakan syncitium.

Contoh: villi choriales placenta; disini epitel tersusun oleh dua lapis epitel

1. cytotrophoblastus: epitel dasar; batas sel nyata.
2. syntiotrophoblastus : epitel permukaan, bersifat syncitium.

## **VII. FUNGSI JARINGAN EPITEL**

1. Sebagai penutup dan pelindung; contoh : epitel kulit tubuh.
2. Sebagai alat absorpsi; contoh : epitel usus
3. Sebagai alat sekresi; contoh : epitel kelenjar
4. Sebagai alat indra; contoh : epithelium sensorium.

## **Petunjuk Pelaksanaan Praktikum**

### **TEXTUS EPITHELIALIS (JARINGAN EPITEL)**

#### **1. Epithelium simplex squamosum/epitel selapis pipih**

No. Sediaan : E-1a

Organ yang dipakai : REN, pada corpusculum renale

Teknik pewarnaan : Hematoksilin-eosin (H.E.)

Perhatikan:

Cari pada cortex renale, bangunan bulat-bulat di antara tubulus renalis yang dikenal sebagai corpusculum renale. Cari capsula glomeruli paries externa pada corpusculum renale. Epitheliocytus berbentuk pipih, selapis dengan nucleus pipih.

#### **2. Membrana basalis**

No. Sediaan : E-1b

Organ yang dipakai : REN, pada corpusculum renale

Teknik pewarnaan : PAS

Perhatikan :

Amati sel-sel epitel, dapat juga pada bangunan yang dikenal sebagai corpusculum renale. Perhatikan membrana basalis, tempat sel epitel bersandar, berwarna merah magenta karena bereaksi positif dengan teknik PAS.

#### **3. Epithelium simplex cuboideum/epitel selapis kuboid**

No. Sediaan : E-2

Organ yang dipakai : Glandula tiroid

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Folikel glandula tiroid berbentuk bulat berisi massa koloid. Setiap folikel disusun oleh epitheliocytus berbentuk kuboid, selapis memiliki sebuah nukleus berbentuk bulat, terletak di pusat sel.

#### **4. Epithelium simplex columnare/epitel selapis kolumnar**

No. Sediaan : E-3

Organ yang dipakai : Intestinum tenue

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah tunica mucosa yang membatasi lumen intestinum tenue. Tunica mucosa membentuk tonjolan seperti jari yang disebut villi intestinalis. Permukaan villi intestinalis dilapisi sederetan sel, seragam ukurannya, membentuk epithelium simplex columnare, berbentuk silinder, selapis. Nukleus berbentuk bujur telur dengan aksis tegak lurus membrana basalis.

Coba temukan limbus striatus pada permukaan sel epitel. Exocrinocytus caliciformis atau sel piala tampak di sana-sini antara sel epitel. Sel piala merupakan modifikasi sel epitel kolumnar, mengandung mucin yang dengan teknik pewarnaan HE tampak jernih, tidak terwarnai.

### **5. Epithelium pseudostratificatum columnare/epitel semu berlapis kolumnar**

No. Sediaan : E-4

Organ yang dipakai : Testis pada ductus epididymidis

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah ductus epididymidis merupakan saluran kecil-kecil dilapisi epitel pseudostratificatum columnare. Deretan sel epitel yang sebenarnya satu lapis, namun karena ukuran tinggi sel tidak sama, maka tampak seakan-akan berlapis, lebih-lebih jika diperhatikan letak nucleus yang berbeda-beda. Semua epithelium cytus berbentuk kolumnar bersandar pada membrana basalis, namun tidak semua sel mencapai rongga ductus.

### **6. Epithelium stratificatum squamosum noncornificatum/epitel berlapis pipih tidak menanduk**

No. Sediaan : E-5

Organ yang dipakai : Oesophagus pada bagian tunica mucosa

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah tunica mucosa yang membatasi lumen oesophagus terdiri atas sel epitel yang berlapis-lapis. Jika diperhatikan secara keseluruhan, maka epitel tersusun oleh 3 lapisan, yaitu:

- stratum superficiae/lapisan permukaan, membatasi rongga usus; sel-sel dan nukleus berbentuk pipih.
- stratum intermedium/lapisan tengah dengan sel-sel berbentuk polihedral (bersudut banyak).
- stratum basale/lapisan dasar dengan sel-sel kuboid atau kolumner rendah, bersandar pada membrana basalis.

### **7. Epithelium stratificatum squamosum cornificatum/epitel berlapis pipih menanduk**

No. Sediaan : E-6

Organ yang dipakai : Kulit telapak kaki/tangan

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah permukaan terluar kulit yang terdiri atas sel epitel yang berlapis-lapis. Epitel di sini memperlihatkan 3 lapisan pula seperti pada sediaan no. E-5 dengan tambahan di sebelah luar epitheliocytus superficialis terdapat lapisan sel yang telah mengalami cornificatio atau penandukan. Sel-sel di sini telah mengalami degenerasi, kehilangan nucleus dan organela lain, dan di dalam sitoplasma dideposisi keratin (zat tanduk).

### **8. Epithelium stratificatum columnare /epitel berlapis kolumner**

No. Sediaan : E-7

Organ yang dipakai : Palpebra pada fornix conjunctivae

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah fornix conjunctivae palpebrae yang dilapisi sel epitel berlapis-lapis. Stratum superficiae terdiri atas sel-sel berbentuk kolumner, memiliki inti berbentuk oval dengan aksis inti tegak lurus permukaan epitel. Letak inti lebih dekat pada bagian basal sel. Stratum intermedium terdiri atas sel berbentuk poligonal, dengan inti bulat. Stratum basale terdiri atas sel-sel berbentuk kuboid atau kolumner rendah.

## **9. Epithelium transitionale**

No. Sediaan : E-8

Organ yang dipakai : Vesica urinaria pada bagian tunica mucosa

Teknik pewarnaan : H.E.

Perhatikan :

Carilah lumen vesica urinaria yang dilapisi sel berlapis-lapis. Epitel ini sesungguhnya tergolong epitel berlapis tersusun oleh :

- stratum superficiale pada sediaan ini alat sedang mengempis, sehingga sel permukaan melengkung, membulat, ke arah lumen. Jika alat berisi penuh dan mekar, terdiri atas sel berbentuk pipih.
- stratum intermedium menempati bagian tengah terdiri atas sel berbentuk seperti buah "peer".
- stratum basale bersandar pada membrana basalis, terdiri atas sel berbentuk kuboid.

## **TEXTUS CONNECTIVUS (JARINGAN IKAT)**

### **Tujuan:**

Memahami macam-macam jenis jaringan ikat, ditemukan pada organ apa dan bagian-bagian dari jaringan ikat dan struktur histologinya.

### **Dasar Teori**

Textus connectivus adalah suatu jaringan yang tersusun oleh dua komponen

- a. komponen sel: bermacam-macam.
- b. substantia intercellularis atau matriks, yang bertugas menghubungkan dan mengikat sel-sel, jaringan-jaringan dan organ, sehingga jaringan ikat mampu memberi sokongan dan bentuk kepada organ atau tubuh. Peranan substantia intercellularis ialah memberikan kedudukan terpenting kepada matriks sebagai komponen terpenting dalam jaringan ikat.

### **1. KOMPONEN SEL**

Sel jaringan ikat dinamakan cellula textus connectivi.

Jenis :

1. Fibroblastocytus (fibroblastus) :

Fungsi fibroblastocytus menghasilkan matriks yang berupa:

- a. substansia dasar sebagai glikosaminoglikan dan glikoprotein.
- b. mensintesis serabut kolagen, elastik dan retikuler.

Fibroblastus dalam keadaan tidak aktif disebut fibrocytus. Dibandingkan dengan fibroblastus maka fibrocytus:

- a. ukurannya lebih kecil, berbentuk kumparan
- b. memiliki processus cellularis lebih sedikit dan pendek
- c. sitoplasma berisi reticulum endoplasmicum lebih sedikit, asidophilik
- d. nukleus agak memanjang dan lebih kecil.

2. Mastocytus

- a. Sel berbentuk bulat atau bujur telur

- b. Sitoplasma berisi granula basophilik yang bersifat metachromatis, artinya: apabila diwarnai maka warna yang ditampilkan tidak sesuai dengan warna zat pewarna yang dipakai.
  - c. Sifat metachromasi ini disebabkan karena granula dalam cytoplasma mengandung banyak senyawa asam ialah glikosaminoglikan sulfat yang berupa heparin.
  - d. nukleus bundar di pusat sel.
  - e. fungsi: menghasilkan heparin, histamin dan ECFA (*Eosinophil Chemotoxic Factor of Anaphylaxis*). Histamin dan ECFA merupakan mediator yang jika dilepaskan oleh sel dapat meningkatkan reaksi alergi.
3. Plasmocytus : jumlah hanya kecil
- a. sel besar, bujur telur
  - b. nukleus bundar letak eksentrik nucleoplasma memiliki granulae chromatini padat, berselang-seling dengan yang kurang padat, menyusun bangunan khas mirip ruji roda.
  - c. sitoplasma: basofil, kaya reticulum endoplasmicum
  - d. fungsi: menghasilkan imunoglobulin sebagai antibodi.
4. Reticulocytus :
- a. sel berbentuk bintang: cellula stellata, dengan processus cellularis yang saling bergandengan.
  - b. nukleus: bujur telur di pusat sel.
  - c. fungsi: menghasilkan serabut retikuler: fibra reticularis, beranyaman di sekitar sel, sehingga sel tampak makin jelas. Sel dapat melakukan fagositosis sehingga digolongkan ke dalam makrofag.
5. Pericytus :
- Oleh karena terdapat sepanjang kapiler darah, sel ini juga disebut periangiocytus.
- a. berbentuk kumparan fusiformis mirip sel otot polos.
  - b. processus cellularis panjang-panjang, melilit sel dinding kapiler.
  - c. fungsi: belum jelas; diduga dapat membentuk jenis sel lain.

## 6. Leucocytus :

Pada umumnya berasal dari kapiler atau venula dengan menembus sela-sela endotheliocytus. Dapat dikenal beberapa jenis:

- a. Neutrophilicus
- b. Eosinophilicus
- c. Basophilicus
- d. Lymphocytus

## 7. Macrophagocytus, sering disingkat dengan macrophages

Ada 2 macam:

- a. Macrophagocytus stabilis :
  - disebut histiocytus. Nama terakhir kurang tepat dan menyesatkan.
  - sel berbentuk ovoid atau bintang, tidak mengembara.
- b. Macrophagocytus nomadicus :
  - disebut "nomadicus" karena mengembara.
  - bentuk amuboid. Fungsi: termasuk sistem makrofag, melakukan fagositosis.

## 8. Adipocytus atau sel lemak

- sel lazim bersudut banyak.
  - sitoplasma mengandung tetesan lemak, sehingga cytoplasma maupun nukleus terdesak memipih ke tepi sel. Pada pembuatan sediaan dengan teknik parafin, maka sel tampak kosong, sebab lemak terlarut hilang. Dengan teknik osmium tetroksida, lemak dalam sel tampak kehitam-hitaman.
  - Berdasar jumlah tetesan lemak dalam sitoplasma, dikenal :
    - a) adipocytus uniguttularis: (gutta=tetes): sel lemak bertetes satu.
    - b) adipocytus multiquttularis: sel lemak bertetes banyak.
- Fungsi: sebagai gudang cadangan lemak.

## 9. Cellula pigmentosa : sel pigmen.

Sel pigmen berisi pigmentum, maka dinamakan juga chromatophorocytus.

- a) sel berbentuk tidak teratur; processus cellularis bercabang-cabang.
- b) fungsi dan jenis: sel ini menghasilkan pigmentum beraneka ragam; contoh:
  - 1) melanophorocytus : menghasilkan melanium

- 2) hemosiderophorocytus : menghasilkan hemosiderin
- 3) lipochromophorocytus : menghasilkan lipochrom

## II. KOMPONEN SUBSTANTIA INTERCELLULARIS

Substantia intercellularis atau matriks tersusun oleh 3 komponen pokok :

1. cairan tubuh : mirip dengan plasma darah.
2. substantia fundamentalis cairan kental, amorf, homogen, transparan. tersusun oleh glikosaminoglikan, suatu proteoglikan yang asam.
3. fibrae atau serabut-serabut:

### a. Fibra collagenosa atau serabut kolagen

- 1) berupa berkas tebal, bergelombang, tidak bercabang, jumlah terbesar. Jika berpadatan, memberi wajah keputih-putihan (misal: dalam tendo dan aponeurosis).
- 2) tidak elastis, mempunyai rentang kuat.
- 3) serabut terutama tersusun oleh asam amino.
- 4) kolagen terdiri atas 3 fraksi, tergantung pada sifat daya larut yang berbeda-beda, jika diteliti pada waktu pembentukan kolagen:
  - fraksi I : mengandung tropokolagen yang belum mengalami polimerisasi, dapat larut dalam larutan netral yang baru saja dibuat.
  - fraksi II : dapat larut dalam asam.
  - fraksi III : tidak dapat larut (kecuali dengan cara drastis).
- 5) kolagen terdiri atas subunit protein dinamakan tropokolaczen yang mengalami polimerisasi. Dengan mikroskop cahaya serabut kolagen tampak asidofil, berwarna merah muda dengan pewarnaan eosin, biru dengan pewarnaan Mallory's trichrome.
- 6) fungsi: mempertahankan jaringan terhadap tarikan, pukulan, tekanan yang kuat.

### b. Fibra elastica atau serabut elastic

- 1) terdiri dari 3 tipe serabut yaitu oxytalan, elannin dan elastik.
- 2) sebagai pita pipih, tipis, bercabang-cabang, membentuk:
  - a) rete elasticum: anyaman elastis seperti jala (rete = jala).
  - b) lamina elastica: (lamina = lembaran) atau membrana elastica. Jika lembaran ini tebal, maka untuk memungkinkan pertukaran zat, membrana dilengkapi

dengan lobang-lobang: fenestra. Terbentuklah membrana elastica fenestrata (misal: aorta). Mudah dibedakan dari serabut kolagen, karena serabut elastis:

- lebih tipis, tidak bergaris-garis longitudinal (pada serabut kolagen garis-garis ini tampak, karena bersifat membias ganda, isotrop dan anistrop).
- bercabang-cabang, saling bersatu, membentuk jaringan kurang teratur.
- dalam keadaan segar dan berpadatan berwarna kuning, sedangkan kolagen memberi warna putih.
- pada tarikan mudah teregang dan kembali ke keadaan semula.
- pada teknik H.E tampak pucat atau tidak berwarna, tetapi dengan teknik khusus (Verhoeff, resorcin-fuchsin, aldehyd fuchsin dan orsein) serabut tampak ungu atau biru tua.
- mikroskop elektron menunjukkan bahwa serabut elastis terdiri atas 2 komponen:
  - ✓ elastin: amorf, di pusat (sklero-protein).
  - ✓ sarung fibril.

c) fungsi: mempertahankan kelentingan jaringan,

d) mengembalikan bentuk jaringan seperti sediakala setelah jaringan mengalami tarikan atau tekanan kuat.

### **c. Fibra reticularis atau serabut retikuler**

- 1) membentuk anyaman seperti jala (reticulum: jala halus), lebih halus dibandingkan dengan jenis serabut lain.
- 2) dengan teknik H.E tidak dapat dilihat. Dengan P.A.S terjadi reaksi positif kuat. Tampak jelas apabila diperagakan dengan P.A.S dan impregasi perak. Oleh karena mampu mengikat garam perak (Ag), maka serabut ini juga disebut serabut argirofil.
- 3) mengandung kadar hexose tinggi. Protein yang menyusun serabut ini mirip protein kolagen, dinamakan reticulin.
- 4) terutama menjadi kerangka organ hemopoetik (pembuat darah). fungsi:
  - memperkokoh jaringan, terutama pada dinding pembuluh kapiler darah dan limfa dan sinusoideum.
  - merupakan kerangka utama organ hemopoetik.

N.B. Semua jenis serabut di atas dihasilkan oleh fibroblastocytus.

### III. PENGGOLONGAN JARINGAN IKAT

Jaringan ikat dapat digolongkan menjadi :

1. Textus connectivus propria (jaringan ikat sebenarnya) terdiri dari:
    - a. Textus connectivus areolaris
    - b. Textus connectivus collagenosus compactus regularis irregularis
  2. Textus connectivus dengan komponen khas
    - a. Textus connectivus elasticus
    - b. Textus connectivus retikularis
    - c. Textus connectivus adiposus
    - d. Textus connectivus mucous (gelatinosus)
  3. Textus connectivus bersifat menyokong (jaringan ikat penyokong)
    - a. Cartilago (lihat BAB CARTILAGO)
    - b. Tulang (lihat BAB TULANG)
- a. Textus connectivus collagenosus laxus atau jaringan ikat longgar atau textus connectivus areolaris:
- 1) terdapat paling banyak, mengandung semua komponen jaringan ikat:
  - 2) sel terbanyak: fibroblastocytus dan macrophagocytus.
  - 3) serabut:
    - kolagen terbanyak, membentuk berkas.
    - elastis: pipih, tipis, bercabang.
    - reticuler: halus membentuk anyaman.
  - 4) Serabut-serabut berkumpul pada tempat jaringan ini berhubungan dengan jaringan lain.
  - 5) tempat: mengisi ruang di antara serabut dan sarung otot, menyokong jaringan epitel, mengelilingi pembuluh darah dan limfa.
- b. Textus connectivus collagenosus compactus atau jaringan ikat padat.
- Dulu disebut: textus connectivus fibrosus
- 1) komponen sel: terbanyak fibroblastocytus
  - 2) komponen serabut dalam matriks:
    - serabut elastik sangat sedikit
    - serabut kolagen menyolok. Sesuai distribusi serabut kolagen ini dikenal:

- c. Textus connectivus collagenosus compactus regularis: Serabut teratur, paralel.  
Contoh: tendo.
- d. Textus connectivus collagenosus compactus irregularis: tidak teratur.  
Contoh: kulit.
- e. Textus connectivus elasticus
- 1) sel : terbanyak fibroblastocytus.
  - 2) Serabut : serabut elastik tebal., sejajar dan terdapat serabut kolagen di sela-selanya.
  - 3) contoh: dalam:
    - ligamentum flavum di columna vertebralis.
    - ligamantum suspensorium penis.
    -
- f. Textus connectivus reticularis
- 1) sel berasal dari fibroblastocytus: reticulocytus.
  - 2) serabut reticuler menyusun anyaman serupa jala halus.
  - 3) contoh alat hemopoetik.
- g. Textus adiposus (jaringan lemak).  
ciri khas: yang menyolok adalah sel-sel lemak.
- h. Textus connectivus pigmentosus : jaringan ikat pigmen.  
ciri khas: sel pigmen menyolok.
- i. Textus connectivus mucosus
- 1) mengandung banyak substansia dasar amorf terutama asam hyaluronat.
  - 2) mengandung serabut kolagen dan sedikit serabut elastik dan retikuler.
  - 3) contoh: dalam chorda umbilicalis dan dikenal sebagai Nharton's Jelly.

### **FUNGSI UMUM JARINGAN IKAT**

1. Alat pengikat atau penyambung. contoh:
  - a. jaringan epitel diikat pada jaringan ikat di bawahnya.
  - b. jaringan ikat mengisi sela-sela antara alat.

2. Gudang makanan: menimbun air, elektrolit, terutama sodium disimpan pada matriks extra cellular dan lemak disimpan di dalam adipocytus
3. Benteng pertahanan:
  - a. Fisik: viskositas matriks extra cellularis terutama asam hyaluronat merupakan barier terhadap bakteri dan partikel asing.
  - b. Immunologi: sel yang keluar dari pembuluh darah menuju jaringan ikat melalui proses diapedesis akan berperan di dalam sistem imun. Plasmocytus: membentuk antibodi. Macrophagocytus : fagositosis terhadap partikel asing (kuman, dsb) .
4. Pusat reparasi : pada luka, fibroblastus berperan membentuk jaringan baru sebagai jaringan parut.
5. Alat pengangkut: jaringan ikat longgar di sekeliling pembuluh darah dan limfe sebagai sarana transport sari makanan dan metabolit dari dan ke jaringan lain.

Dalam kapiler ada 2 kekuatan kerja terhadap cairan (air):

- a. tekanan hidrostatis darah: mendesak air keluar dari kapiler
- b. tekanan osmosis koloid plasma darah: menarik air masuk dari jaringan ke dalam kapiler.

Jika keseimbangan tersebut terganggu, kandungan air dalam jaringan berlebihan. Timbul gejala edema.

## **Petunjuk Pelaksanaan Praktikum**

### **TEXTUS CONNECTIVUS**

#### **JARINGAN IKAT**

##### **1. Mesenchym (jaringan mesenkimalis)**

No. Sediaan : CT-1

Organ yang dipakai : Embrio

Teknik Pewarnaan : HE

Perhatikan :

Carilah sel penyusun embryo yang masih belum mengalami diferensiasi disebut sel mesenkim, berciri nukleus oval, nukleolus dan kromatin jelas. Sel ini memiliki relatif sedikit sitoplasma yang melanjutkan diri sebagai proses sitoplasmatik. Di sekeliling sel dijumpai substansi dasar dengan sedikit serabut.

##### **2. Textus connectivus mucosus (gelatinosus)/jaringan ikat mukus (gelatinosa).**

No. Sediaan : CT-2

Organ yang dipakai : Funiculus umbilicalis

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Dengan mata biasa, tampak bulatan berdiameter lebih kurang 1 cm dengan 3 bulatan kecil yaitu pembuluh darah. Jaringan ikat mukus terletak sekeliling pembuluh darah. fibroblastus berupa cellula stellata, menyerupai bintang. substantia intercellularis homogen dengan fibrae collagenosae halus, masih terputus-putus, belum membentuk berkas.

##### **3. Textus connectivus areolaris/jaringan ikat longgar**

No. Sediaan : CT-3

Organ yang dipakai : Mesenterium

Teknik pewarnaan : Toluidin biru

Perhatikan

- a. sel-sel, terutama fibroblastus
- b. substantia intercellularis berisi serabut kolagen, berwarna biru, tebal dan berombak, serabut elastik lebih tipis dan bercabang-cabang;
- c. pembuluh darah kapiler dengan endotheliocytus dan periangiocytus. Sepanjang kapiler sering dijumpai mastosit.

**4. Textus connectivus collagenosus compactus irregularis/jaringan ikat padat ireguler.**

No. Sediaan : CT-4

Organ yang dipakai : Kulit kepala

Teknik pewarnaan : Hematoksilin-Resorcin-Anilin Biru

Perhatikan :

- a. fibroblastus dengan inti pipih berwarna coklat tua.
- b. serabut kolagen tersusun padat tidak teratur berwarna biru.
- c. serabut elastik tidak membentuk berkas berwarna coklat merah.

**5. Textus connectivus collagenosus compactus regularis/jaringan ikat padat reguler.**

No. Sediaan : CT-5

Organ yang dipakai : Tendo

Teknik pewarnaan : H.E

Perhatikan :

fibroblastus atau tendosit, substantia intercellularis mengandung serabut kolagen yang membentuk berkas padat sekali yang disebut fasciculus tendinosus, dikelilingi jaringan ikat longgar.

**6. Textus connectivus reticularis/jaringan ikat retikuler.**

No. Sediaan : CT-6

Organ yang dipakai : Nodus Lymphaticus

Teknik pewarnaan : Impregnasi perak ( $\text{AgNO}_3$ ) (da Fano)-Safranin O

Perhatikan :

sel retikuler mempunyai processus cellularis, substantia intercellularis penuh berisi fibra reticularis yang beranyaman membentuk jala dan berwarna hitam. Di antara serabut-serabut terdapat sel-sel terutama lymphocytus, dengan nucleus yang tercat kemerahan.

**7. Textus connectivus elasticus/jaringan ikat elastic.**

No. Sediaan : CT-7

Organ yang dipakai : Ligamentum nuchae

Teknik pewarnaan : Orcein - anilin blue

Perhatikan :

- a. Sel (fibroblastus), inti berwarna coklat ungu perhatikan juga kromatin dan nucleolus.
- b. Substantia intercellularis mengandung :
  - serabut elastik berwarna coklat kekuningan dan tersusun rapat.
  - serabut kolagen warna biru, halus tersusun berkelompok.

**8. Textus connectivus adiposus atau textus adiposus/jaringan lemak.**

No. Sediaan : CT-8

Organ yang dipakai : Kulit

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Pada lapisan subcutis, adipocytus atau sel lemak tampak bergerombol. Adipocytus memberi gambaran seperti cincin stempel, karena bagian sitoplasma yang ditempati lemak telah kehilangan lemak (hilang waktu sediaan dibuat) sedangkan nucleus menepi, dekat membran plasma (ibarat permata cincin).

## **TEXTUS OSSEUS DAN TEXTUS CARTILAGINEUS**

### **Tujuan:**

Memahami macam-macam jenis jaringan tulang dan jaringan tulang rawan, ditemukan pada organ apa dan bagian-bagian dari jaringan tulang dan jaringan tulang rawan dan struktur histologinya.

### **Dasar Teori**

Textus osseus (jaringan tulang) dan textus cartilagineus (jaringan tulang rawan) adalah komponen sistem kerangka tubuh. Struktur khas jaringan ini adalah pada substansi interseulernya yang mempunyai konsistensi relatif keras.

### **A. TEXTUS OSSEUS (JARINGAN TULANG)**

Jaringan tulang adalah komponen sistem kerangka tubuh yang tersusun oleh :

- a. komponen sel: osteocytus, osteoblastocytus, dan osteoclastocytus
- b. komponen substantia intercellularis (matriks ossea): serabut-serabut (kolagen tipe1) dan substantia fundamentalis.

Jaringan tulang memiliki komponen extra celluler yang mengalami kalsifikasi dan osifikasi, sehingga tulang sangat keras dan cocok untuk jaringan penyokong dan perlindungan di dalam kerangka.

#### **1. KOMPONEN SEL**

Sesuai dengan tahap perkembangan dan peranan masing-masing, dikenal :

- a. Osteoblastocytus : atau sel pembentuk tulang.  
Sel tampak berderet-deret serupa epitel, pada sisi pertumbuhan jaringan tulang berbentuk kuboid. Sitoplasma basofil karena kaya akan asam ribonukleat. Sel ini, bersama fosfatasa asam, membentuk protein matriks jaringan tulang. Intinya besar dengan 1 nukleolus besar; mitochondrion seperti benang. Tampak juga complexus Golgiensis, cytocentrum, dan tetes sekret.
- b. Osteocytus: atau sel tulang. Merupakan bentuk masak osteoblastocytus, terkurung di dalam lakuna ossea. Cytoplasma bersifat basofil ringan dengan sedikit mitochondrion, complexus golgiensis; cytocentrum diragukan sebab jika sel sudah terkurung dalam lakuna, sel tidak melakukan mitosis lagi.

Tampak juga tetes lemak dan glikogen. Intinya besar, dengan 1-2 nukleolus.

Chromatin tampak kasar.

Processus cellularis banyak, saling berhubungan dengan processus sel tulang lain yang berdekatan.

c. Osteoclastocytus : atau sel perusak jaringan tulang.

Sel ini disangka berasal dari sel osteogenik, macrophagocytus dan monocytus.

Oleh karena sel berukuran besar juga disebut sek raksasa berinti banyak.

Sel terjadi karena penggabungan beberapa osteoblastocytus. Cytoplasma pucat, sering tampak berbuih.

Nukleus banyak, masing-masing mempunyai nukleolus dan kromatin kasar.

## 2. MATRIKS OSSEA

Matriks yang padat ini mempunyai bahan pokok :

- a. senyawa anorganik, terutama garam calcium dan phosphor, berbentuk bangunan submikroskopik hidroksi apatit:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Unsur lain ialah serupa dengan yang lazim dijumpai dalam cairan tubuh seperti Na, Mg, bikarbonat, sitrat.
- b. senyawa organik berupa kolagen tipe I yaitu osteocollagenus atau osseinum, mengandung glikosaminoglikan yang berhubungan dengan protein, di antaranya osteomukoid glikosaminoglikan berupa khondroitin sulfat dan keratin sulfat. Jika bahan ini dimasak akan menghasilkan gelatin, berupa kolagen matriks yang lunak. Matriks keras dapat dipelajari pada tulang padat, os compactum, lebih-lebih pada irisan melintang.

## ARSITEKTUR JARINGAN TULANG

Jaringan tulang mempunyai arsitektur khas. Dikenal 2 jenis :

1. textus osseus reticulofibrosus: jaringan tulang dengan arsitektur serupa jala.
2. textus osseus lamellaris: jaringan tulang yang menunjukkan gambaran lembaran-lembaran: lamella ossea. Ini baik dipelajari pada irisan melintang tulang panjang pada bagian diaphysis. Lamella yang dibentuk oleh matriks ada beberapa macam:
  - a. lamella circumferentialis externa : konsentris sejajar dengan permukaan luar tulang, berbatasan dengan periosteum.
  - b. lamella circumferentialis interna : konsentris sejajar dengan permukaan dalam tulang, berbatasan dengan endosteum.

- c. lamella osteoni mengitari secara konsentris canalis centralis (Havers). Masing-masing memiliki deretan lacuna ossea yang pada keadaan segar ditempati oleh osteocytus. Tiap lacuna mempunyai lanjutan-lanjutan, ditempati oleh processus cellularis osteocytii, dinamakan canaliculi ossea. Tiap canaliculus osseus berhubungan dengan canaliculus lacuna berdekatan. Matriks juga ditembus oleh canalis perforans (Volkmann) yang arahnya tegak lurus dengan permukaan tulang. Kedua jenis saluran tersebut pada tulang segar terutama berisi pembuluh darah yang membawa sari makanan, dan saling berhubungan. Dengan demikian terjadi suatu sistem, dinamakan osteonum, terdiri atas:
- 1) lamella ossea
  - 2) canalis centralis
  - 3) sistem osteocytus yang konsentris
- d. lamella interstitialis: lamella ini menghubungkan osteonum satu dengan lain. Matriks juga dilintasi oleh berkas kolagen yang datang dari periosteum, dinamakan fibrae perforans (Sharpey).

## **PERIOSTEUM DAN ENDOSTEUM**

Kalau periosteum membungkus tulang dari luar, maka endosteum membatasi tulang dari cavitas medullaris.

Susunan pokok serupa perichondrium:

- a. lapisan, disini disebut :
  - stratum fibrosum
  - stratum osteogenicum
- b. sel mesenchyma yang berubah menjadi osteoblastocytus dinamakan sel osteogenik.
- c. berkas kolagen meninggalkan bungkus: fibrae perforantes (Sharpey).

## **OSTEO(HISTO)GENESIS**

Proses kejadian, pertumbuhan dan perkembangan normal tulang dibagi 2, yaitu :

1. Osteocrenesis membranacea Pada cara ini jaringan tulang langsung dibentuk dari jaringan ikat mesenchyma. Pada tempat jaringan tulang akan terbentuk, fibroblastocytus mesenchymalis berkembang menjadi osteoblastocytus, yang menghasilkan osteocolagenus, yang segera ditimbuni garam-garam dari aliran

darah. Matriks ini mengurung sel, yang kelak menjadi osteocytus. Sel ini menjadi terkurung dalam lacuna ossea. Matriks makin mengeras; mula-mula berbentuk pulau-pulau, yang dinamakan os membranaceum primarius. Pertumbuhan makin meluas menyebabkan pulau-pulau tulang melebur menjadi satu : os membranaceum secundarius. Pertumbuhan lanjut berlangsung secara aposisi atau berlapis-lapis ke arah tegak lurus, mendatar dan radial, setiap kali diselang-seling dengan resorpsi. Contoh : tulang atap kepala.

2. Osteogenesis cartilaginea Jaringan tulang tidak langsung terjadi dari jaringan ikat mesenchyma, melainkan melalui tahap jaringan kartilago. Pada tempat jaringan tulang akan terbentuk, fibroblastocytus mesenchymalis berkembang, berubah tabiat menjadi chondroblastocytus, yang menghasilkan matriks cartilago. Chondrocytus yang terjadi terkurung dalam lacuna cartilaginea. Terjadilah model cartilago. Penulangan (osifikasi) kemudian terjadi melalui 2 cara:

a. Osteogenesis perichondralis Ini terjadi pada model cartilago hyalina yang akan menjadi tulang. Terjadi 2 peristiwa pokok :

i. chondrocytus pada model mengalami hypertrofi dan kehancuran. Terjadilah lacunae yang meluas, saling terpisah oleh sekat-sekat matriks yang mengapur

ii. lacunae dimasuki kapiler darah, berasal dari perichondrium, membawa sel osteogenik, yang akan berubah menjadi osteoblastocytus. Sel terakhir menghasilkan matriks baru pada matriks cartilaginea yang mengapur. Terjadilah centrum ossificationis primarium atau pusat penulangan primer. Ini terjadi pada diaphysis tulang, sehingga juga dinamakan centrum ossificationis primarium diaphysiale. Pergantian matriks cartilaginea oleh matriks ossea mulai terjadi di bawah perichondrium. Ikut aliran darah, masuk pulalah osteoclastocytus, yang merusak jaringan tulang.

Osteoclastocytus di pusat diaphysis membentuk rongga sumsum sementara: cavitas medullaris primarium ini meluas ke arah epiphysis. Perichondrium menjadi periosteum. Sementara itu dengan cara yang sama, di pusat epiphysis terjadi juga pusat penulangan: centrum ossificationis secundarium epiphysiale. Proses penulangan ini meninggalkan sisa jaringan cartilago di dua tempat :

1. fascia articularis, pada ujung sendi.
2. di perbatasan epiphysis dan diaphysis, yang dinamakan cartilago epiphysialis.

Pada daerah terakhir inilah akan terjadi ossificatio endochondralis.

b. ossificatio endochondralis. Proses penulangan ini akan menggantikan cartilago epiphysialis menjadi jaringan tulang. Pada perkembangan ini, maka pada cartilago epiphysialis tampak beberapa daerah, seperti tiang-tiang, berurutan dari arah epiphysis ke diaphysis, sebagai berikut:

1. zona reservata: daerah cadangan sel cartilaga
2. zona proliverativa : sel kartilago mengalami proliferasi (mitosis), teratur bertumpuk membentuk tiang berjajar: columella chondrocyti.
3. zona hypertrophica: terisi chondrocytus hypertrophicus yang membentuk fosfatasa alkalis. Mulai tampak pengapuran.
4. zona resorbens: terjadi proses resorpsi. Kartilago yang mengapur sebagai cartilago calcificata menunjukkan adanya rongga-rongga, dinamakan cavitas cartilaginea, yang saling dibatasi oleh sekat-sekat: trabecula cartilaginea. Makin ke arah diaphysis, chondrocytus makin mengalami atrofi.
5. zona ossificationis : atau daerah penulangan. Aliran darah dari endochondrium membawa sel osteogenik, yang berubah menjadi osteoblastocytus. Sel membentuk matriks. Penulangan diikuti oleh resorpsi yang dilakukan oleh osteoclastocytus. Terjadilah cavitas medullaris yang dibatasi oleh trabecula ossea primaria. Aliran darah juga membawa garam-garam. Terjadilah pengapuran. Matriks yang membentuk lamella menghasilkan os endochondrale lamellosum, berisi rongga sumsum banyak, saling dibatasi oleh trabecula ossea secundaria. Gambaran lamela kurang teratur. Terjadilah os spongiosum atau os trabeculare, sedang pada diaphysis terjadilah os compactum.

Catatan : Cavitas medullaris kelak diisi oleh jaringan ikat mesenchyma, yang akan membentuk komponen sistem darah di situ.

## **CALCIFICATIO ATAU PENGAPURAN**

Ini dilakukan terutama dengan bantuan garam Ca dan P, segera setelah matriks organik terbentuk. Garam ini diangkut oleh aliran darah, ditimbun pada berkas kolagen, di tempat yang semula ditempati air dan mukopolisakarida yang telah lenyap. Dulu dikira mineral diambil oleh osteoblastocytus, kemudian baru dilepaskan kembali ke dalam matriks. Menurut Wells dan Robinson hal ini tidak benar. Osteoblastocytus mengeluarkan fosfatasa alkali, sehingga dapat terjadi pengapuran.

Perilaku jaringan tulang:

- a) dalam lingkungan asam akan terbentuk lebih banyak  $\text{CaHPO}_4$  yang bersifat lebih mudah larut, sehingga jaringan tulang lebih mudah diresorbsi.
- b) dalam lingkungan alkalis akan terbentuk lebih banyak  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  yang akan mengendap, sehingga terjadi pengapuran.

## **RESORBSI**

Secara fisiologis, mineral dan matriks organik jaringan tulang mengalami resorbsi. Resorbsi dilakukan oleh osteoclastocytus, yang menghasilkan enzim:

- a. beta-glukoronidase : untuk mukopolisakarida
- b. proteinase : untuk glikoprotein.

Beberapa teori dikemukakan mengenai resorbsi jaringan tulang :

- a. osteoclastocytus menimbulkan lingkungan asam, sehingga mineral terlarut. Bahwa peranan osteoclastocytus penting terhadap mineral dan kapur buktikan oleh Hencox, yang tidak pernah menjumpai osteoclastocytus dalam jaringan tulang yang tidak mengapur. Osteoclastocytus diperlukan pada resorbsi jaringan tulang yang mengapur. Jaringan tulang yang tidak mengapur dinamakan textus osteoideus.
- b. osteoclastocytus hanya menyebabkan depolimerisasi pada mukopolisakarida dan glikoprotein saja.
- c. sasaran utama osteoclastocytus ialah kolagen.

## **REGENERATIO**

Regeneratio tulang dilakukan oleh sel osteogenik yang ada dalam periosteum dan endosteum. Sel pembentuk jaringan tulang itu bertabiat:

- a. sel yang dekat kapiler yang kaya oksigen akan menjadi osteoblastocytus.
- b. sel yang jauh dari kapiler menjadi chondroblastocytus.
- c. sel osteogenik ada yang dapat menjadi osteoclastocytus.

### **KELAINAN DAN GANGGUAN PERTUMBUHAN TULANG**

1. Gigantisme : tulang menjadi besar karena kelebihan hormon somatotropin.
2. Osteitis fibrosa (*Recklinghausen*): pada hyperthyroidi, bagian tulang yang mengalami resorpsi diganti oleh jaringan kolagen padat.
3. Kekurangan Ca dan Vitamin D: terjadi kelebihan textus osteoideus dan kekurangan mineral.  
Ini berakibat : penyakit rachitis pada anak atau osteomalacia pada wanita hamil.
4. Osteoporosis: tulang kelebihan substansi keras dan kekurangan substansi lunak.
5. Morbus Pageti : di suatu tempat tulang membesar, tetapi disertai pelunakan, sedang kadar Ca dan parathormon dalam darah ternyata normal. Belum diketahui sebab penyakit ini.
6. Kekurangan vitamin C: menimbulkan kerusakan berkas kolagen.
7. Kekurangan vitamin A: menghambat pertumbuhan tulang.

### **PERANAN PARATHORMON**

Parathormon yang dihasilkan glandula paratiroidea mempunyai peranan penting. Kenaikan kandungan hormon ini dalam darah meningkatkan jumlah dan kegiatan osteoclastocytus. Resorpsi tulang menjadi meningkat, sehingga terjadi kenaikan kandungan Ca dalam darah. Pada tahun 1966, Copp menemukan glandula tiroidea juga menghasilkan calcitonin, yang dalam pembenihan jaringan ternyata dapat merusak osteoclastocytus pada limbus striatus (microvilli), sehingga sel ini kehilangan kemampuan resorpsi. Jadi kelebihan parathormon diimbangi dengan peningkatan calcitonin, sehingga keseimbangan kandungan Ca dapat dikendalikan.

## B. TEXTUS CARTILAGINEUS (JARINGAN TULANG RAWAN)

Jaringan kartilago (tulang rawan) merupakan komponen sistem kerangka tubuh, terdiri atas:

- komponen sel : chondrocytus
- komponen matriks :
  - serabut kolagen
  - substansia dasar

### 1. Chondrocytus :

Sel ini merupakan komponen dewasa jaringan kartilago.

- populasi Sel mulai menempati bagian di bawah perichondrium. Di sini sel-sel pipih, berdiri sendiri-sendiri. Makin ke arah pusat, sel makin berbentuk bulat.

Bentuk ini sesuai dengan bentuk lacuna cartilaginea, yaitu rongga yang terbentuk oleh matriks padat, yang ditempati oleh sel kartilago.

Dalam lacuna ini sel-sel masih dapat berreproduksi, sehingga dalam lacuna dapat dijumpai sel isogen (seketurunan). Kelompok sel ini disebut aggregatio chondrocytica, terdiri atas 2-4 buah sel.

- cytoplasma
  - di tepi sel ada vacuola; jika ini besar, sel seakan-akan berbuih
  - mitochondrion panjang-panjang
  - complexus golgiensis
  - cytocentrum dengan centriolum dekat nucleus
  - reticulum endoplasmicum dengan ribosom banyak
  - gutta adipis dan granulum glycogeni.
- nucleus : bundar atau bujur telur, dengan nucleolus bundar, 1-2 biji. Chondrocytus yang muda dan masih berkembang dinamakan chondroblastocytus.

### 2. Matriks Cartilaginea

Komponen ini dibuat oleh chondroblastocytus.

Termasuk komponen ini adalah

- a. Substantia fundamentalis
  - substansi dasar, homogen dengan serabut kolagen (fibra matricis).

- bahan organik pokok : glikosaminoglikan (chondromucoprotein), terutama terdiri atas khondroitin sulfat dan asam hialuronat, sehingga menimbulkan reaksi metachromasia dengan toluidin biru, metylenazur.
- b. Matriks territorialis cellularum
- mengitari lacuna cartilaginea, padat, lebih banyak mengandung glikosamin dan sedikit kolagen.
  - lebih basofil, metachromatik dan lebih positif dengan reaksi P.A.S.
- c. Matriks interterritorialis
- kurang basofil
- Matriks bersifat gel, tanpa pembuluh darah. Makanan dari luar masuk ke dalam matriks secara difusi, dipermudah oleh asam hialuronat. Matriks baru mengapur jika sel mengalami hipertrofi. Sel yang hipertrofi mengeluarkan fosfatase alkalis yang menyebabkan terjadi endapan  $\text{Ca}_3(\text{P04})_2$  dalam lingkungan alkalis.

## **JENIS KARTILAGO**

### 1. Cartilago hyalin

- dalam keadaan segar tampak seperti kaca (hyalina), setengah transparan.
- matriks homogen dengan serabut kolagen tipe II, yang sukar diamati, sebab memiliki indeks bias sama dengan indeks bias matriks. Sedikit lentur. Substansia Dasar:
  - a. glikosaminoglikan, terutama : chondroitin sulfat dan hyaluronat serta sedikit keratan sulfat dan heparan sulfat.
  - b. proteoglikan, inti protein dengan glikosaminoglikan pada rantai samping.
  - c. glikoprotein, mengikat beberapa macam komponen matriks satu dengan yang lain; sel dan matriks.
  - d. cairan jaringan, ultra filtrat plasma darah.

### 2. Cartilago fibrosa atau cartilago collagenosa

- tidak mempunyai perichondrium
- sel berderet-deret antara serabut, sendirian atau berkelompok.
- matriks lebih banyak mengandung serabut kolagen tipe I yang membentuk gambaran seperti bulu ayam, serabut kolagen tipe II hanya sedikit.
- terletak dalam jaringan ikat kolagen padat.

- contoh : discus intervertebralis, symphysis pubica, beberapa tempat perlekatan tendo dan ligamenta capitis femoris. Jenis kartilago ini merupakan bentuk peralihan kartilago dan jaringan ikat kolagen padat.

### 3. Cartilago elastik

- dalam keadaan segar berwarna kekuning-kuningan, kurang transparan, lebih fleksibel daripada cartilago hyaline
- matriks mengandung:
  - a. serabut elastik bercabang-cabang, beranyaman rapat, berhubungan langsung dengan perichondrium.
  - b. serabut kolagen tipe IIcontoh :
  - cartilago auricula (daun telinga)
  - tuba auditiva
  - epiglottis
  - cartilago meatus acustici
  - cartilago cuneiformis.

### **CHONDROHISTOGENESIS :**

Di tempat kartilago akan terbentuk, sudah ada jaringan ikat mesenchym. Sel-sel fusiform berubah, membulat, berubah menjadi chondroblastocytus yang mampu membuat matriks bersifat asam. Matriks makin menjadi basofil, makin mengurung sel kartilago, sehingga sel terletak dalam lacuna cartilaginea. Sel-sel dalam lacuna melakukan mitosis, sehingga sel-sel isogen di situ membentuk aggregatio chondrocytica. Fibroblastocytus sendiri menghasilkan serabut kolagen. Chondroblastocytus makin menjadi masak, dinamakan chondrocytus. Jaringan mesenchym di sebelah luar kartilago membentuk selubung kartilago, dinamakan perichondrium.

### Pertumbuhan dan perkembangan

- a. Normal: Pada keadaan normal pertumbuhan kartilago berlangsung secara:
  - appositio : berlapis-lapis kearah permukaan

- interstitialis : dari arah dalam. Di bagian dalam matriks (interstitium) chondrocytus muda masih mampu membelah, membentuk chondrocytus dan matriks baru. Kartilago akan bertambah banyak, tebal dari dalam, keluar.
- b. Calcificatio atau pengayuran :  
dapat terjadi kalau chondrocytus mengalami hipertrofi dan mengeluarkan fosfatase alkalis sehingga dalam matriks asam akan terjadi endapan berupa  $Ca_3(P04)_2$ .
- c. Regeneratio :  
kalau kartilago mengalami luka, sel kartilago sendiri tidak mampu melakukan regenerasi. Tempat luka akan diserbu oleh fibroblastocytus berasal dari jaringan ikat sekitarnya, umumnya dari perichondrium.  
Sel-sel ini akan membentuk jaringan kartilago baru sebagai pengganti.
- d. Transformatio asbestos :  
Serabut kolagen dalam matriks cartilaginea pada usia lanjut dapat mengalami degenerasi karena kekurangan nutrisi, berubah menjadi serabut keputih-putihan kelabu mirip serabut asbes, disebut fibrae asbestosae yang
  - tidak mekar dalam asam cuka
  - larut dalam air mendidih atau alkali berkonsentrasi rendah.
 Degenerasi ini menyebabkan kartilago memutih, mengkilat serupa asbes. Dalam matriks dapat terjadi celah-celah yang kelak mungkin diisi oleh jaringan kartilago baru. Kartilago sendiri dapat melunak.  
Transformasi asbes dapat dialami oleh cartilago hyalina dan cartilago elastica pada usia lanjut.

## **PERICHONDRIUM**

Bungkus ini dimiliki oleh semua kartilago, kecuali cartilago articularis pada sendi dan cartilago fibrosa. Bungkus yang penting untuk pemeliharaan dan pertumbuhan cartilago ini terdiri atas 2 lapis

- a. stratum fibrosum : lapisan luar, mengandung banyak serabut kolagen.
- b. stratum chondrogenicum lapisan dalam, terutama dihuni oleh sel mesenchym:
  - sel sudah berupa fibroblastocytus : dapat berubah menjadi chondroblastocytus.
  - tetap berupa sel mesenchym yang dapat berubah menjadi chondroblastocytus.
 Sel mesenchym ini dinamakan sel chondrogenik.

## **Discus Intervertebralis**

- Berperan sebagai bantalan/penahan dengan komponen utama serabut kolagen yang terletak di antara vertebrae, menyebabkan discus intervertebralis dapat mengurangi tekanan/gesekan langsung terhadap vertebrae, serta dapat menimbulkan tahanan bila ada tarikan pada kedua ruas vertebra yang berurutan.
- Dipisahkan dengan vertebra oleh ligamentum.
- Tiap discus intervertebralis terdiri atas:
  1. Anulus fibrosus Tersusun oleh kartilago fibrosa, tersusun konsentris berlapis-lapis, dengan berkas kolagen yang pada tiap lapisan membutuhkan sudut yang tepat dengan lapisan berikutnya.
  2. Nucleus pulposus Terletak di tengah/pusat annulus fibrosus ontogeni dari notochorda terdiri atas sel yang terbentuk agak membulat, terpancang di dalam substansia kental dan amorf, banyak mengandung asam hyaluronat dan kolagen tipe II. Pada anak-anak nucleus pulposus besar, secara bertahap menjadi lebih kecil sesuai dengan bertambahnya umur, sebagian diganti oleh kartilago fibrosa.

## **C. PERBANDINGAN JARINGAN TULANG DAN JARINGAN TULANG RAWAN**

Persamaan :

- kedua-duanya sebagai jaringan terdiri atas sel dan matriks.
- sel terdapat dalam lacuna.
- mempunyai selubung: perichondrium atau periosteum.
- kedua-duanya berasal dari mesenchyma. kedua-duanya merupakan komponen sistem kerangka.

Perbedaan :

- sel kartilago dapat bergerombol dalam satu lacuna.
- matriks tulang dapat segera mengapur; pada kartilago pengapuran didahului dengan hipertrofi sel.
- pertumbuhan tulang secara appositio, sedangkan kartilago secara appositio dan interstitialis.
- nutrisi pada kartilago secara difusi dan pada tulang melalui aliran darah dalam matriks

## **FUNGSI JARINGAN KARTILAGO DAN TULANG**

Jaringan masing-masing membentuk kartilago dan tulang. Terutama karena sifat fisik khas, maka kedua-dua jaringan ini mempunyai fungsi utama pada 2 jenis sistem tubuh kita :

- a. Pada sistem gerak : sebagai tempat perlekatan otot dan tendo sebagai komponen sistem persendian.
- b. Pada sistem pelindung : melindungi alat-alat penting tanpa mengganggu pekerjaan alat-alat bersangkutan. membantu memberi bentuk kepada tubuh atau bagian tubuh. membantu menentukan sikap tubuh atau bagian tubuh tertentu.

## Petunjuk Pelaksanaan Praktikum

### 1. Osteogenesis desmalis

No. Sediaan : B-1

Organ yang dipakai : Kepala embryo

Teknik pewarnaan : H.E

Perhatikan :

Os membranaceum mirip "pulau- pulau", kemerah-merahan dengan matriks yang disebut osteoid. Osteoblastocytus, berderet-deret di permukaan pulau. Cytoplasma bersifat agak basofil. Osteocytus terletak lebih di pusat pulau .dengan cytoplasma yang bersifat agak asidofil. Carilah osteoclastocytus atau cellula gigantea (sel raksasa), berinti banyak, terletak pada lekukan jaringan tulang yang disebut lacuna Howship.

### 2. Osteogenesis cartilaginea.

No. Sediaan : B-2

Organ yang dipakai : Tibia

Teknik pewarnaan : Orcein-Anilin biru

Perhatikan :

Pelajarilah proses pembentukan tulang ini pada cartilago epiphysialis. Dari epiphysis ke arah diaphysis berturut-turut perhatikanlah:

- zona reservata, penuh chondrocytus yang bersifat embryonal.
- zona prolifera, chondrocytus teratur rapi sebagai columella chondrocyti, berjajar membujur sejajar permukaan.
- zona hypertrophica, chondrocytus besar, mengalami hipertrofi menjadi chondrocytus hypertrophicus.
- zona resorbens, matriks yang telah mengapur mengalami resorpsi di sana-sini, sehingga dapat terlihat :
  - \*cartilago calcificata
  - \*cavitas cartilaginea, rongga yang dibatasi balok-balok akibat resorpsi.
  - \*trabecula cartilaginea, balok-balok pembatas rongga makin ke arah diaphysis, sel-sel mengalami atrofi.
- zona ossificationis, merupakan daerah penulangan.

\*trabecula ossea primaria

\*trabecula ossea secundaria

\*lamella ossea di daerah ini terjadi osendochondrale lamellosum.

### **3. Penampang melintang tulang untuk melihat lamella ossea.**

No. Sediaan : B-3a

Organ yang dipakai : Os compactum tulang panjang dibuat sediaan gosok.

Teknik pembuatan : Sediaan dengan cara digosok.

Perhatikan :

- periosteum rusak akibat penggosokan. lamella circumferentialis eksterna, dibawah

periosteum. osteonum, tersusun oleh :

\* lamella osteoni dengan lacuna ossea, osteocytus rusak.

\* canalis centralis

\* canalis perforans, terpotong kecil-kecil dengan arah tegak lurus canalis centralis.

\* canaliculi ossei, merupakan saluran-saluran halus keluar dari lacuna ossea.

- lamella interstitialis

- lamella circumferentia interna, lapisan-lapisan sejajar dengan permukaan dalam jaringan tulang.

- endosteum melapisi bagian terdalam jaringan tulang hanya tampak sebagai sisa.

### **4. Penampang melintang tulang untuk melihat osteonum dan osteocytus.**

No. Sediaan : B-3b

Organ yang dipakai : Os compactum tulang panjang

Teknik pewarnaan : Hematoksilin-Eosin setelah didecalcificatio.

Perhatikan : - Osteonum dengan komponennya, lamella kurang nyata.

- Osteocytus dalam lacuna ossea, kadang tampak terpotong intinya.

- Canalis centralis dan canalis perforans.

**5. Penampang membujur tulang untuk melihat lacuna ossea dan canaliculus osseus.**

No. Sediaan : B-3c

Organ yang dipakai : Os Compactum tulang panjang

Teknik pewarnaan : Sediaan gosok

Perhatikan :

- lamella osteoni merupakan kedudukan deretan lacuna ossei, terpotong memanjang sejajar canalis centralis.
- lacuna ossea dengan canaliculi ossei. canalis centralis teriris membujur.
- canalis perforans teriris pendek-pendek. Perhatikan canalis perforans yang berhubungan dengan canalis centralis.

**6. Penampang melintang tulang (dekalsifikasi) untuk melihat fibra perforans (Sharpey)**

No. Sediaan : B-4

Organ yang dipakai : Os compactum tulang panjang

Teknik pewarnaan : Impregnasi perak

Perhatikan :

- Serabut berwarna biru pada daerah lamella circumferentia externa, dengan arah serabut tegak lurus periosteum.
- Serabut tidak menembus osteonum.

## TEXTUS MUSCULARIS

**Tujuan:** Memahami macam-macam jenis jaringan otot dan struktur histologinya.

### Dasar Teori

Textus muscularis (jaringan otot) adalah jaringan yang tersusun oleh sel-sel otot dan substansia interseuleris. Sel otot memiliki struktur yang khas, yaitu adanya protein-protein kontraktile untuk mendukung fungsinya.

Berdasarkan struktur dan fungsinya, jaringan otot dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

1. Jaringan otot polos atau textus muscularis non striatus
2. Jaringan otot seranlintang disebut juga textus muscularis striatus atau otot rangka.
3. Jaringan otot jantung atau textus muscularis cardiacus

### 1. Jaringan otot polos (Textus muscularis non striatus)

Sesuai dengan namanya, jaringan otot ini menunjukkan gambaran sitoplasma yang homogen (pada pewarnaan rutin), tidak tampak adanya pita-pita (stria). Sel otot polos berbentuk mirip kumparan (fusiformis) dengan nucleus di pusat sel. Untuk mendukung fungsinya yang mendukung gerakan, sel otot polos dilengkapi dengan protein-protein kontraktile. Pada teknik pewarnaan IHAB (iron Hematoxyline Anilin Blue), sel otot tampak mengandung serabut-serabut halus (myofibril). Sedangkan jika diamati dengan mikroskop electron, lebih detil terlihat bahwa myofibril mengandung myofilamen. Ada 2 macam myofilamentum, yaitu :

- a. Myofilamentum crassum : filament tebal yang terdiri dari protein myosin, dan
- b. Myofilamentum tenue : filament tipis yang terdiri dari protein aktin, tropomyosin dan troponin.

Bagian-bagian lain di dalam selnya antara lain adalah mitokondria, complex Golgi, centriol dan reticulum endo[asmik agranuler

### Contoh dan lokasi :

- Otot polos berukuran terkecil terdapat pada pembuluh darah dan berukuran terbesar terdapat pada uterus wanita hamil

- Lokasi otot polos pada semua alat yang mampu melakukan kontraksi di luar kehendak kita, misalnya dinding pembuluh darah, saluran pencernaan, saluran urinaria, saluran pernafasan, kulit, uterus (pada wanita)

### **Sifat kontraksi**

Mampu melakukan kontraksi yang lebih lambat dan lama dibanding dengan otot rangka. Misalnya, kontraksi uterus pada wanita dalam persalinan. Dipengaruhi oleh rangsang syaraf, hormon atau perubahan lokal otot sendiri misalnya, pada reflex erectio clitoris atau penis atau pada peristiwa persalinan. Tidak dapat kita kendalikan menurut kehendak, misalnya pada diare.

## **2. Jaringan otot skelet ((otot rangka atau *textus muscularis striatus*)**

Sesuai dengan namanya, jaringan otot ini pada penampang membujur menunjukkan adanya garis-garis (stria/pita gelap dan pita terang). Otot rangka berfungsi untuk menggerakkan kerangka dan organ seperti bola mata dan lidah. Otot rangka sering disebut otot volunter karena dapat dikendalikan oleh kehendak sadar. Struktur sel otot rangka atau myocytus skeletalis.

Sel otot skelet memiliki nucleus berbentuk terletak di bagian tepi sel, satu sel mengandung banyak inti. Sitoplasma sel ini memiliki myofibril pada mikroskop elektron tampak myofilament.

Pada potongan membujur tampak bahwa sel-sel berdampingan menunjukkan batas sel yang tidak jelas lagi seperti syncitium sehingga nucleus tampak banyak (multinuklear). Sifat berinti banyak sebagai akibat fusi beberapa myoblast mononuklear embrionik

Pada potongan melintang otot skelet menunjukkan titik-titik sebagai potongan miofibril yang disebut area densa. Pada potongan membujur otot terdapat discus anisotropicus atau stria A dan dipusat garis itu ada daerah yang terang zona lucida (garis H) dan di pusat garis H ada garis M (lucida Mesopraghma). Pada potongan membujur juga terdapat discus isotropicus (stria I) yang bersifat terang. Di tengah daerah ini terdapat linea Z (telophragma). Daerah di antara suatu linea Z dengan linea Z berikutnya, dinamakan sarcomere.

### **3. Jaringan otot jantung (Textus muscularis cardiacus)**

Sel otot jantung (myocytus cardiacus) memiliki ujung-ujung yang saling bergandengan membentuk myofibra. Sel otot jantung tidak membentuk syncytium seperti otot skelet. Namun myofibra otot jantung hanya merupakan rantai membujur sel-sel otot. Pada otot jantung, sel-sel saling berhubungan dengan sel di sampingnya dengan melalui anastomosis.

Sel-sel berbentuk silinder saling dihubungkan oleh hubungan khusus, yang pada sel epitel setara dengan macula adherens dan macula communicans; di sini hubungan ini dinamakan discus intercalatus. Sitoplasma sel otot jantung mirip dengan sel otot skelet, tetapi memiliki mitokondria dan reticulum endoplasmic lebih banyak. Nukleus sel terletak pusat sel. Pada potongan membujur otot ini juga terdapat garis-garis melintang seperti pada otot skelet.

#### **MYOFIBRA CONDUCENS CARDIACA**

Serabut ini juga disebut sebagai serabut Purkinje. Myofibra ini sebenarnya adalah serabut otot jantung yang mengalami modifikasi. Banyak terdapat di lapisan subendokardium.

Ciri-ciri sel (myocytus conducens cardiacus):

- Sitoplasma lebih jernih dibandingkan dengan sel otot jantung dan juga mengandung lebih banyak mengandung granulum glikogeni.
- Nucleus di pusat
- Myofibril di tepi, lebar

Fungsi : sebagai pengantar rangsang dalam dinding jantung.

Kontraksi : otot jantung berkontraksi tanpa kita kendalikan

#### **MYOHISTOGENESIS**

Jaringan otot berasal dari mesoderma. Myoblastocytus mengalami diferensiasi, memanjang secara berangsur-angsur. Myoblastocytus menghasilkan protein khusus yang menjadi myofibrillum atau myofilamentum. Sel ini juga memperbanyak diri secara mitosis. Pada otot kerangka, myoblastocytus terakit sebagai syncytium.

## **REGENERASI SEL OTOT**

Daya regenerasi sel tergantung pada jenis otot :

- otot polos : dapat regenerasi melalui mitosis sel otot yang masih baik.
- otot kerangka : inti dalam syncytium tidak dapat melakukan mitosis. Yang menjadi sumber regenerasi ekstensif ialah sel jaringan ikat: fibroblastocytus, yang mengitari sel-sel otot.
- otot jantung : praktis tidak mampu regenerasi setelah masa kanak-kanak awal.

Cacat pada jantung hanya diganti oleh jaringan parut, berasal dari jaringan i-kat, bukan oleh jaringan otot jantung, sehingga fungsi jantung dapat terganggu (mi-sal pada infark otot jantung). Otot jantung banyak memiliki ciri morfologis dan fungsional di antara otot rangka dan otot polos dan mengadakan kontraksi ritmis yang terus menerus dari jantung. Meskipun tampak lurik otot jantung mudah dibedakan dengan otot rangka dan tidak boleh disebut otot seran-lintang jantung.

Catatan :

sel jaringan ikat yang mendampingi sel otot juga dinamakan myosatellitocytus atau sel satelit otot.

## **SELUBUNG OTOT**

Hal ini dapat dipelajari jelas pada otot kerangka. Serabut penyusun berbagai jenis otot tidak dikelompokkan secara acak, tetapi terakit menjadi berkas-berkas yang rapi. Apa yang disebut musculus pada makroanatomi merupakan gabungan berkas otot yang dari luar dibungkus oleh jaringan ikat kolegen padat.

Kesatuan ini nanti dibagi-bagi lagi menjadi kesatuan berkas dengan jenis selubung sendiri-sendiri. arena itu dikenal bungkus-bungkus:

1. Epimysium : bungkus terluar musculus.

Pada makro-anatomi bungkus ini menjadi fascia profunda.

2. Perimysium : ini merupakan percabangan epimysium, berupa sekat-sekat yang membungkus kesatuan otot lebih kecil, disebut fasciculus muscularis.

3. Endomysium : bungkus ini dipercabangkan oleh perimysium, menyelubungi berkas otot lebih kecil, lazim dinamakan serabut otot atau myofibra. Myofibra pada otot kerangka tersusun oleh syncytium sel otot; pada jantung

bukan.

Semua bungkus ini merupakan jaringan ikat kolagen padat dengan komponen-komponen yang dimiliki oleh jaringan ikat kolagen umum

## Petunjuk Pelaksanaan Praktikum

**Perhatian** : Gunakan lensa obyektif lemah (10x) sebelum menggunakan lensa obyektif kuat (40X). Bila sudah mengamati preparat menggunakan lensa 40x, dilarang memutar pengatur kasar!!

### 1. *Textus muscularis striatus* pada irisan membujur

No. Sediaan : M-1a

Organ yang dipakai : Otot skelet

Teknik Pewarnaan : Orcein - anilin blue

Perhatikan :

myocytus striatus, nucleus banyak (multi nuklear) terletak di tepi, myocytus berbentuk pipih. myofibrillae dengan striae melintang sehingga tampak garis melintang gelap dan terang secara bergantian (discus A = garis melintang gelap, discus I = garis melintang terang). membrana myocyti (dulu : sarcolemma).

### 2. *Textus muscularis striatus* pada irisan melintang

No. Sediaan : M-1b

Organ yang dipakai : Otot skelet

Teknik pewarnaan : Orcein-anilin blue

Perhatikan :

myocytus dengan membrana myocyti (dulu: sarcolemma) letak nucleus di tepi, berbentuk pipih di dalam cytoplasma tampak potongan-potongan melintang myofibrilae (area densa) endomysium, perimysium, epimysium (biru)

### 3. *Textus muscularis nonstriatus* pada irisan melintang dan membujur.

No. Sediaan : M-2

Organ yang dipakai : Batas rectum-anus

Teknik Pewarnaan : HE

Perhatikan :

Pada sediaan ini, dapat dilihat myocytus penampang melintang maupun membujur.

<> pada penampang melintang :

\* myocytus bentuk bulat, tidak sama besar, ada yang mengandung nucleus bentuk bulat, di tengah

\* sekelompok myocytus terbungkus jaringan ikat.

<> penampang membujur:

\* myocytus berbentuk fusiform, dengan bentuk nucleus fusiform juga letak di tengah sel

\* cytoplasma dan membrana cellularis atau membrana myocyti

#### **4. Textus muscularis striatus cardiacus/otot jantung**

No. Sediaan : M-3

Organ yang dipakai : Jantung

Teknik pewarnaan : Orcein - anilin blue

Perhatikan :

- myocytus yang teriris melintang, tangensial, dan yang teriris membujur
- myocytus cardiacus memiliki nucleus bentuk oval letak di tengah
- pada irisan membujur tampak garis-garis melintang, sebagai discus A dan discus I tampak jelas
- anastomosis, menghubungkan antara serabut otot pada irisan membujur
- cari myofibra conducens cardiaca yang memiliki ciri
  - \* sel berbentuk poligonal
  - \* ukuran myofibra lebih besar
  - \* myofibril hanya di bagian tepi sel
  - \* cytoplasma sekeliling nucleus tampak jernih karena mengandung glikogen.

#### **PERTANYAAN**

1. Apakah endomysium, perimysium dan epimysium itu?
2. Terangkan mengapa dengan mikroskop optik otot seran lintang menunjukkan gambaran banyak sekali garis-garis melintang.
3. Apakah discus intercalatus itu dan apakah peranannya?
4. Secara ontogenetis, dari manakah asal myocytus?
5. Apakah beda struktur myofibra pada otot kerangka dan otot jantung?

## **SISTEM SARAF PUSAT DAN PERIFER**

### **I. Gambaran umum jaringan saraf**

Jaringan saraf tersebar di seluruh tubuh dan berfungsi sebagai jaringan komunikasi dan integrasi. Ada dua karakteristik textus nervosus yaitu eksitabilitas dan konduktivitas impuls di sepanjang jaringan kerjanya. Textus nervosus memiliki kemampuan terbatas untuk melakukan regenerasi dan memperbaiki diri. Textus nervosus dibagi menjadi dua, yaitu sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi.

Jaringan saraf tersusun oleh 2 jenis sel, yaitu neuron yang menghantarkan impuls elektrokimiawi dan sel penyokong/neuroglia/sel glia yang menyelubungi neuron. Neuron adalah unit fungsional dan struktur fundamental dari system saraf. Neuron terdiri dari sel tubuh (soma atau perikaryon), dendrit dan akson. Badan sel saraf (perikaryon) memiliki 1 inti sel dan organela seperti pada sel-sel tubuh yang lain. Perikaryon berfungsi sebagai mesin yang mensintesis protein dalam Retikulum Endoplasm Rough (RER). Kumpulan RER membentuk bangunan (dengan mikroskop cahaya tampak sebagai bercak-bercak) disebut Nissl Bodies (Badan Nissl) yang tersebar di dalam sitoplasma sel saraf.

### **Klasifikasi sistem saraf**

Sistem saraf dibagi menjadi dua subsistem, yaitu :

1. Sistem saraf sentral dan sistem saraf perifer, yang dibedakan berdasarkan letaknya.  
Sistem saraf sentral (SSS) meliputi otak dan medulla spinalis, sedangkan sistem saraf perifer (SSP) meliputi semua jaringan saraf lainnya.
2. Sistem saraf autonom dan somatik, diidentifikasi berdasarkan fungsinya, meskipun struktur yang dimilikinya sama.
  - a. Sistem saraf autonom mengendalikan fungsi alat dalam yang sifatnya involunter (misalnya sekresi kelenjar, kontraksi otot polos) dan memiliki alur motorik dan sensorik. Setiap lintas motorik terdiri atas dua neuron yang bersinapsis di dalam ganglion autonomik geriferal, badan sel saraf preganglionik terdapat pada sistem syaraf sentral dan badan sel saraf postganglionik terdapat di dalam ganglion autonom. Neuron sensorik terdapat di dalam ganglion craniospinal dan memiliki taju-taju panjang yang meluas sampai perifer.

- b. Sistem saraf autonom terbagi menjadi 2 ialah: sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis. Sistem saraf somatik meliputi seluruh jaringan saraf kecuali otak dan medulla spinalis.

## II. NEURON

Neuron berperan menerima, mengintegrasikan dan menghantarkan pesan elektro-kimiawi. Neuron atau neuronum atau sel saraf memiliki 3 komponen utama yaitu:

- A. Badan sel atau soma atau perikaryon atau corpus neurocyti merupakan pusat sintesis dan trofik neuron. Soma ini dapat menerima signal dari akson neuron lain melalui sinapsis pada membran plasmanya dan memancarkan kembali ke aksonnya.

Setiap soma memiliki :

- 1) Nucleus dengan ukuran besar, letak di tengah dan eukromatik. Memiliki nukleolus dan heterokromatin di sekitar permukaan sebelah dalam selubung nukleus.
- 2) Sitoplasma mengandung banyak sekali organela yaitu mitokondria, lisosoma dan sentriola. Ribosoma bebas maupun poliribosoma yang menempel pada retikulum endoplasmik terdapat banyak sekali serta mengelompok membentuk material basofilik yang disebut badan Nissl atau *Nissl bodies*. Aparatus Golgi juga tampak tumbuh dengan baik, dan berperan mengemas neurotransmitter di dalam granula neurosekretorik atau sinapsis. Neuroskeleton terdiri atas neurotubulus dan berkas neurofilamen (filamen intermedia yang terdapat di seluruh perikaryon dan meluas sampai dendrit dan akson).

- B. Dendrit merupakan perluasan/ekstensi soma, khusus untuk menambah perluasan permukaan yang ada terhadap datangnya signal. Makin jauh dendrit ini dari soma, dendrit makin tipis dan bercabang-cabang. Dendrit ini sering menutupi seluruh permukaan sinapsis, dan memiliki tonjolan-tonjolan keluar disebut spina dendritica atau gemmula, yang merupakan tempat sinapsis terjadi. Dendrit tidak memiliki aparatus Golgi, namun mengandung sejumlah kecil organela yang terdapat di dalam soma sel saraf.

C. Akson, setiap neuron hanya memiliki sebuah akson, merupakan kompleks taju sel yang mengangkut impuls menjauh dari soma. Akson tampak terbagi-bagi menjadi beberapa regio. Bagian soma yang menonjolkan akson disebut *axon hillock*, berbeda dengan daerah soma lain karena tidak memiliki Nissl bodies. Meskipun akson sukar dilihat pada sediaan histologik, namun bisa dikenal karena daerah akson hillock pada soma tidak dijumpai Nissl bodies yang sangat basofil. Berdasar ada tidaknya selubung myelin maka akson dikenal ada 2 jenis ialah :

- akson berselubung myelin dan
- akson tanpa selubung myelin.

### III. Klasifikasi neuron

Neuron dapat diklasifikasikan berdasarkan:

1. Konfigurasi taju-tajunya, dikenal:

- a. Neuron multipoler, misalnya sel motorik, sel piramidal dan sel Purkinje.
- b. Neuron bipoler, pada retina, mukosa olfaktorias, ganglion cochlearis dan vestibularis.
- c. Neuron pseudounipoler, neuron sensorik.
- d. Neuron unipoler, fotoreseptor pada mata (conus dan basillus).

2. Ukuran selnya:

- a. Neuron Golgi tipe I, neuron motorik pada medulla spinalis dan sel piramidal.
- b. Neuron Golgi tipe II.

1. Berdasar fungsinya :

- a. neuron motorik,
- b. neuron sensorik,
- c. interneuron.

2. Berdasar pelepasan neurotransmitter :

- a. neuron kolinergik, melepaskan asetilkolin,
- b. neuron adrenergik dan noradrenergik, melepaskan adrenalin dan noradrenalin
- c. neuron GABAergik, melepaskan GABA,
- d. neuron serotoninergik, melepaskan serotonin,
- e. neuron glisinergik, melepaskan glisin (glycine).

#### IV. SEL PENYOKONG

Sel penyokong pada sistem saraf berfungsi untuk penopang struktural dan nutrisi bagi neuron, isolasi elektrik dan menaikkan kecepatan konduksi impuls saraf di sepanjang akson. Dikenal 2 jenis sel penyokong yaitu sel penyokong pada sistem saraf pusat dan sel penyokong pada sistem saraf perifer.

##### A. Sel penyokong pada sistem saraf pusat.

Sel penyokong memiliki jumlah kira-kira 10 kali lebih besar daripada sel sarafnya sendiri. Umumnya berukuran kecil namun dalam jumlah melimpah. Selnya memiliki taju-taju banyak namun sukar diperagakan tanpa menggunakan pewarnaan khusus. Sel penyokong atau neuroglia/sel glia pada sistem saraf pusat adalah:

1. Makroglia yang mencakup astroglia/astrosit dan oligodendroglia/oligodendrosit.
2. Mikroglia
3. Sel Ependimal.

##### 1a. Astrositus/astroglia :

Berukuran paling besar di antara sel glia, demikian pula ukuran nukleusnya. Bentuk sel sferis tidak teratur dan tercat pucat. Taju atau proses sel bercabang-cabang, dan pada ujung-nya menggelembung disebut pedikel/pediculus atau *vascular endfeet*. Pedikel-pedikel ini menyelubungi kapiler piamater dan merupakan komponen penting untuk "*blood-brainbarrier*"/sawar darah-otak.

Jenis astrositus ada 2 ialah:

- a. astrosit protoplasmik dan
- b. astrosit fibrosa.

##### a. astrosit protoplasmik/astrocytus protoplasmicum :

Umumnya terdapat di dalam *substantia grisea*. Sitoplasma penuh granula pendek-pendek dan tebal dan taju-taju selnya bercabang banyak.

##### b. astrosit fibrosa (astrocytus fibrosum):

Lebih banyak terdapat di dalam *substantia alba*. Pada pewarnaan dengan perak, sitoplasma tampak penuh dengan material fibrous. Taju-taju sitoplasmiknya panjang, kurang bercabang-cabang bila dibandingkan dengan astrosit protoplasmik.

### 1b. oligodendroglia/oligodendrosit:

Jumlahnya paling banyak di antara sel glia. Terdapat baik pada substantia alba maupun substantia grisea. Nukleus berbentuk sferis, ukurannya ada di antara ukuran astrosit dan mikroglia. Sel ini merupakan sel pembentuk myelin seperti halnya sel Schwann.

### 2. Mikroglia.

Berukuran paling kecil dan paling jarang dijumpai, umumnya dapat dijumpai pada substantia alba dan substantia grisea. Nukleusnya kecil dan bentuknya memanjang (kadang seperti kacang), dengan kromatin terkondensasi sehingga pada pewarnaan dengan HE tampak hitam/gelap. Tajunya pendek dan bercabang-cabang. Mikroglia berasal dari mesenkim (mesodermal), atau kemungkinan dari glioblast yang berasal dari neuroepitelial. Beberapa mikroglia dapat berperan sebagai komponen sistem fagosit mononuklear dan memiliki kemampuan fagositik.

### 3. Sel Ependim

Berasal dari sel neuroepitelial yang melapisi bagian dalam crista neuralis. Pada orang dewasa masih berbentuk epitelial alami, dan memiliki beberapa cilia. Umumnya berbentuk silindris selapis, memiliki basal tajunya yang meluas ke dalam substantia grisea. Pelapis ependimal berlanjut menjadi epitel kuboid pleksus koroideus.

## **B. Sel penyokong sistem saraf perifer.**

### 1. Sel Schwann:

Satu sel Schwann dapat menyelubungi beberapa segmen akson tak bermyelin atau menyelubungi satu segmen akson yang berselubung myelin. Setiap segmen akson bermyelin diselubungi oleh berlapis-lapis tajunya sel Schwann dengan sitoplasmanya, dan sisa membrana plasma sel Schwann yang berlapis-lapis disebut myelin, tersusun terutama oleh fosfolipid. Jarak di antara selubung myelin disebut nodus Ranvier atau nodus myelinicus.

## 2. Sel Satelit:

Merupakan spesialisasi sel Schwann dalam ganglion craniocipal dan ganglion autonomik. Nukleusnya berbentuk sferis dan penuh kromatin. Pada preparat sel satelit ini tampak khas sebagai tali-mutiara atau rentengan mutiara menyelubungi sel ganglion besar.

## V. SINAPSIS

Sinapsis merupakan hubungan khusus dimana rangsang atau stimulus dihantarkan/ditransmisikan dari neuron ke sel targetnya. Rangsangan buatan terhadap akson dapat mempropagasi gelombang depolarisasi pada dua arah, namun signal tersebut hanya dapat menjalar pada satu arah saja ketika menembus sinapsis, yang berperan secara tidak langsung sebagai katup signal. Sinapsis dinamakan sesuai dengan struktur yang dihubungkan, misalnya sinapsis aksodendritika, sinapsis aksosomatika, sinapsis aksoaksonika dan sinapsis dendrodendritika.

Setiap sinapsis memiliki 3 komponen struktural utama, yaitu:

1. membrana presinaptika,
2. membrana postsinaptika,
3. celah sinaptika yang memisahkan kedua membrana tersebut.

## VI. SISTEM SARAF PUSAT

Sistem saraf pusat terdiri dari otak besar (cerebrum), otak kecil (cerebellum) dan medulla spinalis/chorda spinalis. Gambaran umum dari sistem saraf pusat adalah adanya 2 regio yang berbeda baik dari komponen penyusunnya maupun gambaran histologinya, yaitu substansia alba dan substansia grisea. Substansia Alba terdiri dari akson myelin dan oligodendrosit. Substansia Grisea dengan perikaryon lebih dominan, akson tanpa myelin, dendrit, sinaps dan sel glia.

Posisi substansia alba dan substansia grisea pada medulla spinalis adalah kebalikan posisi dari substansia alba dan substansia grisea pada daerah kortikal (korteks cerebri dan korteks cerebelli). Ada 2 lengan utama substansia grisea pada medulla spinalis yang dikelilingi oleh substansia alba. Posisi substansia alba dan substansia grisea adalah kebalikan dari korteks cerebri dan korteks cerebellum. Hal ini

terjadi karena proses pertumbuhan tambahan di regio perifer dari substansia grisea (korteks) dengan pertumbuhan substansia alba di tengah.

Corteks cerebrum termasuk daerah motorik, sensorik dan daerah yang terdiri dari lebih 6 stratum dimana batas substansia grisea tidak jelas. Pada organ ini substansia grisea terletak di perifer, sementara substansia alba terletak di tengah.

Corteks cerebellum terdiri dari 3 lapisan, yaitu stratum moleculare yang tercat halus, stratum gangliosum yang terdiri dari 1 lapis sel Purkinje dan stratum granulare di lapisan dalam. Pada lapisan lebih dalam adalah medulla cerebellum yang berisi substantia alba. Di daerah kortikal substansia grisea, badan sel saraf mengelompok sebagai nucleus (kumpulan badan sel saraf pada sistem saraf pusat).

## **VII. SISTEM SARAF PERIFER**

Saraf perifer mengandung akson bermyelin dan akson tanpa myelin, sel Schwann, fibroblast, namun tidak mengandung badan sel saraf. Nukleus yang tampak pada potongan melintang saraf perifer adalah nukleus milik sel Schwann (ukuran lebih besar dan tercat lebih pucat) atau milik fibroblast (fibroblast dewasa, lebih kecil dan lebih gelap). Setiap saraf perifer dibungkus oleh selubung jaringan ikat padat disebut epineurium, bercabang-cabang dan menembus saraf perifer/nervus serta membagi-bagi saraf/nervus menjadi berkas-berkas atau fasikulus. Selubung yang membungkus setiap fasikulus disebut perineurium. Selipen jaringan pengikat retikuler yang berasal dari perineurium menembus fasikulus untuk menyelubungi setiap serabut saraf, membentuk endoneurium. Cabang-cabang pembuluh darah di dalam perineurium menembus nervus sepanjang/mengikuti jaringan ikat, memberikan nutrisi untuk nervus tersebut.

## **VIII. HISTOFISIOLOGI JARINGAN SARAF**

### *A. Transportasi aksoplasmik/aksonal.*

Gerakan produk metabolisme melalui aksoplasma dapat cepat (lebih dari 400 mm/hari) atau lambat (1 mm/hari) dan melibatkan neurotubulus dan neurofilamen. Transportasi aksoplasmik anterograde/orthograde menggerakkan produk baru dan vesikel sinaptika ke ujung terminal arborisasi akson, bersifat cepat

dan lambat. Transportasi aksoplasmik retrograde, arahnya sebalik dari orthograde ialah mengembalikan produk-produk yang rusak ke dalam perikaryon untuk didegradasi atau digunakan kembali, umumnya bersifat cepat.

#### B. Transmisi dan pembangkitan signal.

Fungsi dasar jaringan saraf adalah membangkitkan dan transmisi/menghantarkan signal, dalam bentuk impuls sarafi atau potensial aksi, dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh lainnya. Susunan neuron di dalam suatu rantai dan sirkuit memungkinkan intergrasi signal buka-tutup sederhana menjadi lebih informatif yang kompleks.

- a. *Resting membrane potential* (potensial membrana istirahat). Konsentrasi ion  $K^+$  di dalam neuron kurang lebih 20 kali ion  $K^+$  di luar neuron, sedangkan ion  $Na^+$  10 kali lebih banyak di luar neuron daripada di dalam neuron. Oleh karena membran plasma lebih bersifat permeabel terhadap ion  $K^+$ , ion  $K^+$  cenderung keluar membran sampai timbunan ion positif dalam keadaan seimbang ini, keadaan di dalam sel bermuatan relatif negatif (-40 s/d -100 mV) terhadap bagian luar sel sehingga perbedaan potensial (voltase) melintas membran disebut potensial membran istirahat. Energi yang dibutuhkan pompa di dalam membran plasma membantu menjaga potensial istirahat ini, menyebabkan neuron siap menerima dan menghantarkan signal.
- b. *Firing and propaqating of action potential.*
- c. *Refractory period.*
- d. *Direction of signal transmission.*
- e. *Saltatory conduction.*
- f. *Blocking signal transmission.*

### IX. RESEPTOR

Organ indera memiliki respons terhadap rangsang dengan cara membangkitkan potensial aksi di dalam taju pelengkap sensorik (afferent).

#### A. Klasifikasi.

Reseptor diklasifikasikan oleh kaitannya terhadap sistem saraf, kepekaan stimulusnya, dan ada tidak adanya kapsula.

- a. Hubungan di antara reseptor dan sistem saraf
  - 1. reseptor neuronal
  - 2. reseptor epitelial
  - 3. reseptor neuroepitelial
- b. Stimulus adekuat, merupakan stimulus yang mana reseptor sangat peka.
- c. Ada dan tidak adanya kapsul.

## **B. Reseptor untuk sensasi superfisial dan dalam**

- a. Ujung saraf bebas.

Merupakan dendrit perifer neuron sensorik bercabang dalam jumlah banyak dan terdistribusi secara luas, dan badan sel sarafnya terletak di ganglia kraniospinal. Reseptor ini tidak ber-kapsul dan umumnya merupakan cabang serabut saraf tak bermielin atau bermielin tipis yang terdapat di dalam berkas di bawah epitel.

- b. Corpusculum Merkeli.

Merupakan reseptor tanpa kapsul untuk sentuhan, terdapat di bagian epidermis. Terdapat dalam jumlah banyak pada kulit tebal, misalnya telapak tangan dan kaki. Struktur disusun oleh 2 komponen utama ialah sel Merkel dan diskus Merkel.

- c. Corpusculum Meissneri.

Reseptor ini merupakan reseptor mekanoreseptor (untuk sentuhan dan tekanan superfisial), berkapsul tipis dan mengandung banyak sekali tumpukan lamela sel Schwann dan fibroblast. Umumnya terdapat pada stratum papillare dermis (kulit) dan paling banyak terdapat di ujung jari, telapak tangan dan kaki, puting susu.

- d. Corpusculum Pacini.

Merupakan reseptor yang sensitif terhadap tekanan, yang terdapat pada dermis bagian dalam, hipodermis, periosteum, kapsul persendian dan mesenterium. Berkapsul lengkap yang terdiri atas lamella sel pipih serupa fibroblast yang dipisahkan oleh ruang-ruang sempit berisi cairan. Ukuran lebih besar dibanding Corpusculum Meissner. Sarafnya masuk kapsul, kehilangan selubung myelinnya, menembus pusat reseptor

terselubungi beberapa lapis sel Schwann, berakhir di dekat kutub yang berhadapan dengan saraf yang memasuki reseptor.

e. *Corpusculum Ruffini*.

Merupakan mekanoreseptor yang kerjanya lambat dan umumnya terdapat pada dermis, hipodermis dan kapsul persendian.

f. *End-bulb*

Memiliki kapsul tipis yang berisi cairan (misalnya *corpusculum bulboideum* Krause), mengandung banyak sekali ujung-ujung saraf yang masuk pada satu ujung dan di dalam ber-cabang-cabang. Banyak terdapat dengan berbagai ukuran, terbesar disebut *corpusculum genitalia* pada jaringan ikat genital, dan terkecil terdapat pada *conjunctiva*. Juga terdapat pada jaringan ikat subepitelial *cavum oris* dan *cavum nasi*, dalam peritoneum, dan jaringan ikat di sekitar persendian dan *truncus nervosus*.

g. *Sinus caroticus*.

Merupakan baroreseptor (salah satu jenis mekanoreseptor).

### **C. Proprioseptor**

1. *Muscle spindle*.

Merupakan proprioseptor, bentuknya fusiform, berkapsul yang terdapat di dalam otot skelet. Lapisan fibroblast pipih membuat kapsul.

Proprioseptor memiliki inervasi sensorik dan motorik. Komponen yang ada ialah:

a. Serabut intrafusal

b. Inervasi sensorik terdapat 2 jenis

1). Ujung annulospiral primer dan

2). Ujung annulospiral sekunder dan "*flower spray*".

c. Inervasi motorik, ada beberapa bagian yang menyusunnya ialah gamma motor neurons, *boutons terminaux* dan *bouton en passage*.

2. *Organ Golgi tendo*, terutama terdapat di sekitar hubungan tendo-otot.

#### **D. Khemoreseptor**

a. Gemma gustatoria merupakan khemoreseptor, terutama terdapat pada dorsum linguae (li-dah) dan sedikit terdapat pada palatum molle dan epiglottis. Pada lidah umumnya terdapat pada papilla fungiformis, papilla foliata dan papilla circumvalata.

b. Epithelium olfactorius untuk pembau, terutama terdapat pada permukaan bagian atas concha superior pada cavum nasi.

Memiliki 3 jenis sel, ialah: 1. sel olfactorius,

2. sel penyokong, dan

3. sel basal.

#### **E. Reseptor pada mata/Indera mata/fotoreseptor**

Fotoreseptor tersebut berupa conus dan bacilus/rods, terdapat di dalam retina.

Komponen lain dari retina ialah sel bipolar dan sel ganglion.

#### **F. Audioreseptor pada telinga**

Ialah organon Cortii.

## **PETUNJUK PRAKTIKUM SISTEM SARAF PUSAT**

### **1. Medulla spinalis**

No. Sediaan : N-3

Organ yang dipakai : Medulla spinalis

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Untuk melihat bentuk kasar organ ini, amatilah sediaan dengan mata biasa. Coba bedakan substansia grisea dari substansia alba. Dengan perbesaran sangat lemah, carilah

\*substansia grisea: - neurocytus.

Pelajari sel ini di cornu ventrale. Sel tampak biru jelas, penuh substantia chromatophila. Perhatikan axon dan neuroglia.

\*substantia alba dengan

- axon

- neuroglia, terutama oligodendrocytus

\*canalis centralis yang dibatasi oleh ependyma, tersusun oleh ependymocytus.

### **2. Cerebellum**

No. Sediaan : N-7

Organ yang dipakai : Cerebellum

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

- sulcus (sumuran/lekukan dalam) dan gyrus (tonjolan)

- cortex, tersusun oleh 3 lapisan

\*stratum moleculare: sel-sel kecil tersebar

\*stratum neuronorum piriformium: ditandai oleh kehadiran sel Purkinje berbentuk seperti botol, berjajaran tampak jelas.

\*stratum granulosum: sel-sel bundar-bundar, berpadatan.

- medulla : mengandung banyak: neuroglia neurofibra

### **3. Cerebrum**

No. Sediaan : N-8

Organ yang dipakai : Cerebrum

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Bedakan lebih dahulu bagian cortex (tepi) dari medulla (tengah). Setelah mengenal dataran terluar cortex, kenallah lapisan-lapisan cortex. Pada sediaan ini batas lapisan masih sulit dike-tahui. Coba perhatikan berbagai bentuk neurocytus yang menyusun cortex dan unsur serabut. Neuroglia mengisi sela-sela neuronum. Khusus perhatikan neurocytus yang berbentuk piramid.

## **SISTEM SARAF PERIFER**

### **1. Ganglion spinale**

No. Sediaan : N-1

Organ yang dipakai : Ganglion spinale

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

- Ganglion merupakan kumpulan badan sel saraf yang terdapat di sistem saraf perifer, keselu-ruhannya dibungkus oleh kapsula.
- Soma/badan sel saraf bergerombol dengan nucleus bulat di pusat sel. Jenis neuron adalah pseudounipoler, soma pada sediaan tampak bulat.
- Gliocytus ganglii/sel glia menempel pada soma.
- Akson. Ikutilah akson yang masuk atau meninggalkan ganglion.
- Fibroblast bentuk fusiform di jaringan ikat.

### **2. Ganglion sympathicum**

No. Sediaan : N-9

Organ yang dipakai : Ganglion sympathicum

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Bandingkan dengan sediaan No. N-1. Ikutilah petunjuk pada latihan No. 1 untuk sediaan N-1 dengan catatan bahwa :

- neurocytus di sini lebih berpadatan, lebih kecil.
- inti neurocytus terletak agak menepi dalam badan sel.

### **3. Nervus periphericus/syaraf perifer (membujur)**

No. Sediaan : N-2

Organ yang dipakai : Serabut saraf

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

- Pada sediaan ini diperagakan serabut saraf bermyelin pada potongan membujur.
- akson tampak berupa garis hitam
- di kedua sisi tampak selubung myelinum, jernih tak terwarnai
- di luarnya tampak inti sel Schwann berupa bercak-bercak berwarna biru.

#### **4. Nervus periphericus/saraf perifer(penampang melintang)**

No. Sediaan : N-4

Organ yang dipakai : Serabut syaraf

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Sediaan yang teriris melintang ini dimaksudkan untuk mempelajari struktur umum neurofibra. Kecuali mempelajari struktur-struktur yang disebutkan pada sediaan No. 3, cobalah temukan dan pelajari

- endoneurium
- perineurium
- epineurium

#### **5. Corpusculum Tactus (Meissner)**

No. Sediaan : N-6

Organ yang dipakai : Kulit telapak tangan

Teknik pewarnaan : HE - Cresyl fast violet

Perhatikan :

Sediaan yang dipakai adalah kulit. Carilah lapisan luar kulit (epidermis yang terwarnai biru tua dan membatasi papilla corii). Pada papilla ini di bawah lapisan luar, coba temukan struktur berupa akhingan saraf memanjang yang dibungkus kapsula jaringan ikat, sehingga berbentuk seperti buah yang dibungkus keranjang bambu (kreneng).

#### **6. Corpusculum Lamellosum (Vater Paccini)**

No. Sediaan : N-5

Organ yang dipakai : Kulit telapak tangan

Teknik pewarnaan : HE

Perhatikan :

Carilah bangunan ini di lapisan kulit yang agak dalam (tela subcutanea). Temukanlah struktur yang tersusun oleh lamella konsentris, terdiri atas jaringan ikat. Nucleus

fibroblastus tampak banyak ditemukan pada lamella konsentris. Di pusat struktur terletak irisan ujung saraf.

## HISTOLOGI KULIT (INTEGUMENTUM)

Integumentum merupakan sistem yang menutupi dan melindungi tubuh terhadap lingkungan luar tubuh. Pelindung tersebut terdiri atas kulit (Cutis) dan bangunan derivatnya yaitu rambut, kuku dan macam-macam kelenjar.

### CUTIS

Struktur cutis tersusun dari luar ke dalam oleh berbagai lapisan, yaitu :

Epidermis, dermis dan tela subcutanea(hypodermis)

#### A. EPIDERMIS (asal dari ectoderm)

Dari permukaan ke arah dalam dijumpai :

##### 1. stratum corneum :

a. lapisan ini pada permukaan mengering, mengelupas secara berkala dan lapisan tersebut dinamakan stratum disjunctum.

b. sel-sel berlapis pipih, memanjang, mengalami penandukan, tidak berinti, cytoplasma dipadati keratin.

##### 2. stratum lucidum :

a. terdiri dari beberapa lapis, pucat, bergelombang dengan substansi yang mempunyai indeks bias tinggi, disebut eleidin.

b. sel-sel pipih dan hanya beberapa saja yang berinti.

##### 3. stratum granulosum :

Sel pipih membentuk 3-5 lapisan, cytoplasma mengandung butir-butir keratohyalin.

##### 4. stratum spinosum :

- atas :

sel-sel pipih, permukaannya mempunyai bangunan seperti duri (spina) yang berhubungan dengan sel-sel di dekatnya, berupa jembatan interseluler.

- bawah : Sel-sel berbentuk polyhedral.

##### 5. stratum basale (stratum germinativum)

terdiri atas sel kolumnar/kuboid selapis melekat pada lamina basalis, memisahkan epidermis dari dermis.

#### B. DERMIS/CORIUM (berasal dari mesoderm)

Terdiri atas :

1. stratum papillare, dilengkapi dengan papilla corii, terletak antara tonjolan epidermis, mengandung serabut kolagen

2. stratum reticulare, tersusun oleh jaringan ikat yang mengandung serabut kolagen beranyaman (seperti jala = rete), dalam berbagai arah. serabut elastis di antara serabut kolagen yang terutama berkumpul di keliling folliculi pili.

C. TELA SUBCUTANEA atau HYPODERMIS,

merupakan jaringan ikat longgar berisi :

- a. serabut kolagen dan elastis, yang datang dari dermis.
- b. lipocytus: sendiri-sendiri atau berkelompok, membentuk jaringan lemak.
- c. plexus venosus subcutaneus.
- d. plexus lymphaticus subcutaneus, yang dapat berbentuk anyaman: rete lymphocapillare.
- e. plexus nervorum subcutaneus dengan terminationes nervorum.

## BANGUNAN TAMBAHAN

A. PILUS atau RAMBUT

Rambut sendiri dari dalam ke luar terdiri atas lapisan :

a. medulla, oleh sel-sel yang lunak :

Epitheliocytus polyhedralis berisi granulum trichohyalini, granulum melanin, tonofibrilla. dan tonofilamenta.

b. cortex :

Sel menanduk, kering, dengan granulum melanini.

c. cuticula :

Dengan epitheliocytus cuticularis.

Rambut terdapat dalam kantong rambut folliculus Dili, terdiri atas :

\* fundus,

\* cervix, dan

\* canalis.

Dinding folliculus pili :

1. vagina epithelialis radicularis, yang terdiri atas :

a. vagina epithelialis radicularis interna, dinding ini berlapis-lapis :

- cuticula vaginalis dengan epitheliocytus cuticularis. stratum epitheliale internum (granuliferum), berisi butir-butir.

- stratum epitheliale externum (vallidum): pucat

b. vagina epithelialis radicularis externa.

2. membrana basalis (vitrea) tampak jernih.

Di daerah akar rambut, dinding kantong rambut berupa : stratum circulare internum, dan stratum longitudinale externum. Di pangkal rambut ini dermis membentuk papilla Dili. Musculus arrector Dili: merupakan berkas sel otot polos yang membentang dari jaringan ikat (papilla corii) ke kantong rambut, yang dapat menegakkan rambut.

## B. UNGUIS atau KUKU,

Berupa lempengan tanduk di dataran dorsal ujung jari.

## C. GLANDULA CUTIS

### 1. Glandula sebacea (kelenjar minyak)

Kelenjar sebacea atau kelenjar rambut merupakan kelenjar holokrin yang terdapat pada seluruh kulit yang berambut. Hampir semua kelenjar sebacea bermuara ke dalam folikel rambut kecuali yang terdapat pada puting susu, kelopak mata, glans penis, klitoris, dan labium minus. Kelenjar sebacea yang berhubungan dengan folikel rambut biasanya terdapat pada sisi yang sama dengan otot penegak rambut (*m. arrector pili*), kecuali pada telapak tangan dan kaki bagian sisi kaki (bagian kulit yang tidak berambut).

Struktur : Portio terminalis terletak dalam dermis. dilengkapi dengan sel = exocrinocytus sebaceus atau sebocytus. Sel yang makin ke arah dalam makin besar ini menghasilkan sebum, berisi lemak. Sel polihedral. Pada sekresi inti sel mengerut, menghilang, sel hancur, menjadi serpihan lemak dan akhirnya menjadi sebum.

Ductus glandularis :

- pada glandula sebacea Dili bermuara ke dalam kantong rambut.
- pada glandula sebacea libera bermuara di permukaan kulit tubuh.

Ductus glandularis dilapisi oleh epithelium stratificatum squamosum :

- pada glandula sebacea vili, lanjut ke vagina epithelialis radicularis externa.
- pada glandula sebacea libera, lanjut ke stratum spinosum kulit. Kelenjar ini termasuk kelenjar holokrin.

### 2. Glandula sudorifera atau kelenjar keringat (peluh)

Tempat : Tersebar dekat permukaan kulit, kecuali pada bibir, glans penis, bagian kulit di bawah kuku.

Kelenjar keringat ada dua jenis, yaitu kelenjar keringat merokrin dan apokrin, yang berbeda cara sekresinya.

a. glandula sudorifera apokrina, portio terminalis berbentuk alveolus, dilengkapi dengan :

- exocrinocytus sebagai penghasil peluh.
- myoepitheliocytus fusiformis.

Kelenjar apokrin hanya terdapat pada kulit daerah tertentu, misalnya areola mamma, ketiak, sekitar dubur, kelopak mata, dan labium mayus. Kelenjar ini bergetah kental dan baru berfungsi setelah pubertas. Kelenjar bergetah lilin seperti kelenjar serumen dan kelenjar Moll juga tergolong kelenjar ini. Baik kelenjar merokrin maupun apokrin dilengkapi dengan sel mioepitel

b. glandula sudorifera merocrina (eccrina), portio terminalis berbentuk alveolus atau acinus dilengkapi dengan :

- exocrinocytus lucidus, cerah.
- exocrinocytus densus, gelap, padat.
- myoepitheliocytus fusiformis.

Kelenjar merokrin bergetah encer (banyak mengandung air), terdapat di seluruh permukaan tubuh kecuali daerah yang berkuku; fungsinya menggetahkan keringat yang berguna untuk ikut mengatur suhu tubuh.

Ductus glandularis atau ductus sudorifera bermuara keluar pada permukaan kulit tubuh, lubang muara dinamakan porus glandularis.

## PETUNJUK PRAKTIKUM

1. Kulit telapak tangan :

Sediaan : IN-1; HE

Dari sebelah luar ke dalam perhatikanlah :

a. epidermis:

- stratum corneum; tampak penandukan, tanpa sel
- stratum lucidum: jernih, tanpa sel
- stratum granulosum : - sel-sel pipih
  - butir keratohyalina
- stratum spinosum : sel berbentuk polyhedral
- stratum basale : sel kuboid atau kolumner

b. dermis :

- stratum papillare berlipat-lipat sebagai papillae, mendesak lapisan di atas.  
Perhatikan akhiran saraf MEISSNER
- stratum reticulare : - jaringan ikat longgar
  - serabut-serabut elastis

c. tela subcutanea : tersusun oleh jaringan ikat longgar.

Perhatikan :

- lymphocytus (sel lemak)
- glandula sudorifera : acini dilapisi epithelium columnare simplex
- corpusculum lamellosum sebagai reseptor saraf

2. FOLLICULUS PILI.

Sediaan: IN-2; H E.

Potongan tegak lurus pada permukaan kulit

Perhatikan pada kantong rambut ini :

- glandula sebacea
- musculus arrector pili dengan : - origo dalam corium
  - insertio, pada akar rambut
- bagian kantong rambut : - fundus folliculi : dasar
  - cervix folliculi : lebar
  - canalis folliculi. Epithelium merupakan selubung :
    - \* vagina radicularis interna

\* vagina radicularis externa

- pilus atau rambut. Perhatikan : medulla dan cortex

### 3. Kulit kepala

Sediaan: IN-3,- H E

Perhatikan :

- susunan lengkap kantong rambut dan rambutnya sendiri

- jaringan ikat padat, kurang teratur, dilengkapi :

\* berkas kolagen

\* serabut elastis, lebih tebal, berjalan sendiri-sendiri.

### 4. Glandula Sebacea (IN-2)

### 5. Glandula Sudorifera (IN-2)

