



DIKTISAINTEK
BERDAMPAK

Petunjuk Praktikum

semester
5



Struktur Fungsi dan Perkembangan Hewan



Jefri Nur Hidayat, M.Si

**Prodi Pendidikan IPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Wiraraja
2026**

KATA PENGANTAR

Buku penuntun praktikum Struktur, Fungsi dan Perkembangan Hewan ini disusun sebagai upaya untuk melengkapi dan memperkuat konsep-konsep yang sudah dipelajari dalam perkuliahan. Tidak semua topik dalam perkuliahan disertai dengan praktikum yang relevan. Hal ini semata-mata disebabkan oleh keterbatasan alat dan bahan yang saat ini dimiliki oleh laboratorium di Program Studi Pendidikan IPA.

Topik-topik dan prosedur yang dilakukan pada acara praktikum Struktur, Fungsi dan Perkembangan Hewan ini diambil dari beberapa referensi yang ada. Kami menyadari bahwa buku ini belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun akan sangat berharga bagi kami.

Selamat menggunakan buku ini, semoga berhasil.

Tim Dosen

Struktur, Fungsi dan Perkembangan Hewan

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Presensi

- a. Mahasiswa diwajibkan datang tepat pada waktunya, serta mengikuti seluruh seluruh acara praktikum.
- b. Bila tidak masuk praktikum harus memberi surat keterangan.
- c. Terlambat 15 menit tanpa alasan yang sah, dianggap absen dan tidak diperkenankan mengikuti praktikum.
- d. Mahasiswa yang tidak bisa mengikuti di wajibkan untuk melakukan praktikum susulan.

2. Pelaksanaan Praktikum

- a. Praktikan diwajibkan memakai jas praktikum selama berada di Laboratorium.
- b. Selama praktikum, praktikan diberi *pre-test* dan atau *post-test* yang berhubungan dengan praktikum yang akan dilakukan. Praktikan yang kurang mengetahui cara penggunaan alat, diwajibkan menghubungi asisten atau pembimbing sebelum praktikum dimulai.
- c. Mahasiswa diwajibkan menjaga kebersihan meja praktikum sebelum meninggalkan laboratorium.

3. Pengamatan Praktikum

- a. Semua pengamatan harus dicatat pada Buku Kerja/ Laporan.
- b. Semua data pengamatan disahkan oleh asisten yang ditunjuk.

4. Laporan Praktikum

Setiap percobaan yang dilakukan harus dibuat laporan praktikum pada buku kerja yang telah disediakan, dan menjadi syarat untuk mengikuti ujian akhir praktikum

PETUNJUK UMUM PRAKTIKUM

Setiap melakukan percobaan di laboratorium, mahasiswa/praktikan harus memperhatikan hal-hal berikut:

1. Baca dan pelajari penuntun praktikum yang berhubungan dengan percobaan yang akan Anda lakukan.
2. Bekerjalah berdasarkan rencana waktu yang telah Anda susun sehingga Anda akan dapat mengerjakan percobaan tepat pada waktunya.
3. Setelah mempelajari pekerjaan yang akan Anda lakukan, pinjamlah alat-alat yang akan digunakan kepada laboran/asisten dengan disertai bon peminjaman alat, pastikan semua alat dalam keadaan baik/berfungsi. kemudian atur alat-alat di meja kerja Anda.
4. Lakukan semua percobaan sesuai dengan penuntun praktikum, catatlah semua pengamatan hasil percobaan pada buku laporan dan laporkan kepada asisten praktikum Anda.
5. Bekerjalah dengan tenang dan hati-hati, keselamatan dan kesenangan bekerja akan bertambah bila mengikuti semua petunjuk. Hal-hal

yang kurang jelas bisa ditanyakan kepada asisten/dosen pembimbing praktikum.

6. Setelah selesai praktikum, kembalikan alat-alat dalam keadaan bersih disertai bon peminjaman alat.
7. Kerusakan alat pada saat praktikum berlangsung menjadi tanggung jawab praktikan.
8. Tinggalkan ruang praktikum setelah pekerjaan di atas Anda selesaikan dan meja kerja dalam keadaan bersih.

Sumenep, Agustus 2026

TIM DOSEN

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Tata Tertib.....	iii
Petunjuk Umum	v
Daftar Isi.....	vii
1. Sistem Reproduksi	1
2. Sistem Ekresi	11
3. Sistem Koordinasi Gerak.....	23
4. Sistem Kerangka Tulang Manusia.....	29
5. Ketentuan khusus praktikum.....	33
Daftar pustaka	35

PRAKTIKUM 1

SISTEM REPRODUKSI (2 PERTEMUAN)

A. TUJUAN

1. Mampu menggunakan berbagai jenis mikroskop cahaya
2. Untuk mengetahui struktur telur dan sperma
3. Untuk mengetahui perkembangan sperma dan ovum

B. PENGANTAR

Spermatogenesis

Pada manusia, spermatogenesis berlangsung dalam 65-75 hari. Dimulai dengan spermatogonia, yang mengandung jumlah kromosom diploid ($2n$). Spermatogonium adalah jenis sel induk (stem cells); ketika mengalami mitosis, beberapa spermatogonium tetap berada dekat membran basal tubulus seminiferus dalam keadaan tidak berdiferensiasi, berfungsi sebagai reservoir sel untuk pembelahan sel dan produksi sperma berikutnya.

Spermatogonium yang terlepas dari membran basal, mengalami perubahan perkembangan, dan berdiferensiasi menjadi spermatosit primer.

Spermatisit primer, seperti spermatogonium, yang bersifat diploid ($2n$); yaitu, memiliki 46 kromosom.

Tak lama setelah terbentuk, setiap spermatisit primer mereplikasi DNA dan kemudian dimulai meiosis. Dalam meiosis I, pasangan kromosom homolog berbaris di lempeng metafase (metaphase plate), dan terjadi crossing-over. Kemudian, gelendong meiosis menarik satu kromosom (yang telah digandakan) dari masing-masing pasangan ke kutub yang berlawanan dari sel pemisah. Dua sel yang dibentuk oleh meiosis I disebut spermatisit sekunder.

Setiap spermatisit sekunder memiliki 23 kromosom, jumlah haploid (n). Setiap kromosom dalam spermatisit sekunder, bagaimanapun, terdiri dari dua kromatid (dua salinan DNA) masih menempel dengan sentromer. Tidak ada replikasi DNA terjadi pada spermatisit sekunder.

Dalam meiosis II, kromosom berbaris disepanjang lempeng metafase, dan dua kromatid dari setiap kromosom terpisah. Empat sel haploid dihasilkan dari meiosis II disebut spermatid. Oleh karena itu spermatisit primer tunggal menghasilkan empat spermatid melalui dua siklus pembelahan sel (meiosis I dan meiosis II).

Sebuah proses yang unik terjadi selama spermatogenesis. Seperti proliferasi sel-sel spermatogenik, mereka gagal menyelesaikan pemisahan sitoplasma (sitokinesis). Sel-sel tetap terhubung melalui jembatan sitoplasma selama perkembangan. Hal ini juga mungkin memiliki nilai, bahwa setengah dari sperma mengandung kromosom X dan setengah mengandung kromosom Y. Kromosom X yang lebih besar dapat membawa gen yang diperlukan untuk spermatogenesis, daripada pada kromosom Y yang lebih kecil.

Tahap akhir dari spermatogenesis, spermiogenesis: merupakan perkembangan dari spermatid haploid menjadi sperma. Tidak ada pembelahan sel di spermiogenesis; setiap spermatid menjadi sel sperma tunggal. Selama proses ini, spermatid bulat berubah memanjang menjadi sperma, dan ramping. Sebuah akrosom terbentuk di atas inti, yang memadat dan memanjang, terjadi perkembangan flagela, dan penggandaan mitokondria. Sel Sustentacular membuang kelebihan sitoplasma.

Akhirnya, sperma dilepaskan dari ikatannya, suatu peristiwa yang dikenal sebagai spermiation. Sperma kemudian masukkan lumen tubulus seminiferus. Cairan

disekresi oleh sel sustentacular mendorong sperma di sepanjang jalan mereka, menuju saluran testis. Pada titik ini, sperma belum bisa berenang.

Sperma

Setiap hari sekitar 300 juta sperma menyelesaikan proses spermatogenesis. Sperma memiliki panjang sekitar 60 μm dan berisi beberapa struktur yang sangat disesuaikan untuk mencapai dan menembus oosit sekunder. Bagian utama dari sperma adalah kepala dan ekor. Kepala runcing sperma memiliki panjang sekitar 4-5 μm . Inti memiliki 23 kromosom, akrosom menutupi dua pertiga anterior dari inti, vesikel cap diisi dengan enzim yang membantu sperma menembus oosit sekunder untuk fertilisasi. Diantaranya enzim hyaluronidase dan protease.

Ekor sperma dibagi menjadi empat bagian: leher, bagian tengah, bagian utama, dan bagian akhir. Leher adalah wilayah terbatas hanya di belakang kepala yang berisi sentriol. Sentriol membentuk mikrotubulus yang terdiri sisa ekor. Potongan tengah mengandung mitokondria diatur dalam spiral, yang menyediakan energi (ATP) untuk bergerak sperma ke tempat fertilisasi dan untuk metabolisme sperma. Bagian utama adalah bagian terpanjang dari ekor, dan bagian

akhirnya adalah terminal, bagian meruncing ekor. Setelah ejakulasi sperma paling tidak bertahan lebih dari 48 jam dalam saluran reproduksi wanita.

Oogenesis

Pembentukan gamet di ovarium yang disebut oogenesis. Berbeda dengan spermatogenesis, yang dimulai pada laki-laki pada masa pubertas, oogenesis dimulai pada wanita sebelum mereka lahir. Oogenesis terjadi pada dasarnya seperti spermatogenesis; berlangsung secara meiosis dan sel germinal yang dihasilkan menjalani pematangan.

Selama perkembangan janin awal, primordial (primitif) sel germinal bermigrasi dari yolk sac (kuning telur) ke ovarium. Sel germinal berdiferensiasi dalam ovarium menjadi oogonium (tunggal). Oogonium bersifat diploid ($2n$), sel induk (stem cells) yang membelah mitosis menghasilkan jutaan sel germinal. Bahkan sebelum lahir, sebagian besar sel germinal ini mengalami proses degenerasi yang dikenal sebagai atresia. Beberapa berkembang menjadi sel yang lebih besar yang disebut oosit primer, yang masuk profase dari meiosis I selama perkembangan janin, tetapi tidak menyelesaikan fase ini hingga pubertas.

Selama tahap perkembangan, masing-masing oosit primer dikelilingi oleh lapisan datar sel folikel, dan seluruh struktur yang disebut folikel primordial. Korteks ovarium sekitar folikel primordial terdiri dari serat kolagen dan seperti fibroblast sel stroma. Saat lahir, sekitar 200.000 sampai 2.000.000 oosit primer tetap di setiap ovarium. Dari jumlah tersebut, sekitar 40.000 masih ada saat pubertas, dan sekitar 400 akan menjadi matang (mature) dan siap untuk ovulasi selama seumur hidup reproduksi wanita. Sisa dari oosit primer mengalami atresia. Setiap bulan setelah pubertas sampai menopause, gonadotropin (FSH dan LH) yang disekresi oleh hipofisis anterior lebih merangsang beberapa perkembangan folikel primordial, meskipun hanya satu biasanya akan mencapai kematangan yang diperlukan untuk ovulasi.

Beberapa folikel primordial mulai tumbuh, berkembang menjadi folikel primer. Setiap folikel primer terdiri dari oosit primer yang dikelilingi di tahap perkembangan berikutnya oleh beberapa lapisan sel kuboid dan columnar disebut sel granulosa. Sel-sel granulosa terluar berada dalam fase istirahat pada membran dasar. Sebagai folikel primer tumbuh, membentuk lapisan glikoprotein yang jelas disebut

zona pelusida antara oosit primer dan sel granulosa. Selain itu, sel-sel stroma sekitar membran basal mulai membentuk lapisan terorganisir yang disebut folliculi teka. Pematangan terus berlangsung, folikel primer berkembang menjadi folikel sekunder. Dalam folikel sekunder, teka dibedakan menjadi dua lapisan: (1) interna teka, lapisan internal yang sel sekretori cuboidal mengeluarkan estrogen, dan (2) eksterna teka, lapisan luar dari sel stroma dan serat kolagen. Selain itu, sel-sel granulosa mulai mengeluarkan cairan folikel, yang menumpuk di rongga disebut antrum, di pusat folikel sekunder.

Lapisan terdalam dari sel granulosa menjadi melekat erat pada zona pelusida dan sekarang disebut corona radiata. Folikel sekunder akhirnya menjadi lebih besar, berubah menjadi folikel matang/dewasa (Graafian). Sementara di folikel ini, dan sebelum ovulasi, oosit primer (diploid) mengalami meiosis I, memproduksi dua haploid (n) dengan 23 kromosom, sel yang tidak sama masing masing ukurannya. Sel kecil yang diproduksi oleh meiosis I, yang disebut badan kutub pertama (polar body), pada dasarnya terjadi pembuangan inti. Sel yang lebih besar, yang dikenal sebagai oosit sekunder, menerima sebagian

besar sitoplasma. Setelah oosit sekunder terbentuk, akan dimulai meiosis II tetapi kemudian berhenti di metafase.

Folikel matang/dewasa (Graafian) segera pecah dan melepaskan oosit sekunder, proses yang dikenal sebagai ovulasi. Pada ovulasi, oosit sekunder dikeluarkan ke dalam rongga panggul bersama-sama dengan yang badan kutub pertama (polar body) dan corona radiata. Biasanya sel-sel ini masuk ke dalam tabung rahim. Meiosis II akan dilanjutkan, oosit sekunder terbagi menjadi dua sel haploid, yang ukurannya tidak sama. Sel yang lebih besar adalah ovum, atau telur yang matang/dewasa; yang lebih kecil adalah badan polar kedua.

Jika badan kutub pertama menghasilkan dua badan kutub, maka oosit primer akhirnya menjadi tiga badan kutub haploid, dan ovum haploid tunggal. Dengan demikian, satu oosit primer menjadi gamet tunggal (ovum). Sebaliknya, ingat bahwa pada laki-laki satu spermatosit primer menghasilkan empat gamet (sperma). Jika terdapat sperma, inti sel sperma dan sel telur kemudian bersatu, membentuk zigot diploid.

Struktur dan Fungsi Telur

Gamet hewan mudah untuk membedakannya dilihat dari: Sperma kecil dan motil; telur besar dan nonmotile. Telur besar terutama karena mengandung nutrisi yang diperlukan untuk pengembangan awal embrio. Kuantitas nutrisi dalam telur bervariasi antara spesies. Pada mamalia, embrio mulai untuk mendapatkan nutrisi melalui organ ibu disebut plasenta dalam satu atau dua minggu setelah pembuahan. Dengan demikian, sel telur hanya memiliki untuk memasok nutrisi untuk pengembangan awal dan relatif kecil.

Pada spesies dimana betina bertelur ke lingkungan, nutrisi yang diperlukan untuk perkembangan awal disediakan oleh yolk, terdiri lemak dan kaya protein. Yolk berukuran besar atau butiran kecil. Dikelilingi lembar glikoprotein yang disebut amplop vitelline. Pada kebanyakan hewan air, seperti landak laut, matriks/cairan gelatin yang dikenal sebagai lapisan jelly mengelilingi amplop vitelline untuk melindungi telur.

Dalam telur manusia dan mamalia lain, struktur amplop vitelline sangat tebal dan disebut zona pelusida. Struktur ini dikelilingi oleh lapisan sel, yang disebut

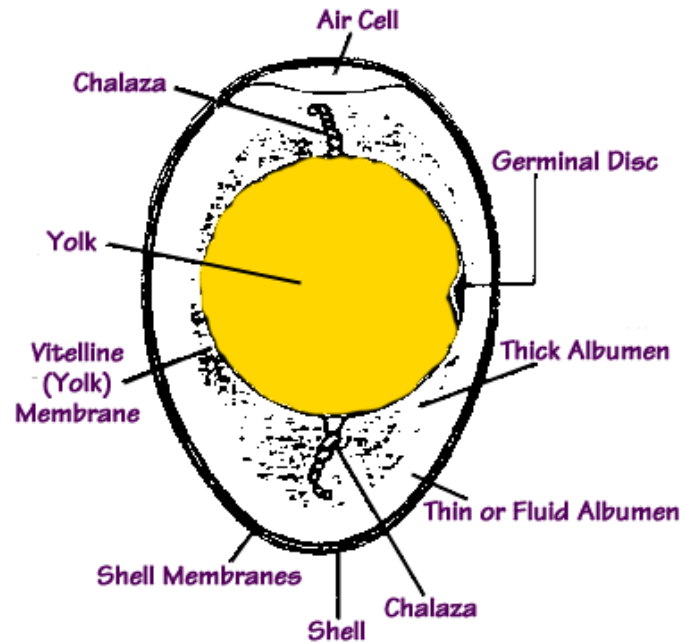
korona radiata, bahwa sperma harus menembus sebelum dapat membuahi oosit

C. ALAT DAN BAHAN

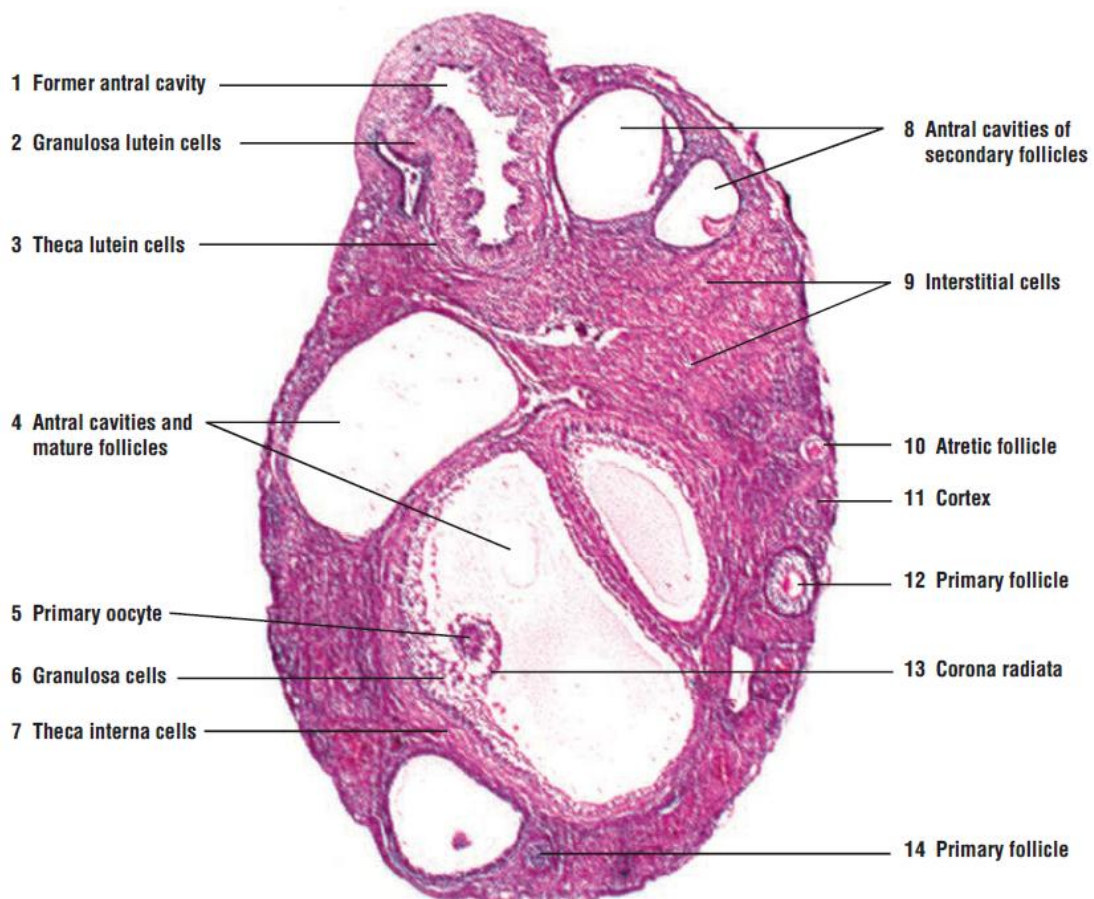
1. Alat: Gunting, papan bedah, minyak emersi, mikroskop cahaya.
2. Bahan: Telur ayam lokal dan buras, preparat sperma, preparat testis, dan preparat ovarium.

D. CARA KERJA

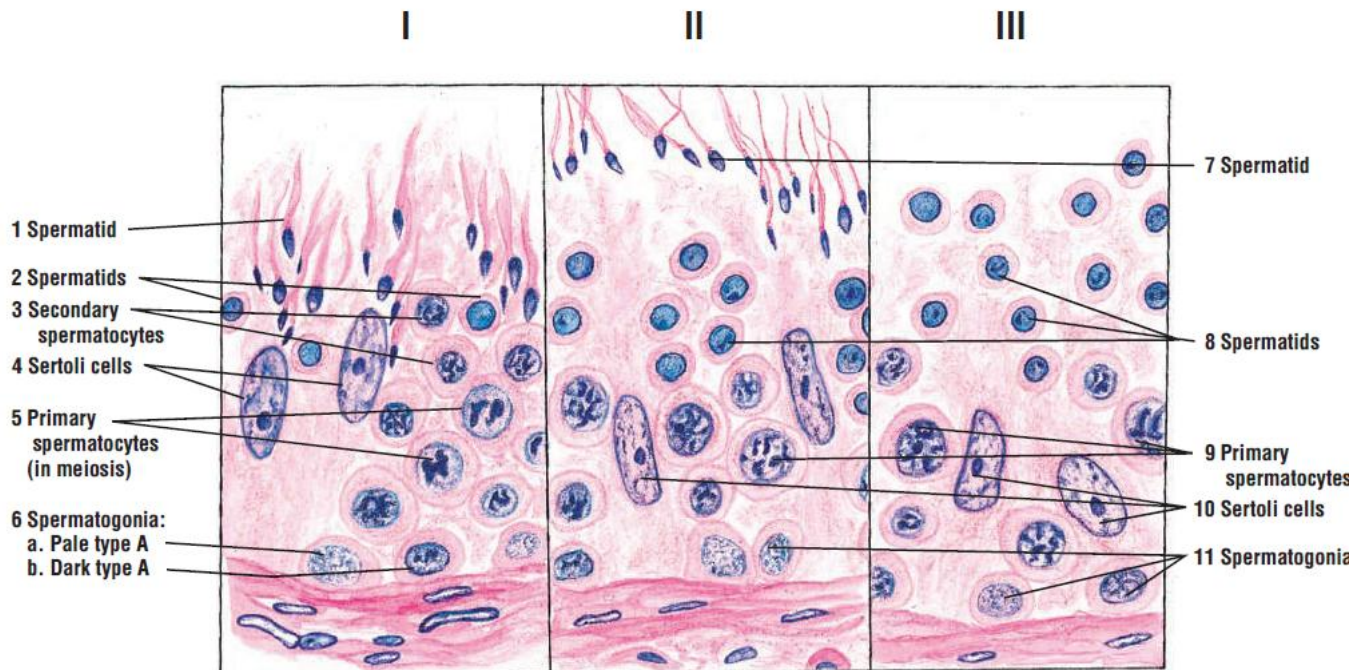
1. Amatilah preparat yang telah tersedia menggunakan mikroskop cahaya stereo maupun mono
2. Mulailah pengamatan dengan menggunakan perbesaran yang paling kecil
3. Gambarlah preparat yang telah diamati pada buku kerja yang telah disediakan
4. Berilah keterangan gambar tersebut.
5. Untuk bahan telur, kupaslah dengan hati-hati pada bagian tepinya sehingga tersisa setengah cangkang telur. Gambarlah bagian telur.



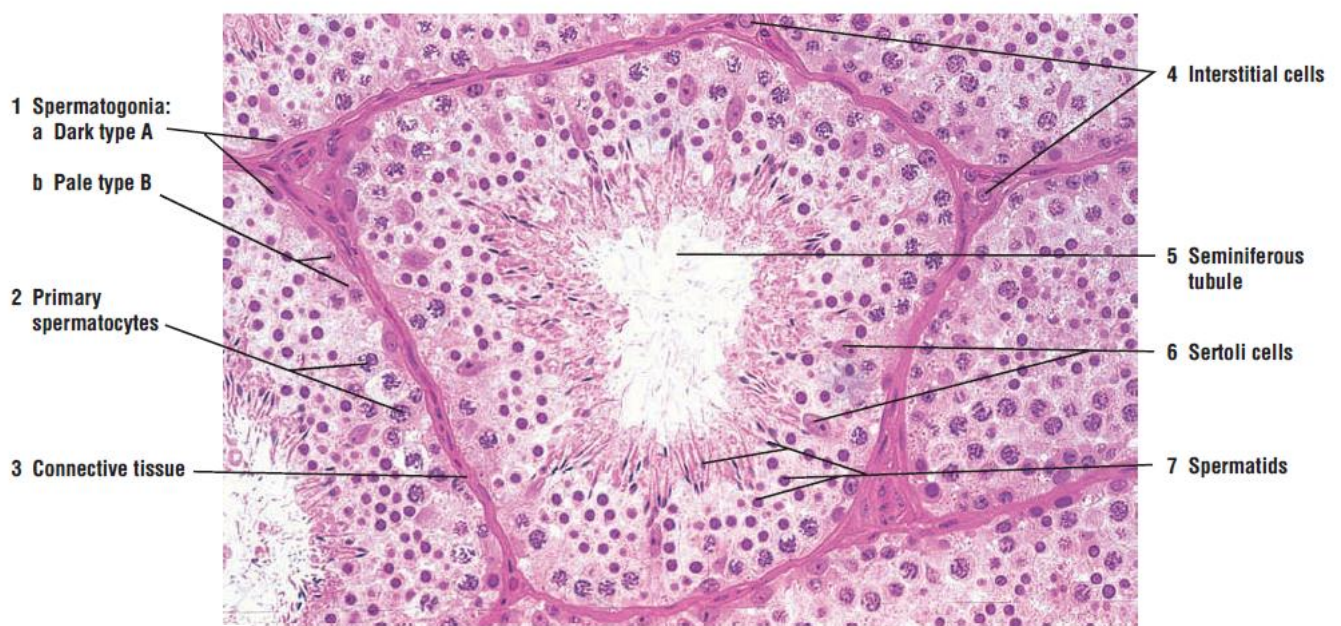
Gambar 1. Struktur telur



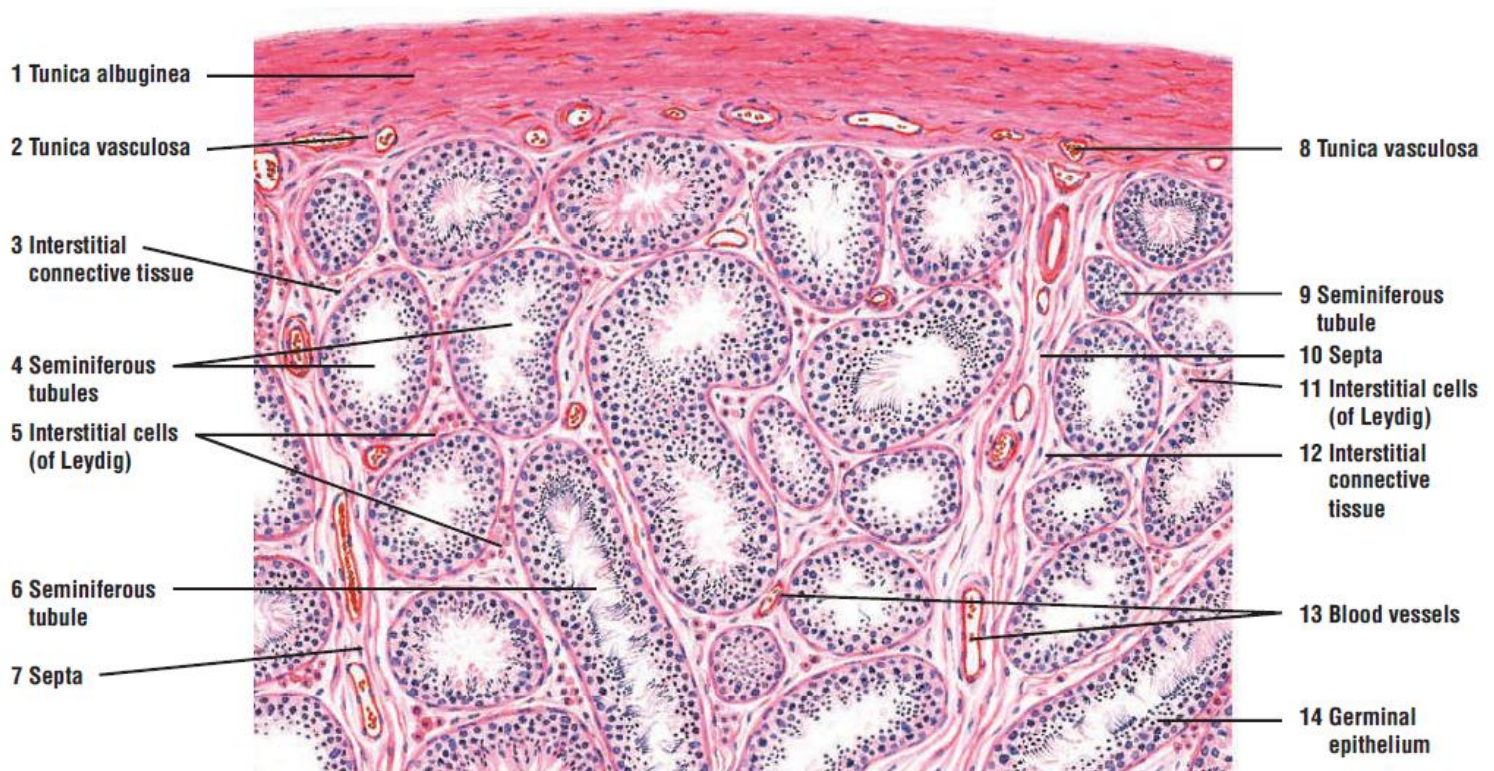
Gambar 2 ■ Ovary (European mink) (panoramic view). Mature follicles and the initial formation of the corpus luteum. Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification. (The image is courtesy of Dr. Sergei Yakovlevich Amstislavsky, Institute of Cytology and Genetics, Russian Academy of Sciences, Siberian Division, Novosibirsk, Russia.)



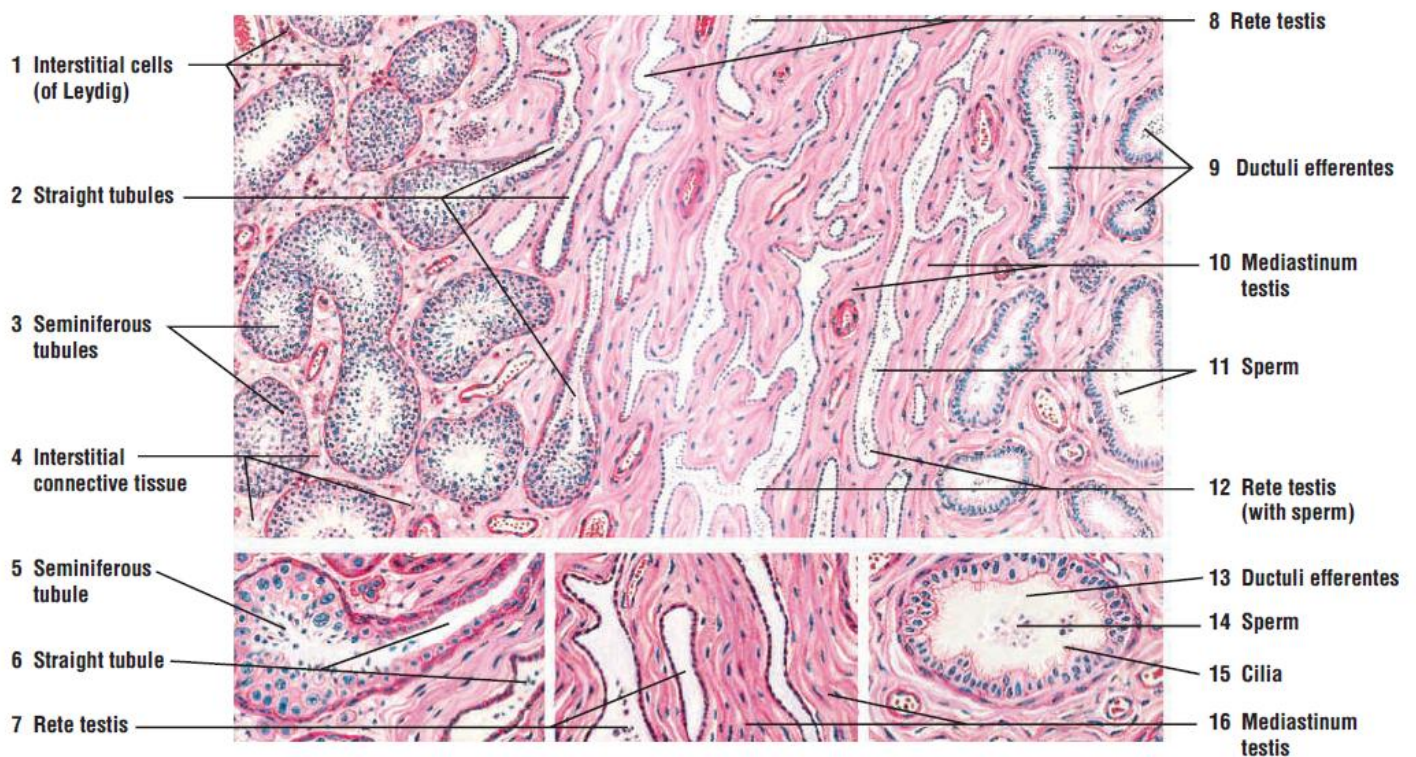
Gambar 3 ■ Primate testis: different stages of spermatogenesis. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.



Gambar 4 ■ Testis: seminiferous tubules (transverse section). Stain: hematoxylin and eosin (plastic section). $\times 80$.



Gambar 5 ■ Peripheral section of testis. Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.



Gambar 6 ■ Seminiferous tubules, straight tubules, rete testis, and efferent ductules (ductuli efferentes). Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification (inset: high magnification).

PRAKTIKUM 2

SISTEM EKRESI (5 PERTEMUAN)

A. TUJUAN

1. Mampu menggunakan berbagai jenis mikroskop cahaya
2. Untuk mengetahui struktur histologis darah dan usus
3. Untuk mengetahui struktur histologis sistem ekresi

B. PENGANTAR

Darah

Darah adalah jaringan ikat yang terdiri dari sel-sel dalam cairan matriks ekstraselular. Selain membawa oksigen dan karbon dioksida antara sel-sel dan paru-paru, darah mengangkut nutrisi dari saluran pencernaan ke jaringan lain dalam tubuh, sirkulasi limbah ginjal dan pengolahan di hati, menyampaikan hormon dari kelenjar ke jaringan target, memberikan sel sistem kekebalan tubuh untuk tempat infeksi, dan mendistribusikan panas ke seluruh tubuh.

Mengingat berbagai fungsi yang berfungsi darah, tidak mengherankan bahwa darah adalah jaringan yang

kompleks. Dalam manusia rata-rata, 50-65 % dari volume darah terdiri dari matriks ekstraselular disebut plasma. Sisa dari volume terdiri sel dan fragmen sel yang secara kolektif disebut unsur elemen. Elemen yang terbentuk dalam darah termasuk trombosit, beberapa jenis sel darah putih, dan sel darah merah.

Trombosit adalah fragmen sel yang bertindak untuk meminimalkan kehilangan darah dari pembuluh darah pecah. Mereka melakukannya dengan melepaskan bahan yang membantu membentuk sumbatan yang dikenal sebagai gumpalan.

Sel darah putih adalah bagian dari sistem kekebalan tubuh. Mereka melawan infeksi yang terjadi di bagian tubuh.

Sel darah merah mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Mereka juga memainkan peran dalam mengangkut karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. Tubuh manusia mensintesis sel darah merah baru sekitar 2,5 juta per detik untuk menggantikan sel-sel darah merah tua, yang mati pada waktu yang sama. Sel darah merah ini berumur selama sekitar 120 hari. Sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit berkembang dari sel-sel induk (stem cells)

yang terletak di jaringan bagian dalam tulang (bone marrow).

Vertebrata selain mamalia mengangkut oksigen dalam sel darah merah yang memiliki inti. Tapi pada mamalia, sel darah merah kehilangan inti bersamaan dengan mitokondria dan organel lainnya. Sel darah merah mamalia memiliki sekitar 280 juta *copy* molekul hemoglobin yang membawa oksigen.

Usus Kecil

Kebanyakan pencernaan dan penyerapan nutrisi terjadi dalam tabung panjang yang disebut usus kecil. Karena itu, strukturnya secara khusus disesuaikan untuk fungsi-fungsi ini. Panjangnya usus memberikan area permukaan besar untuk pencernaan dan penyerapan, dan lebih meningkat dengan daerah lipatan melingkar, vili, dan mikrovili.

Usus kecil dimulai pada pyloric sphincter lambung, kumparan melalui bagian tengah dan inferior dari rongga perut, dan akhirnya membuka ke usus besar. Diameter rata-rata 2,5 cm (1 in.); panjangnya sekitar 3 m (10 kaki) pada orang yang hidup dan sekitar 6,5 m (21 kaki) di mayat karena hilangnya tonus otot polos setelah kematian.

Usus Besar

Bahan dicerna saat mencapai usus besar manusia, sejumlah besar air (sekitar 5 liter per hari total) dan hampir semua nutrisi yang tersedia telah diserap. Fungsi utama dari usus besar adalah menyerap air yang cukup untuk membentuk tinja. Proses ini terjadi di bagian utama usus dari usus besar. Tinja yang dibentuk di rektum, merupakan bagian akhir dari usus besar, sampai tinja dapat dikeluarkan. Meskipun ginjal bertanggung jawab untuk menjaga keseimbangan air, penyerapan air di usus besar adalah penting untuk menjaga tubuh terhidrasi dengan baik.

Selain pemadatan limbah dan menyerap air, usus besar manusia mengandung mikroorganisme simbiotik yang mencerna selulosa. Meskipun fermentasi selulosa manusia tidak sepenting omnivore maupun herbivora seperti ruminansia, bakteri di usus manusia juga memproduksi beberapa nutrisi penting, seperti vitamin K.

Kulit

Kulit, juga dikenal sebagai membran kutaneus, meliputi permukaan eksternal tubuh dan permukaan organ dari tubuh. Pada orang dewasa, kulit meliputi area seluas sekitar 2 meter persegi (22 kaki persegi)

dan berat 4,5-5 kg (10-11 lb), sekitar 7% dari total berat badan. Kisar ketebalan dari 0,5 mm (0,02 in.) pada kelopak mata, dan 4,0 mm (0,16 in.) pada tumit. Sebagian besar tubuh memiliki tebal 1-2 mm (0,04-0,08 dalam).

Kulit terdiri dari dua bagian utama. Superficial, lebih tipis, yang terdiri dari jaringan epitel, dikenal epidermis. Semakin dalam, bagian jaringan ikat tebal adalah dermis. Sementara epidermis adalah vaskular, dermis adalah pembuluh darah. Untuk alasan ini, jika Anda memotong epidermis tidak ada perdarahan, tetapi jika memotong menembus ke dermis terjadi perdarahan.

Bagian dalam dermis, tetapi bukan bagian dari kulit, adalah lapisan subkutan. Juga disebut hipodermis, lapisan ini terdiri dari jaringan areolar dan adiposa. Serat yang panjang dari dermis, menjadi pengikat ke lapisan subkutan, dan menjadi pelekut pada fasia, jaringan ikat sekitar otot dan tulang. Lapisan subkutan berfungsi sebagai penyimpanan untuk lemak dan mengandung pembuluh darah besar yang memasok kulit. Daerah ini juga mengandung ujung saraf yang disebut korpuskel lamela atau korpuskel pacinian yang sensitif terhadap tekanan.

Hati

Hati adalah kelenjar terberat dari tubuh, berat sekitar 1,4 kg (3 lb) pada rata rata orang dewasa. Hati lebih rendah daripada diafragma dan menempati sebagian besar bagian kanan dan bagian dari daerah rongga epigastrium abdominopelvic. Selain mengeluarkan empedu, yang diperlukan untuk penyerapan lemak makanan, hati melakukan banyak fungsi penting lainnya:

Metabolisme karbohidrat. Hati sangat penting dalam mempertahankan kadar normal glukosa darah. Ketika glukosa darah rendah, hati bisa memecah glikogen menjadi glukosa dan melepaskan glukosa ke dalam aliran darah. Hati juga dapat mengkonversi asam amino tertentu dan asam laktat menjadi glukosa, dan dapat mengkonversi gula lainnya, seperti fruktosa dan galaktosa, menjadi glukosa. Ketika glukosa darah tinggi, seperti yang terjadi setelah makan, hati mengubah glukosa menjadi glikogen dan trigliserida untuk penyimpanan.

Metabolisme lipid. Hepatosit menyimpan beberapa trigliserida; memecah asam lemak untuk menghasilkan ATP; mensintesis lipoprotein, transportasi asam lemak, trigliserida, dan kolesterol ke dan dari sel-sel tubuh;

mensintesis kolesterol; dan menggunakan kolesterol untuk membuat garam empedu.

Metabolisme protein. Hepatosit deaminate (menghapus grup amino, NH_2) asam amino sehingga asam amino dapat digunakan untuk produksi ATP atau dikonversi ke karbohidrat atau lemak. Amonia beracun yang dihasilkan (NH_3) kemudian diubah menjadi urea, yang diekskresikan dalam urin. Hepatosit juga mensintesis protein plasma, seperti alpha dan beta globulin, albumin, protrombin, dan fibrinogen.

Pengolahan obat dan hormon. Hati dapat mendetoksifikasi zat-zat seperti alkohol dan mengeluarkan obat-obatan seperti penisilin, eritromisin, dan sulfonamid ke empedu. Hal ini juga dapat secara kimia mengubah atau mengeluarkan hormon tiroid dan hormon steroid seperti estrogen dan aldosteron.

Ekskresi bilirubin. Sebagaimana dicatat sebelumnya, bilirubin, berasal dari heme sel darah merah tua, diserap oleh hati dari darah dan disekresi ke empedu. Sebagian besar bilirubin dalam empedu dimetabolisme di usus halus oleh bakteri dan dihilangkan dalam tinja.

Sintesis garam empedu. Garam empedu digunakan dalam usus kecil untuk emulsifikasi dan penyerapan lipid.

Penyimpanan. Selain glikogen, hati adalah sebuah situs penyimpanan utama untuk vitamin tertentu (A, B12, D, E, dan K) dan mineral (zat besi dan tembaga), yang dilepaskan dari hati bila diperlukan di tempat lain di tubuh.

Fagositosis. Sel stellate retikuloendotelial (Kupffer) hati memfagositosis sel darah merah, sel darah putih, dan beberapa bakteri.

Aktivasi vitamin D. kulit, hati, dan ginjal berpartisipasi dalam sintesis bentuk aktif dari vitamin D.

Ginjal

Ginjal melakukan pekerjaan utama dari sistem urin. Bagian lain dari sistem ginjal berguna sebagai saluran dan area penyimpanan. Fungsi ginjal meliputi berikut ini:

Pengaturan komposisi ionik darah. Ginjal membantu mengatur kadar beberapa ion, yang paling penting ion natrium (Na_+), ion kalium (K_+), ion kalsium (Ca^{2+}), ion klorida (Cl_-), dan ion fosfat (HPO_4^{2-}).

Pengaturan pH darah. Ginjal mengekskresikan sejumlah variabel ion hidrogen (H^+) ke dalam urin dan menjaga ion bikarbonat (HCO_3^-), yang merupakan penyangga penting H^+ dalam darah. Kedua kegiatan ini membantu mengatur pH darah.

Pengaturan volume darah. Ginjal mengatur volume darah dengan menjaga atau menghilangkan air dalam urin. Peningkatan volume darah meningkatkan tekanan darah; penurunan volume darah menurunkan tekanan darah.

Pengaturan tekanan darah. Ginjal juga membantu mengatur tekanan darah dengan mengeluarkan enzim renin, yang mengaktifkan jalur renin-angiotensin-aldosteron. Peningkatan renin menyebabkan peningkatan tekanan darah.

Pemeliharaan osmolaritas darah. Dengan secara terpisah mengatur hilangnya air dan hilangnya zat terlarut dalam urin, ginjal mempertahankan osmolaritas darah relatif konstan mendekati 300 miliosmol per liter (mOsm/liter).

Produksi hormon. Ginjal memproduksi dua hormon. Calcitriol, bentuk aktif dari vitamin D, membantu mengatur homeostasis kalsium, dan

erythropoietin merangsang produksi sel-sel darah merah.

Pengaturan kadar glukosa darah. Seperti hati, ginjal dapat menggunakan asam amino glutamin di glukoneogenesis, sintesis molekul glukosa baru. Kemudian dapat melepaskan glukosa ke dalam darah untuk membantu mempertahankan tingkat glukosa darah normal.

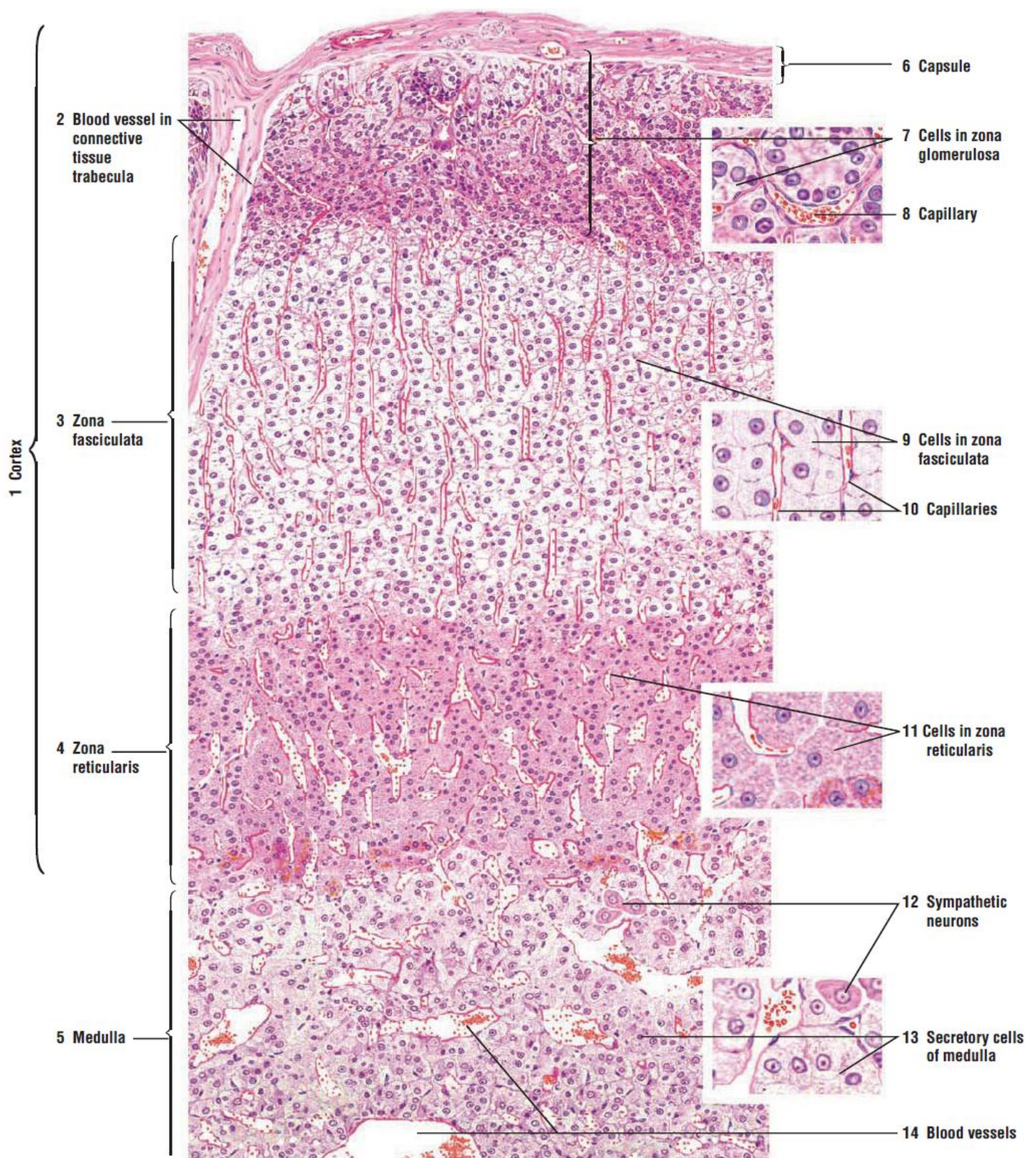
Ekskresi limbah dan zat-zat asing. Dengan membentuk urin, ginjal mengekskresikan limbah membantu-zat yang tidak memiliki fungsi yang berguna dalam tubuh. Beberapa limbah diekskresikan dalam urin hasil dari reaksi metabolisme dalam tubuh. Ini termasuk amonia dan urea dari deaminasi asam amino; bilirubin.

C. ALAT DAN BAHAN

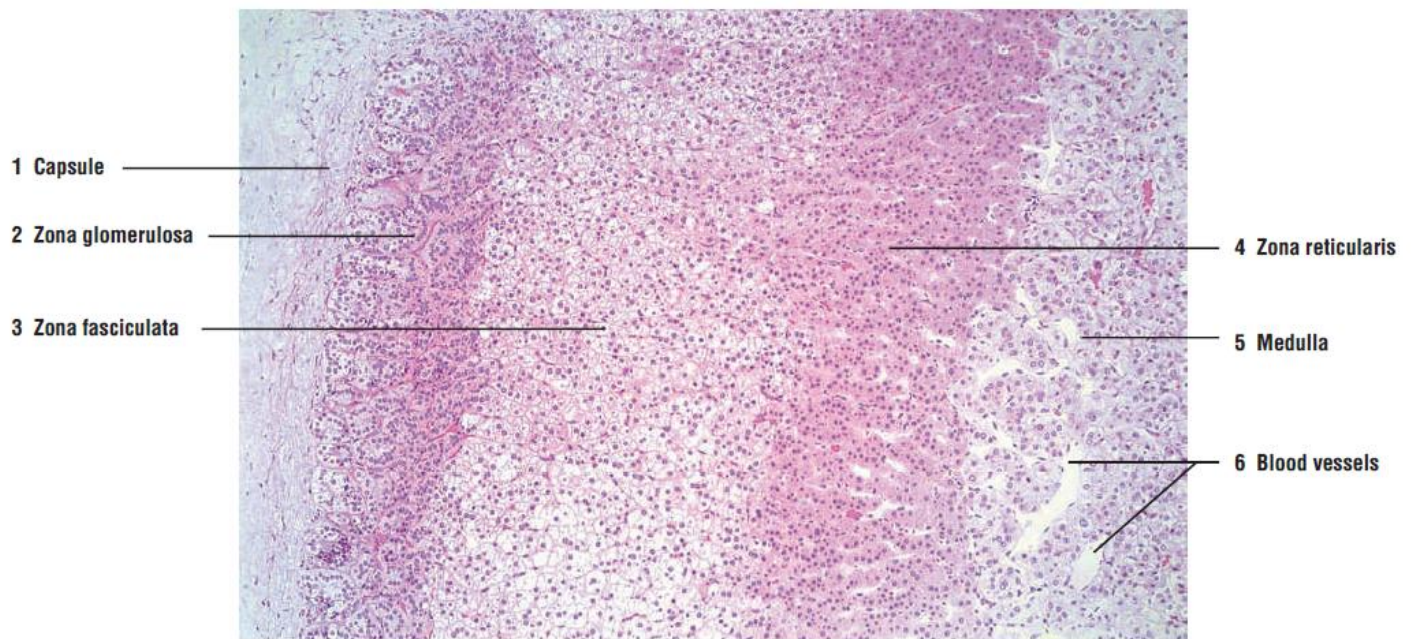
1. Alat: minyak imersi dan mikroskop
2. Bahan: preparat darah apusan, darah preparat awetan, vena, arteri, ginjal, trakea, lung with pleura, glandula alveolus, liver, pancreas, esofagus, mandibular gland, plexus choroideus, pylorus, duodenum, jejunum, illium, caesum, colon

D. CARA KERJA

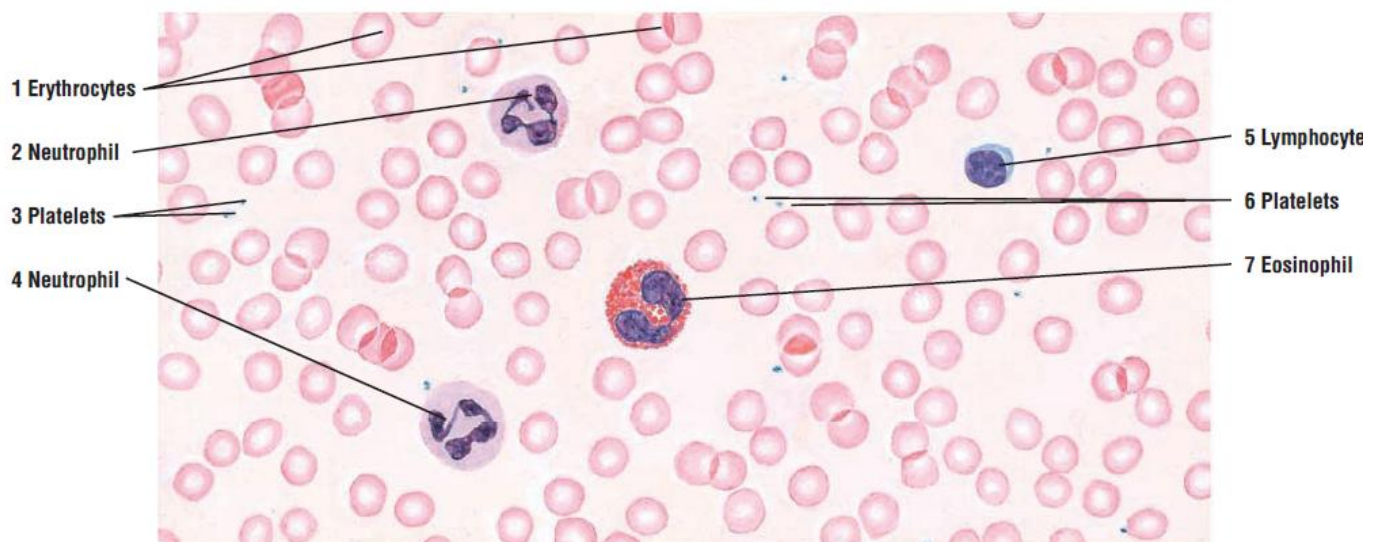
1. Amatilah preparat yang telah tersedia menggunakan mikroskop cahaya stereo
2. Mulailah pengamatan dengan menggunakan perbesaran yang paling kecil
3. Gambarlah preparat yang telah diamati pada buku kerja yang telah disediakan
4. Berilah keterangan gambar tersebut.



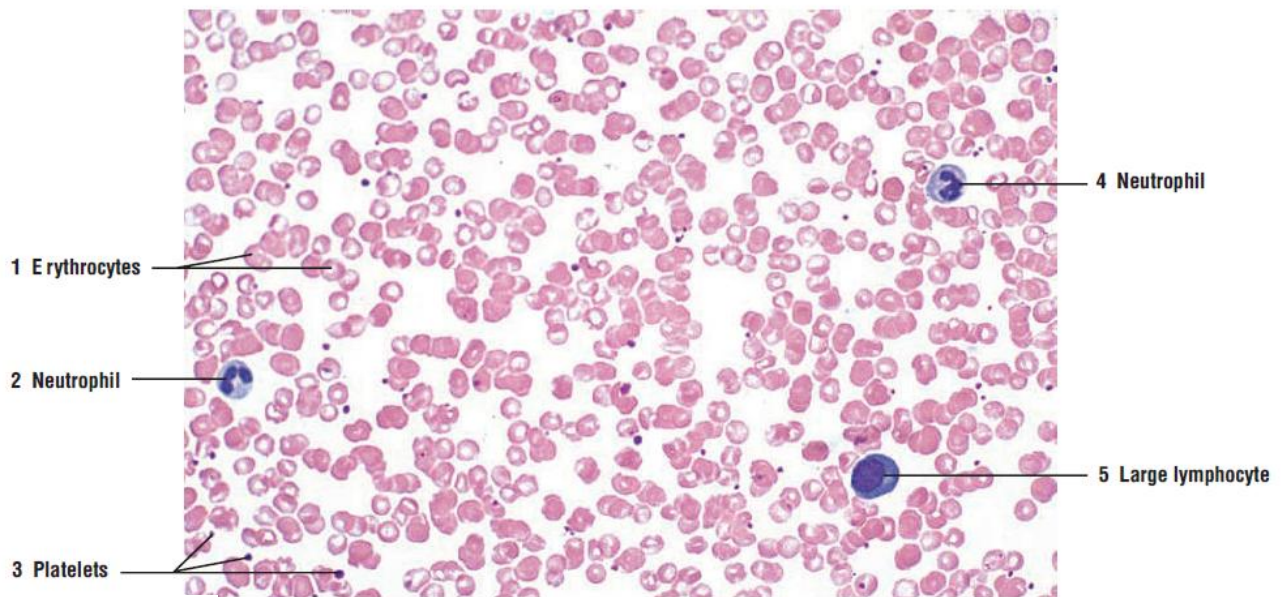
Gambar 7 ■ Cortex and medulla of adrenal (suprarenal) gland. Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.



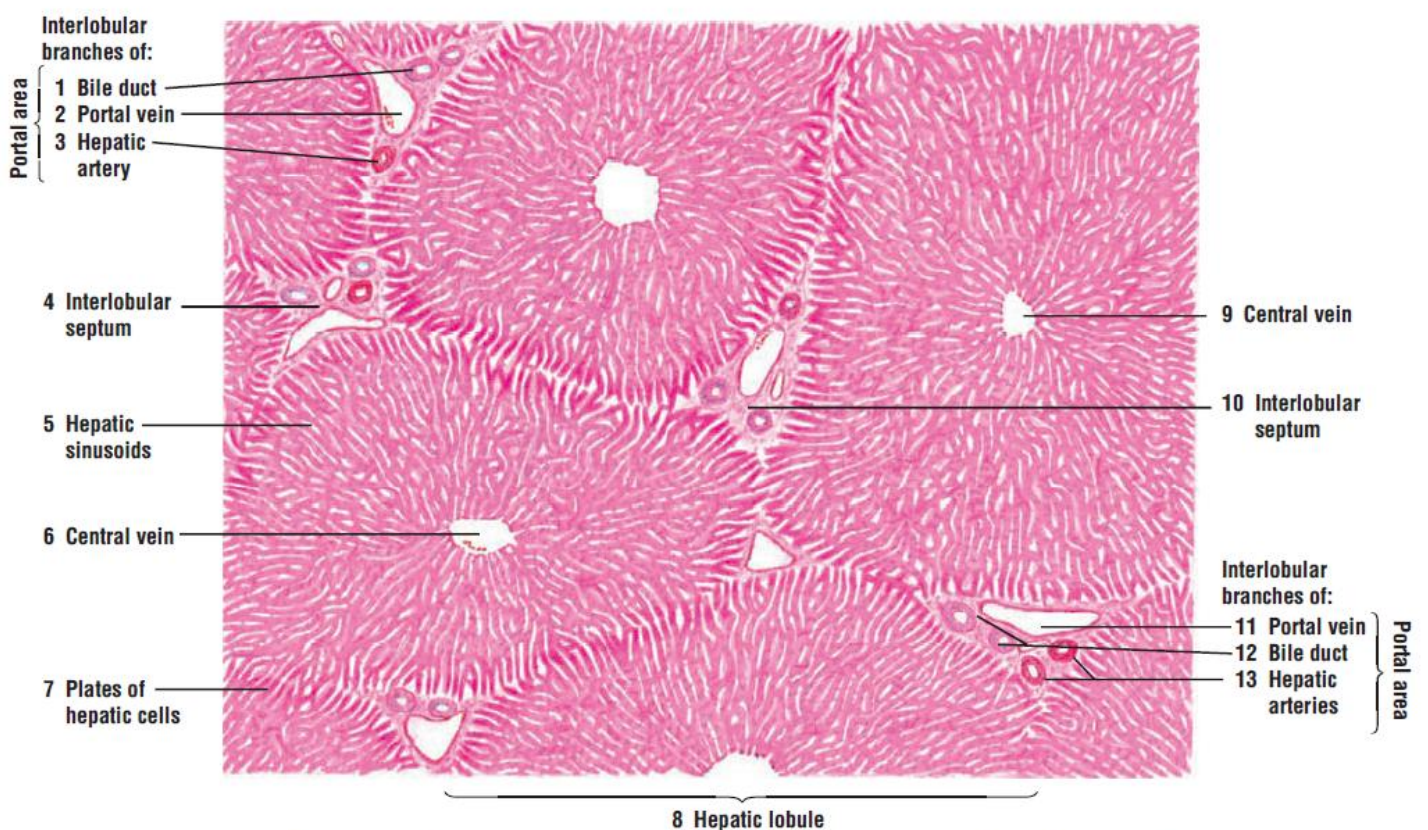
Gambar 8 ■ Adrenal (suprarenal) gland: cortex and medulla. Stain: hematoxylin and eosin. $\times 25$



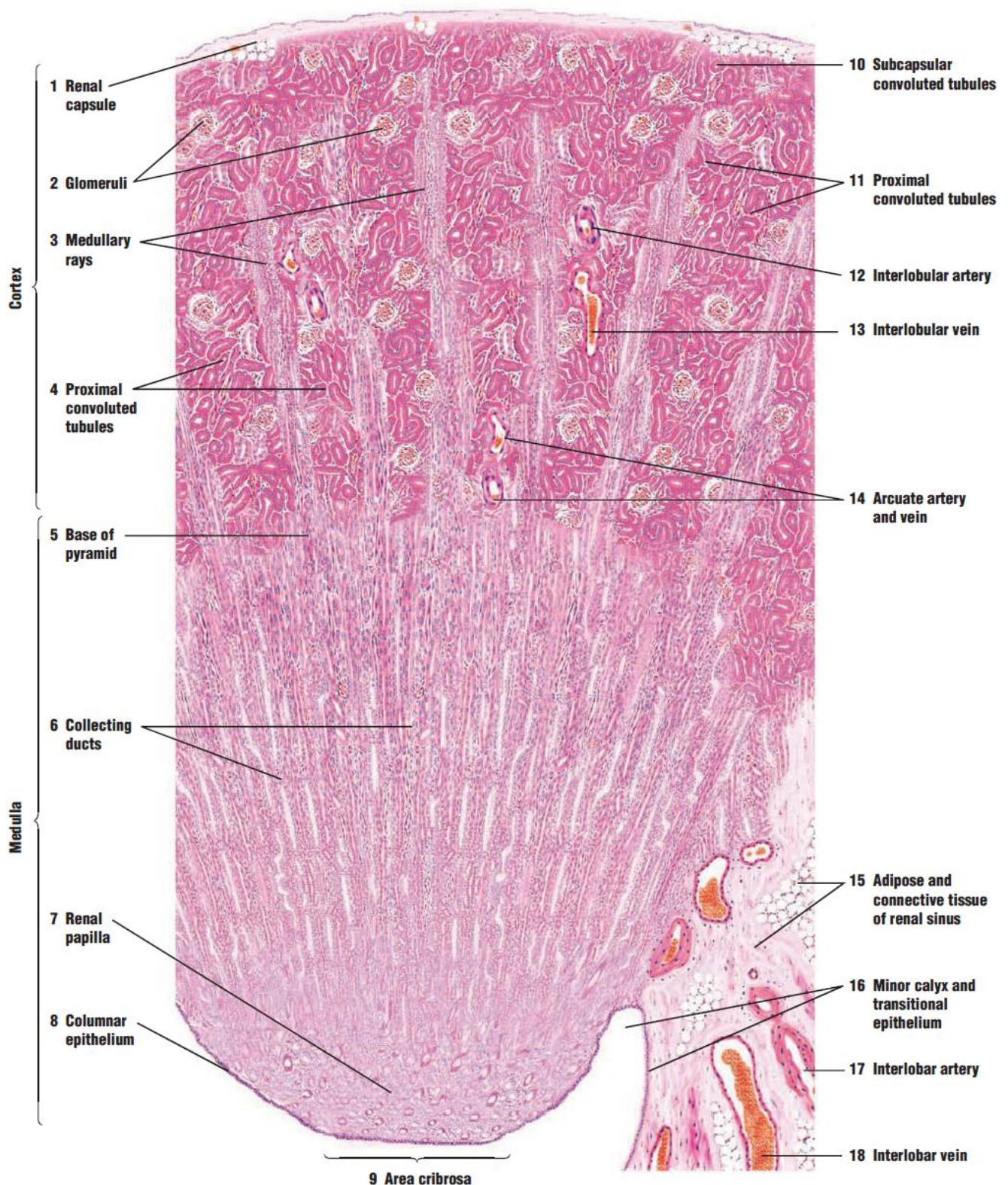
Gambar 9 ■ Human blood smear: erythrocytes, neutrophils, eosinophils, lymphocyte, and platelets. Stain: Wright's stain. High magnification.



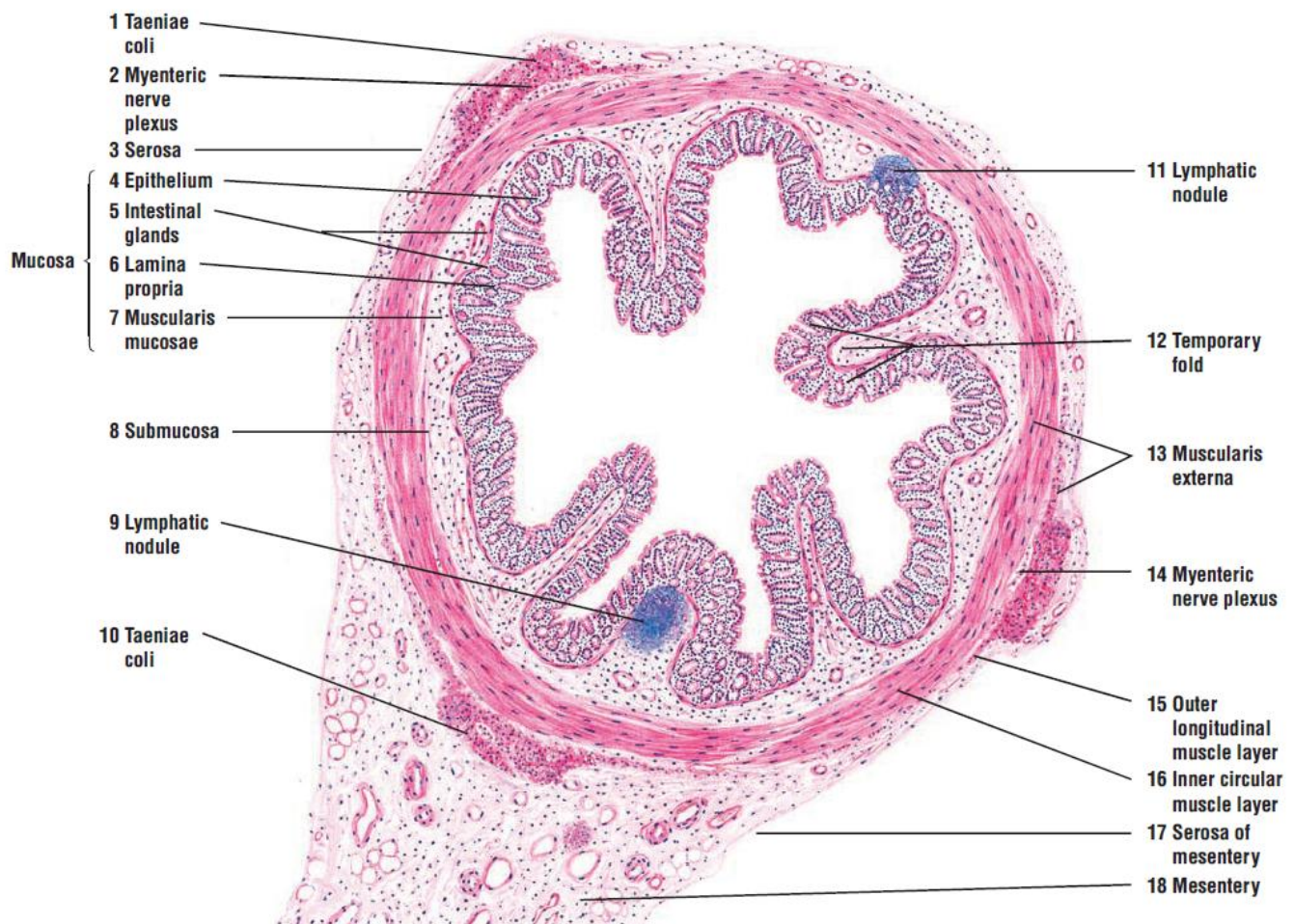
Gambar 10 ■ Human blood smear: red blood cells, neutrophils, large lymphocytes, and platelets. Stain: Wright's stain. $\times 205$.



Gambar 11 ■ Primate liver lobules (panoramic view, transverse section). Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.



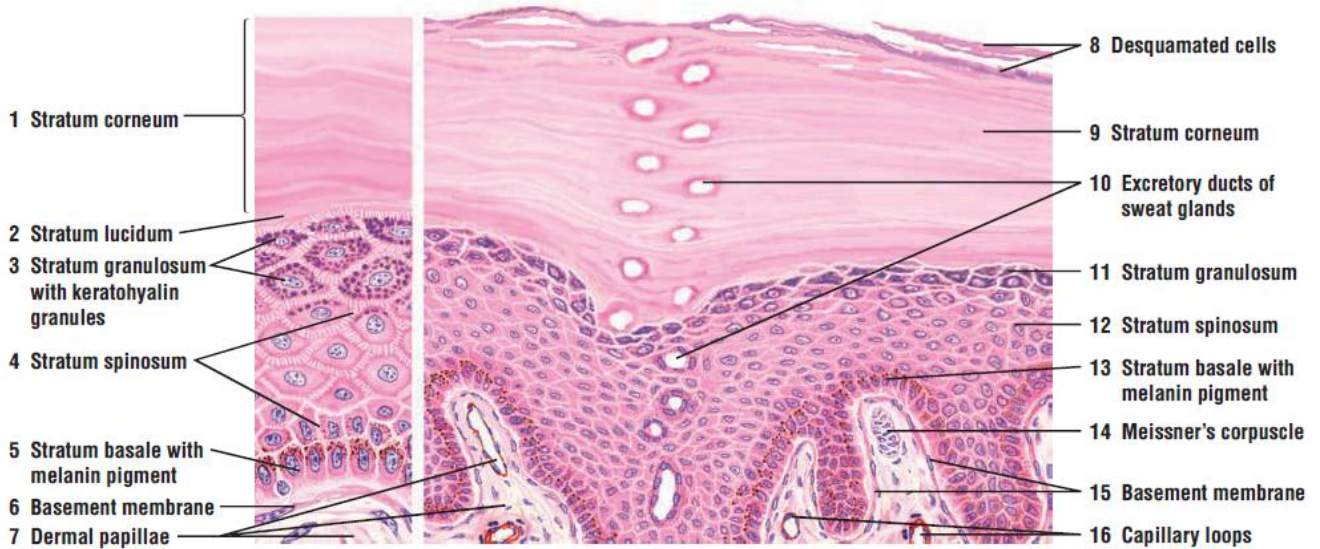
Gambar 12 ■ Kidney: cortex, medulla, pyramid, and renal papilla (panoramic view). Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.



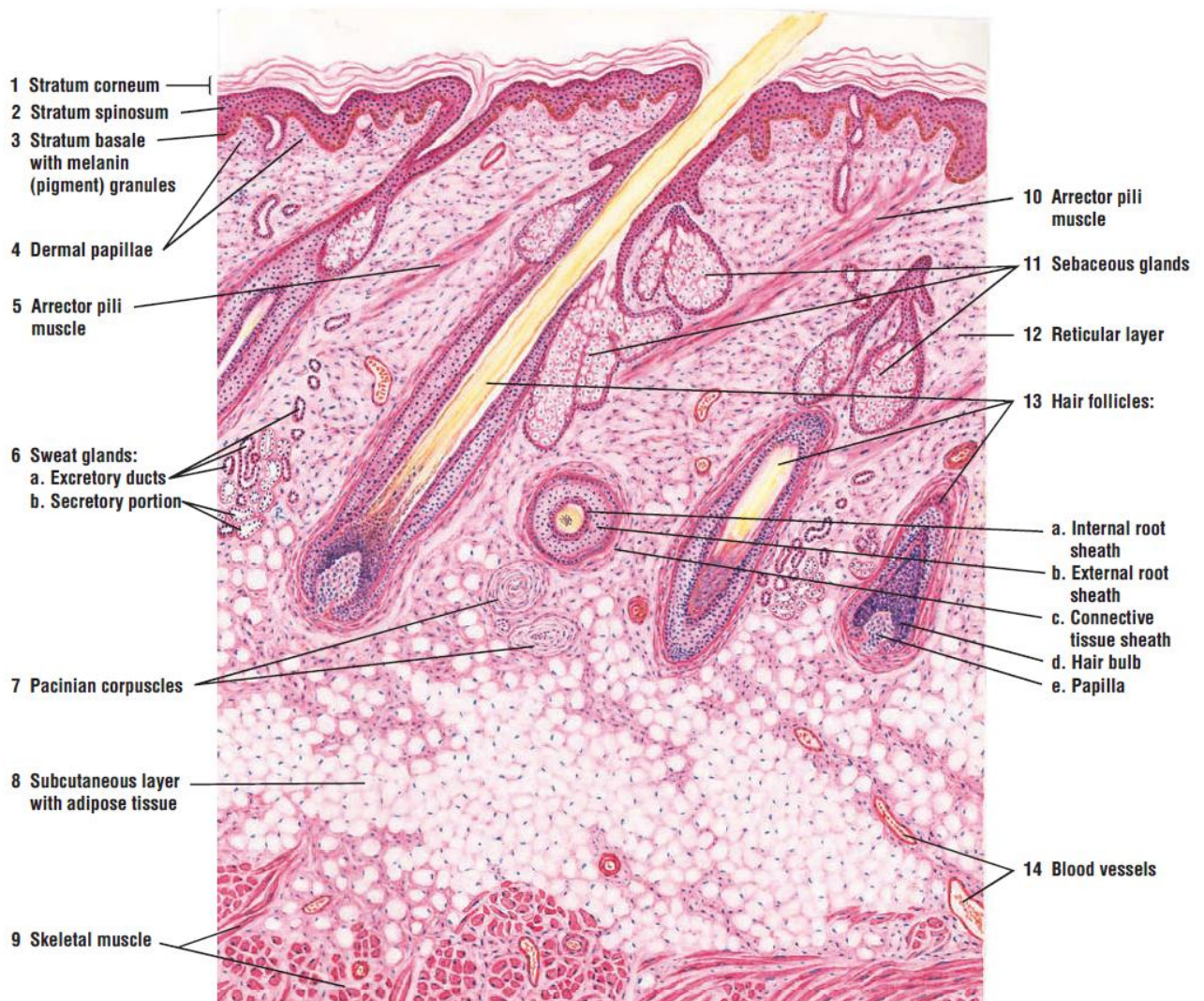
Gambar 13 ■ Large intestine: colon and mesentery (panoramic view, transverse section). Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.



Gambar 14 ■ Large intestine: colon wall (transverse section). Stain: hematoxylin and eosin. $\times 30$.



Gambar 15 ■ Thick skin of the palm, superficial cell layers, and melanin pigment. Stain: hematoxylin and eosin. medium magnification.



Gambar 16 ■ Skin: epidermis, dermis, and hypodermis in the scalp. Stain: hematoxylin and eosin. Low magnification.

PRAKTIKUM 3

SISTEM KOORDINASI GERAK (6 PERTEMUAN)

A. TUJUAN

1. Mampu menggunakan berbagai jenis mikroskop cahaya
2. Untuk mengetahui struktur saraf
3. Untuk mengetahui struktur histologis *hyaline cartilage* dan *compact bone*.
4. Untuk mengetahui struktur histologis otot polos, otot lurik dan otot jantung

B. PENGANTAR

Jaringan Saraf

Sistem saraf perifer (PNS) termasuk saraf kranial dan tulang belakang; dibagi menjadi sistem saraf somatik (SNS) dan sistem saraf otonom (ANS). Seperti sistem saraf somatik, sistem saraf otonom (ANS) beroperasi melalui busur refleksi. Struktur ANS termasuk neuron sensorik, mengintegrasikan dalam sistem saraf pusat (CNS), motor neuron otonom, dan enterik atau sistem saraf enterik (ENS).

Aliran yang terus-menerus dari impuls saraf dari (1) neuron otonom sensorik pada organ visceral dan

pembuluh darah merambat dan (2) terintegrasi dengan system saraf pusat (CNS). Kemudian, impuls diteruskan ke (3) neuron otonom motor merambat ke berbagai jaringan efektor, sehingga mengatur aktivitas otot polos, otot jantung, dan banyak kelenjar. ENS adalah bagian dari ANS yang terdiri dari jaringan saraf khusus dan ganglia, membentuk jaringan saraf independen dalam dinding gastrointestinal (GI) saluran.

ANS biasanya beroperasi tanpa kendali sadar. Namun, pusat di hipotalamus dan batang otak melakukan mengatur refleks ANS. Dalam bab ini, kita membandingkan struktural dan fungsional dari sistem saraf somatik dan otonom.

Jaringan Tulang

Tulang rawan, sendi, dan tulang membentuk sistem kerangka. Sistem rangka mendukung jaringan lunak, melindungi struktur halus, dan bekerja dengan otot rangka untuk menghasilkan gerakan. Tulang menyimpan kalsium dan fosfor; sumsum tulang merah, menghasilkan sel-sel darah; dan mengandung sumsum tulang kuning, situs penyimpanan untuk trigliserida.

Tulang adalah organ, terdiri dari beberapa jaringan ikat yang berbeda, termasuk tulang atau jaringan osseus, periosteum, sumsum tulang merah dan kuning,

dan endosteum (membran yang melapisi ruang dalam tulang yang menyimpan sumsum tulang kuning).

Jaringan tulang diklasifikasikan sebagai kompak atau spons, tergantung pada bagaimana matriks ekstraseluler dan susunan sel. Unit dasar tulang kompak adalah osteon atau sistem haversian. Setiap osteon memiliki empat bagian:

1. Lamellae adalah cincin konsentris matriks ekstraseluler yang terdiri dari a. garam mineral (terutama kalsium dan fosfat), yang memberikan kekerasan tulang dan kekuatan tekanan; b. serat kolagen, yang memberikan tulang kekuatan tarik. Lamellae bertanggung jawab untuk sifat kompak dari jenis jaringan tulang.

2. Lacunae, sebagaimana telah disebutkan, adalah ruang kecil antara lamellae yang mengandung sel-sel tulang dewasa yang disebut osteosit.

3. Canaliculi, jaringan kanal tempat proses tulang rawan hyalin (hyaline cartilago), mengandung gel resilient sebagai substansi dasar dan tampak sebagai substansi mengkilap putih kebiruan (nampak titik merah muda atau ungu dengan pemeriksaan mikroskopis; serat kolagen tidak terlihat dengan teknik pewarnaan biasa); kondrosit dapat dengan jelas

ditemukan di Lacunae dikelilingi oleh perichondrium (pengecualian: rawan artikular pada sendi dan tulang rawan dari lempeng epifisis, di mana tulang memperpanjang selama pertumbuhan).

Jaringan otot

Jaringan otot memiliki beberapa fungsi otot mencakup gerakan tubuh, memompa jantung, dan pencampuran makanan di saluran pencernaan. Ada tiga jenis jaringan otot; Anda, bersama dengan vertebrata lainnya, memiliki ketiganya.

1. Otot rangka menempel pada tulang kerangka dan memberikan gaya pada ketika kontraksi. Otot rangka bertanggung jawab untuk gerakan tubuh. Selain itu, mengelilingi pencernaan dan saluran kemih dan kontrol menelan, buang air besar (defecation), dan buang air kecil (urination).

2. Otot jantung, penyusun dinding jantung dan bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh tubuh.

3. Otot polos, yang meruncing di setiap ujung, membentuk jaringan otot yang melapisi dinding saluran pencernaan dan pembuluh darah.

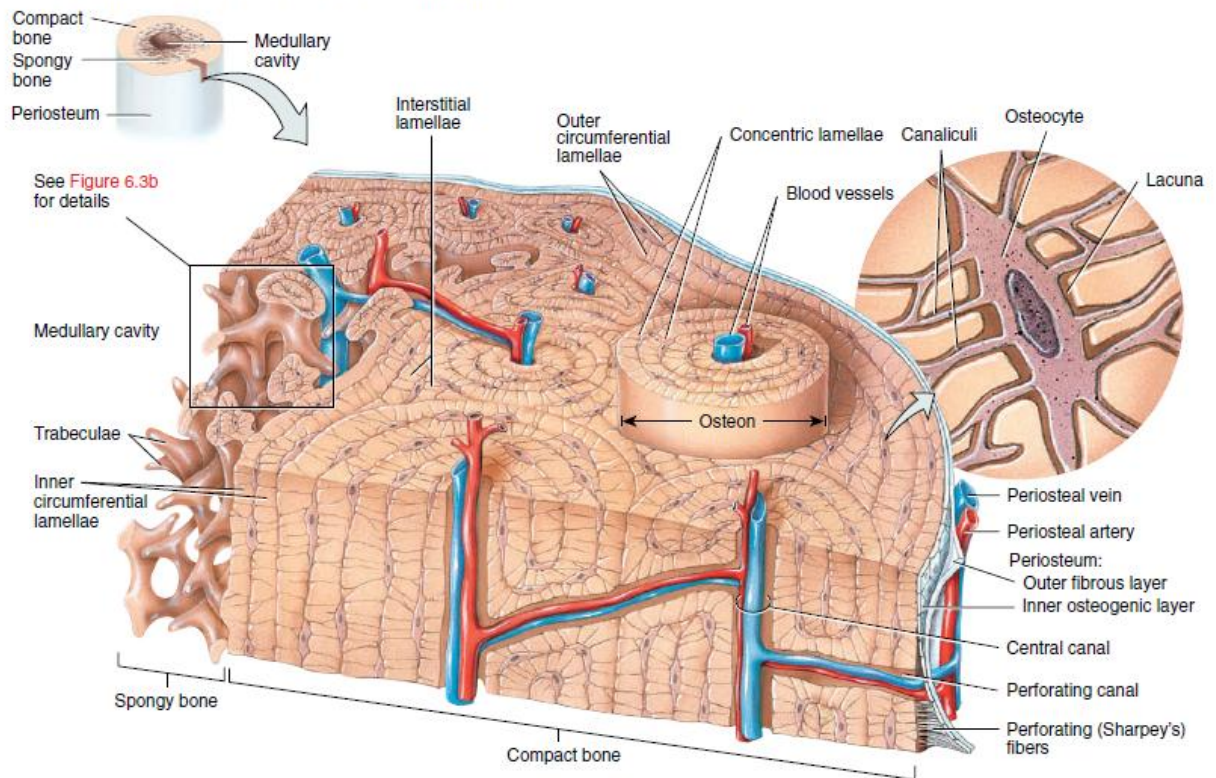
C. ALAT DAN BAHAN

1. Alat: minyak imersi dan mikroskop
2. Bahan sistem saraf: preparat saraf, cerebellum, serebrum, glandula lobulus, glandula adrenal, hypophyse, spleen, glandula thyroid.
3. Bahan sistem penyokong dan gerak: compact bone wm; hard bone; hyaline cartilage; bone ground; hyaline cartilage; tulang compact bone; hyaline; jaringan epitel squamosum; jaringan epitel silindris; striated muscle; serat otot polos; otot serat melintang; otot jantung; otot polos; otot serat melintang; otot jantung

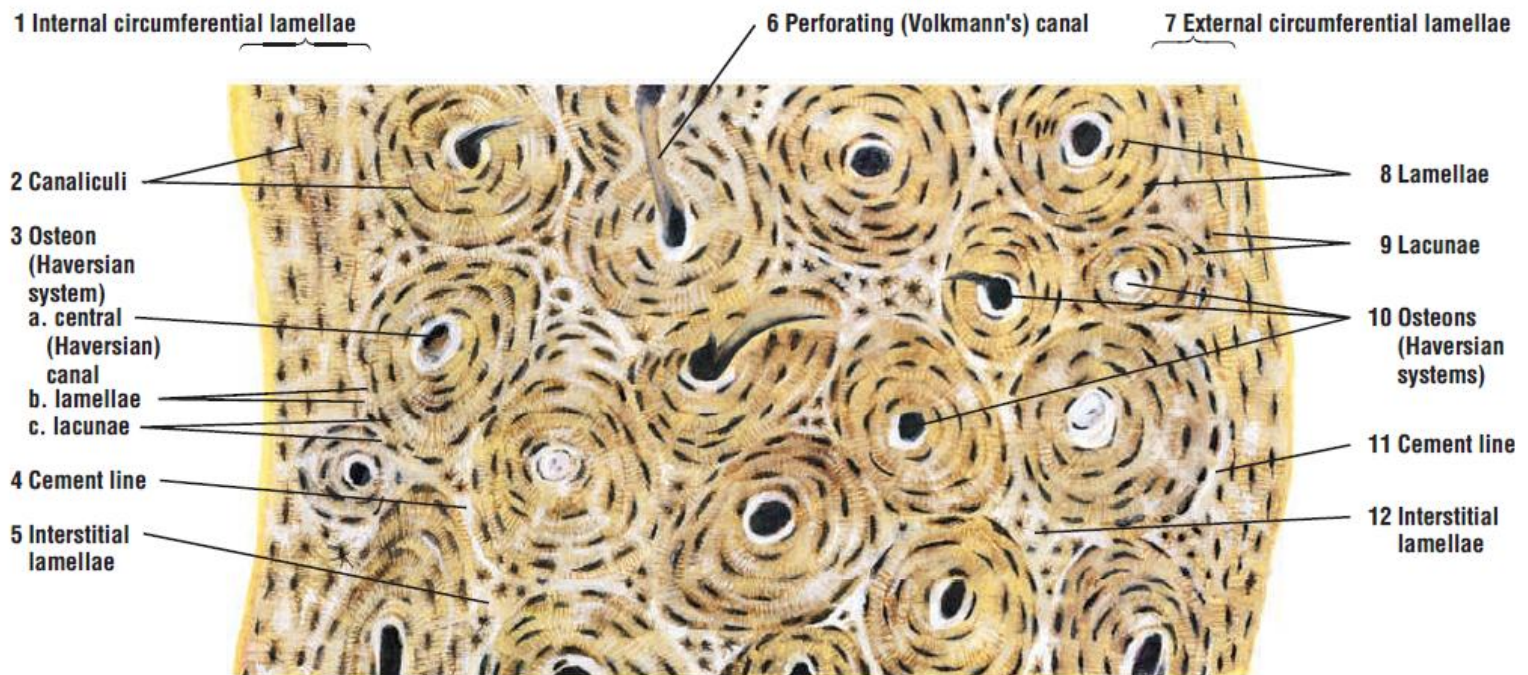
D. CARA KERJA

1. Amatilah preparat yang telah tersedia menggunakan mikroskop cahaya stereo
2. Mulailah pengamatan dengan menggunakan perbesaran yang paling kecil
3. Gambarlah preparat yang telah diamati pada buku kerja yang telah disediakan
4. Berilah keterangan gambar tersebut.

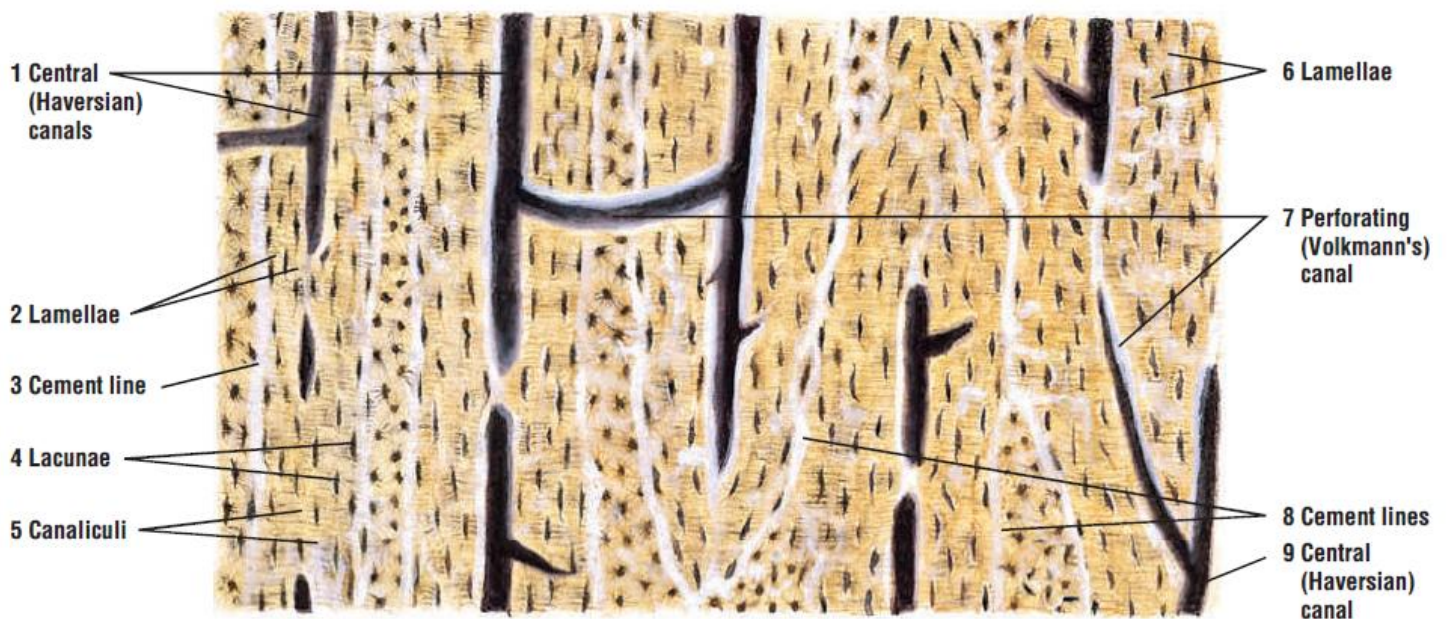
🔑 Bone tissue is organized in concentric lamellae around a central (haversian) canal in compact bone and in irregularly arranged lamellae in the trabeculae in spongy bone.



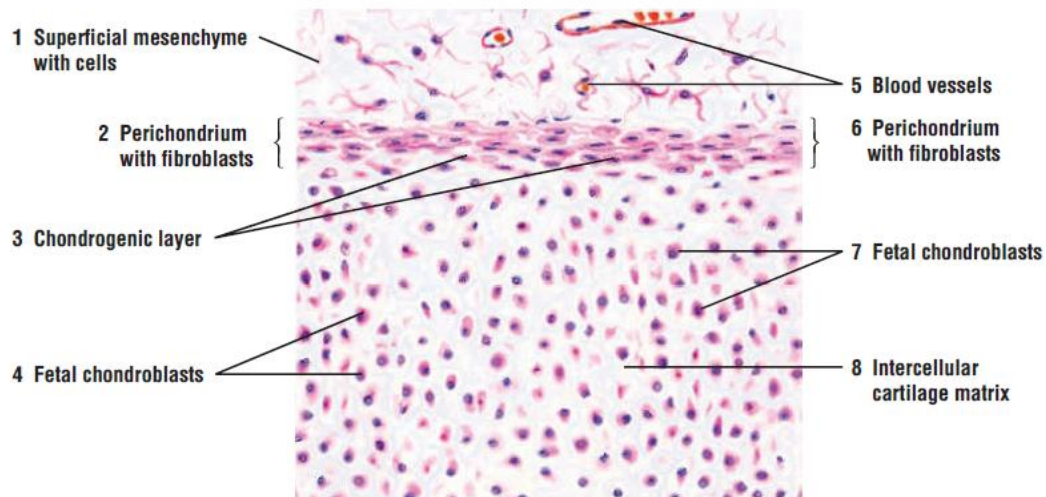
Gambar 17 Osteons (haversian systems) in compact bone and trabeculae in spongy bone



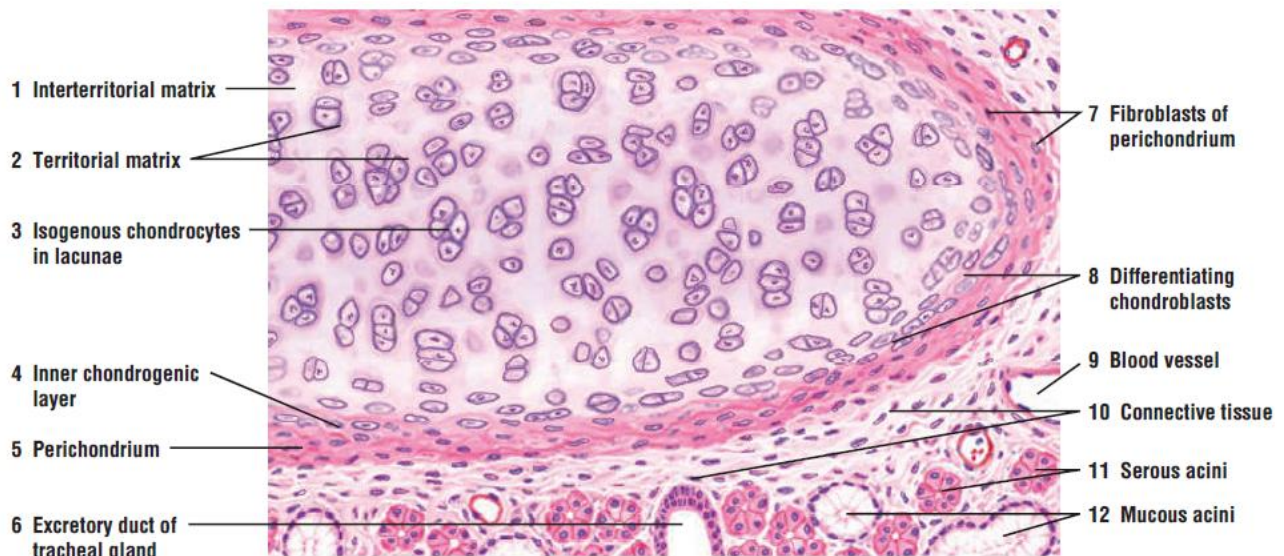
Gambar 18 ■ Dry, compact bone: ground, transverse section. Low magnification.



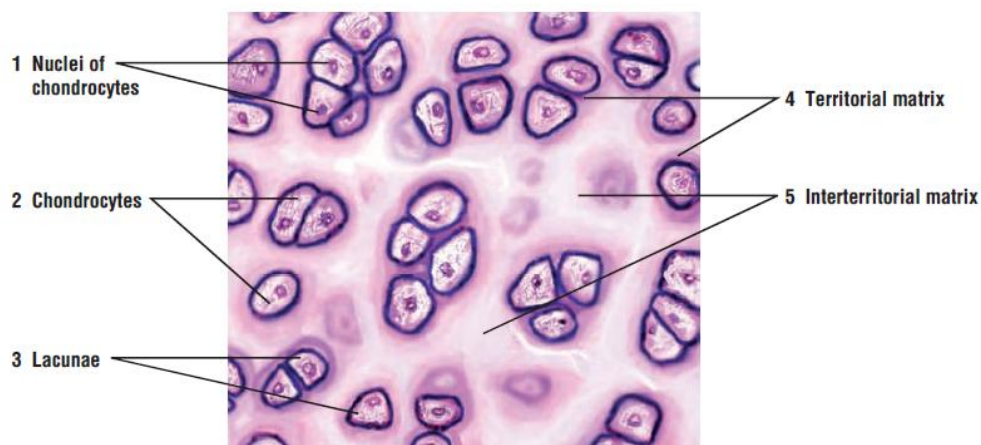
Gambar 19 ■ Dry, compact bone: ground, longitudinal section. Low magnification.



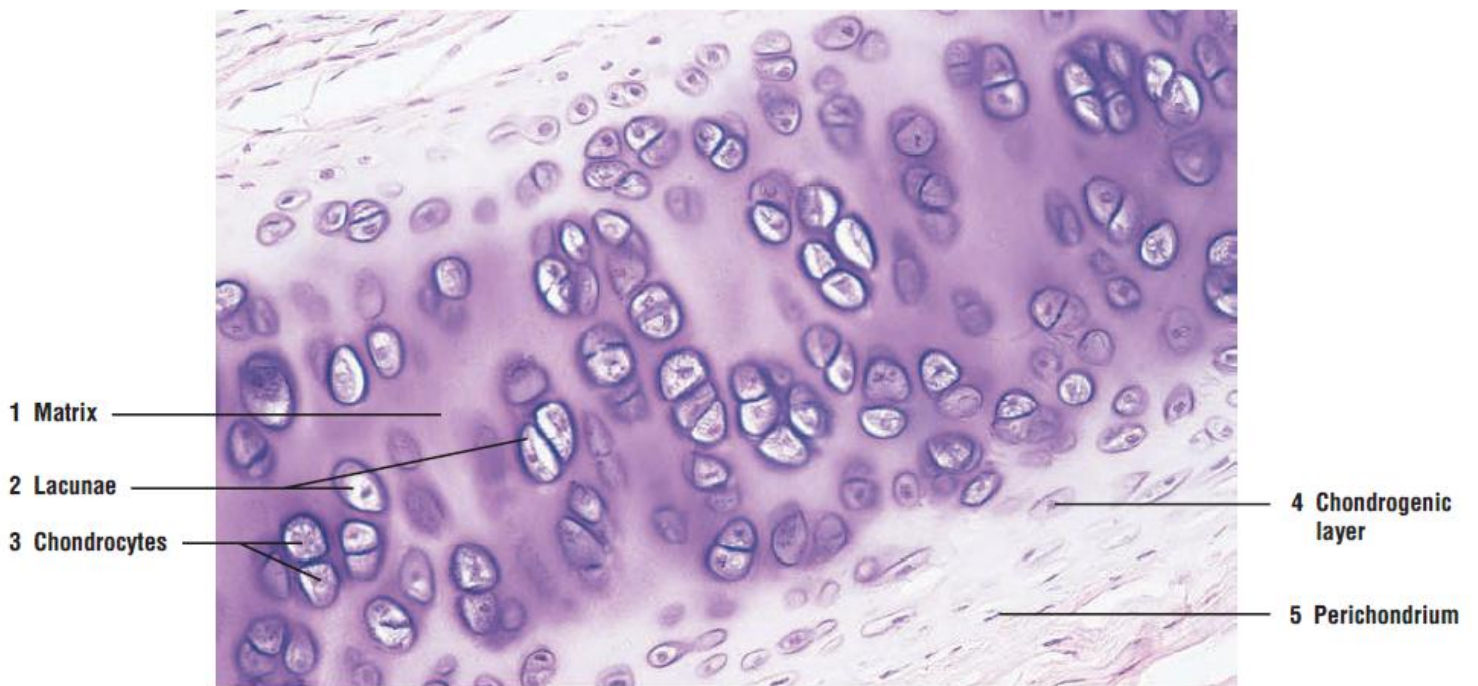
Gambar 20 ■ Developing fetal hyaline cartilage. Stain: hematoxylin and eosin. Medium magnification.



Gambar 21 ■ Hyaline cartilage and surrounding structures: trachea. Stain: hematoxylin and eosin. Medium magnification.



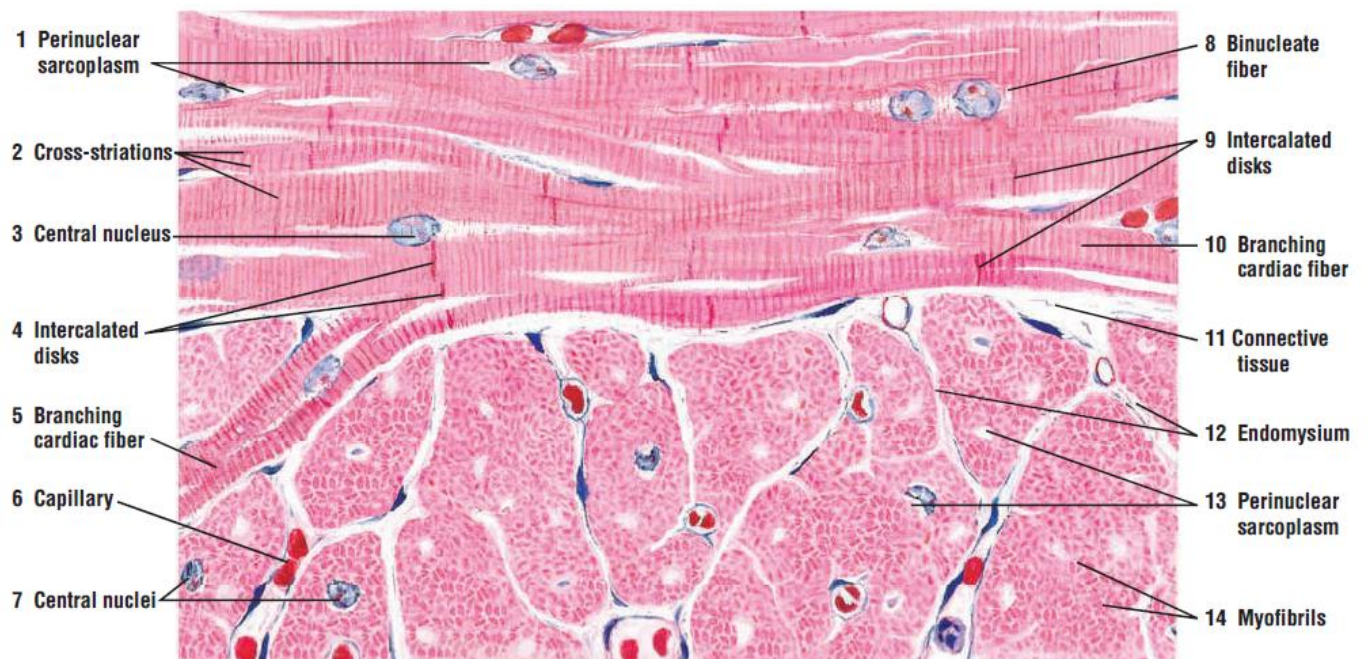
Gambar 22 ■ Cells and matrix of mature hyaline cartilage. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.



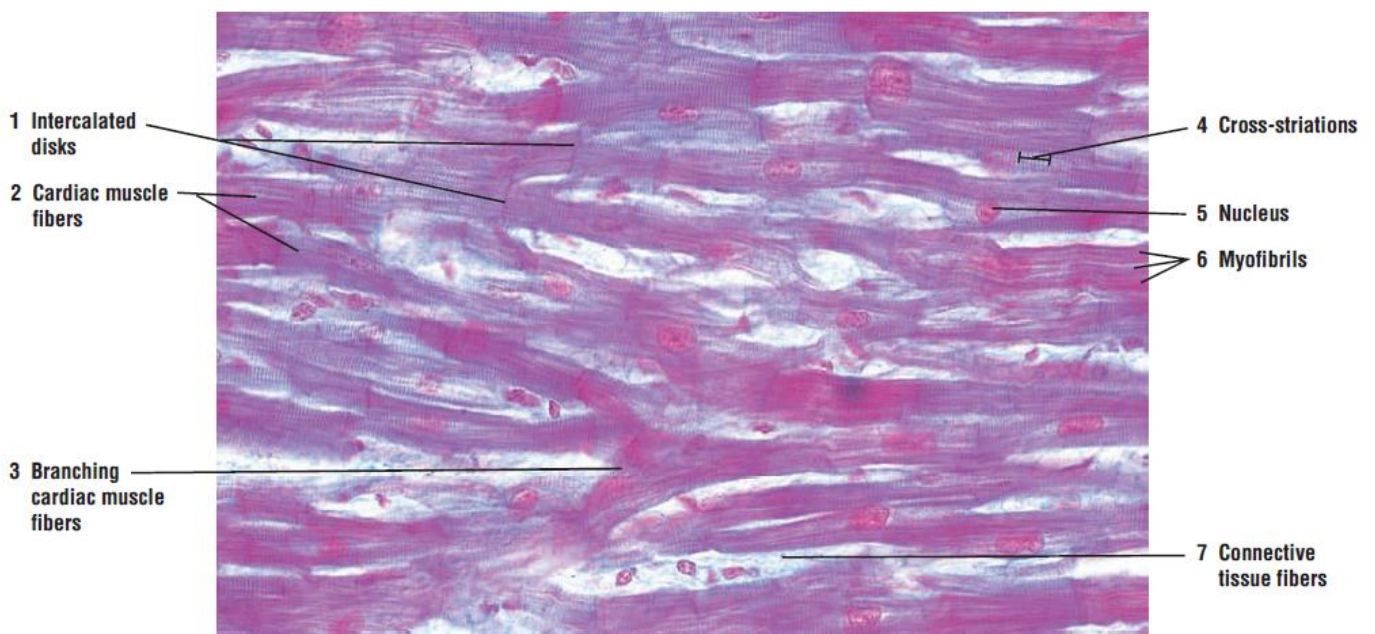
Gambar 23 ■ Hyaline cartilage: developing bone. Stain: hematoxylin and eosin. $\times 80$.



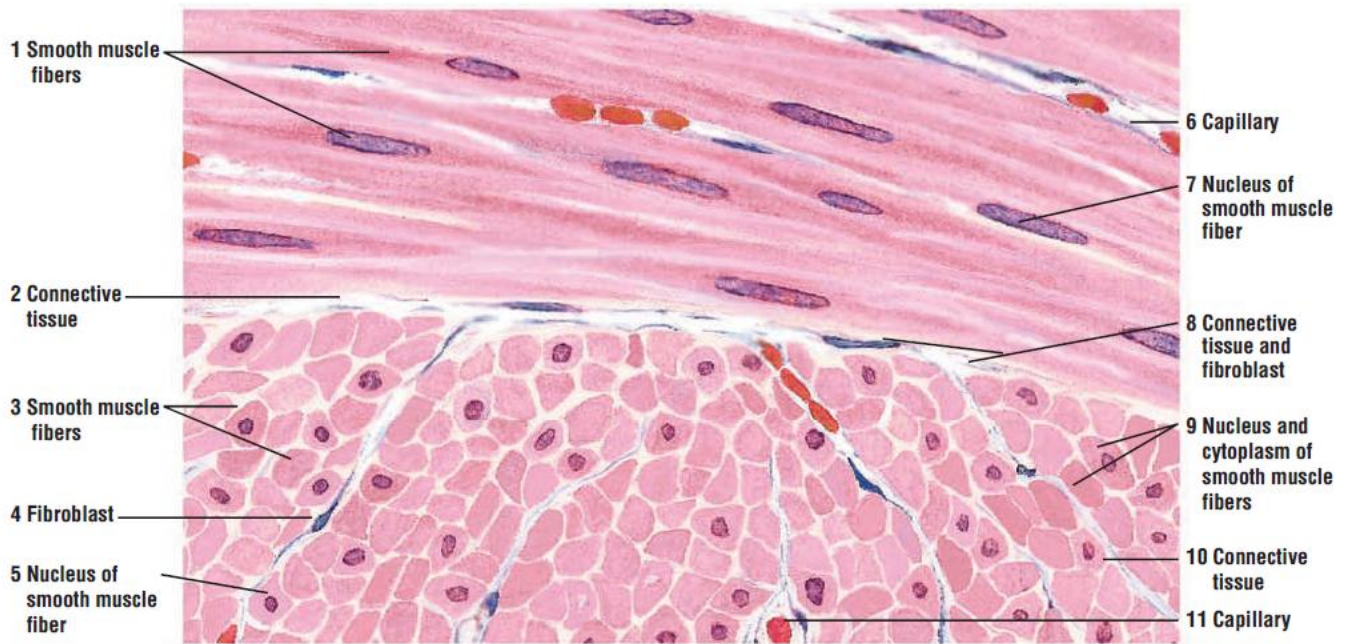
Gambar 24 ■ Cerebellum (transverse section). Stain: silver impregnation (Cajal's method). Low magnification.



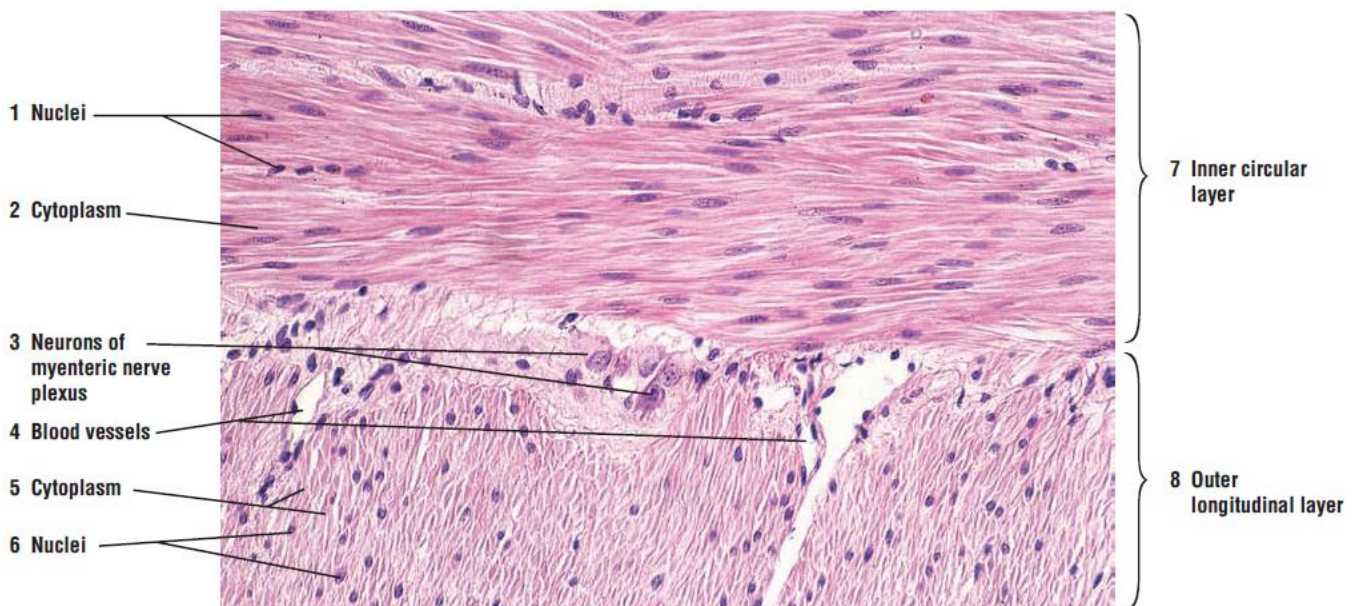
Gambar 25 ■ Longitudinal and transverse sections of cardiac muscle. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.



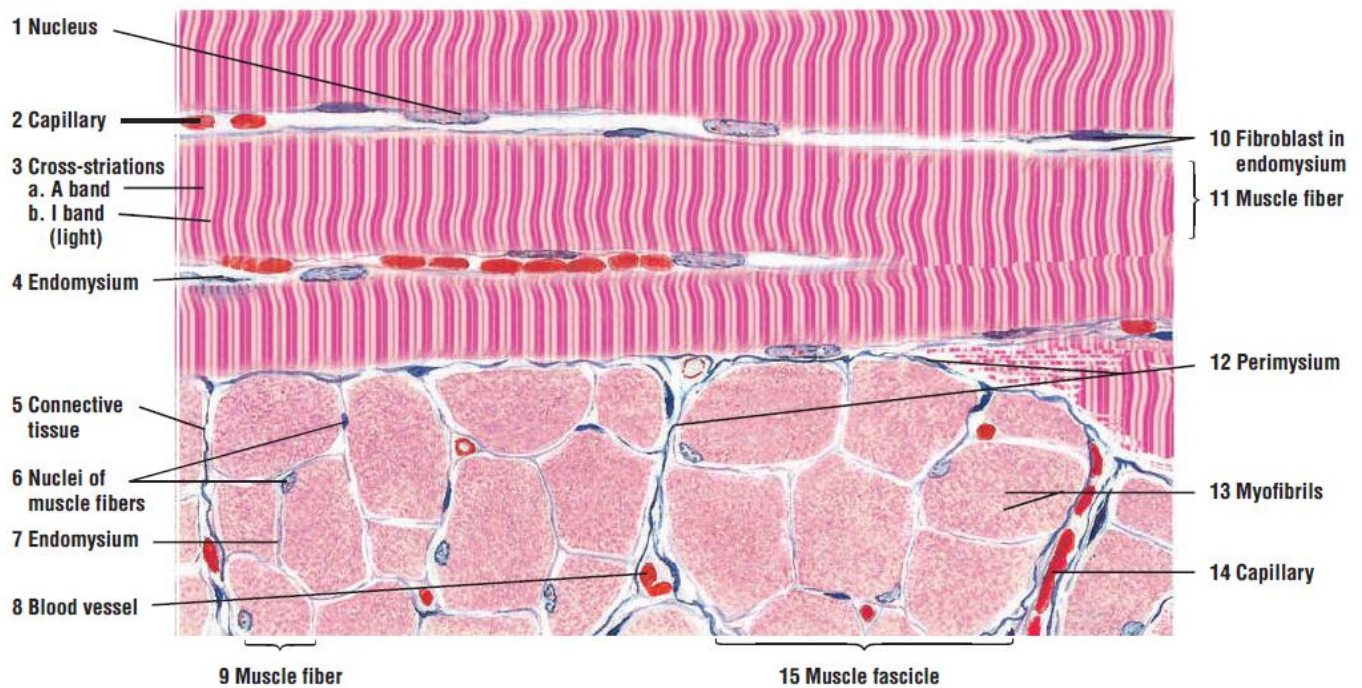
Gambar 26 ■ Cardiac muscle (longitudinal section). Stain: Masson's trichrome. $\times 130$.



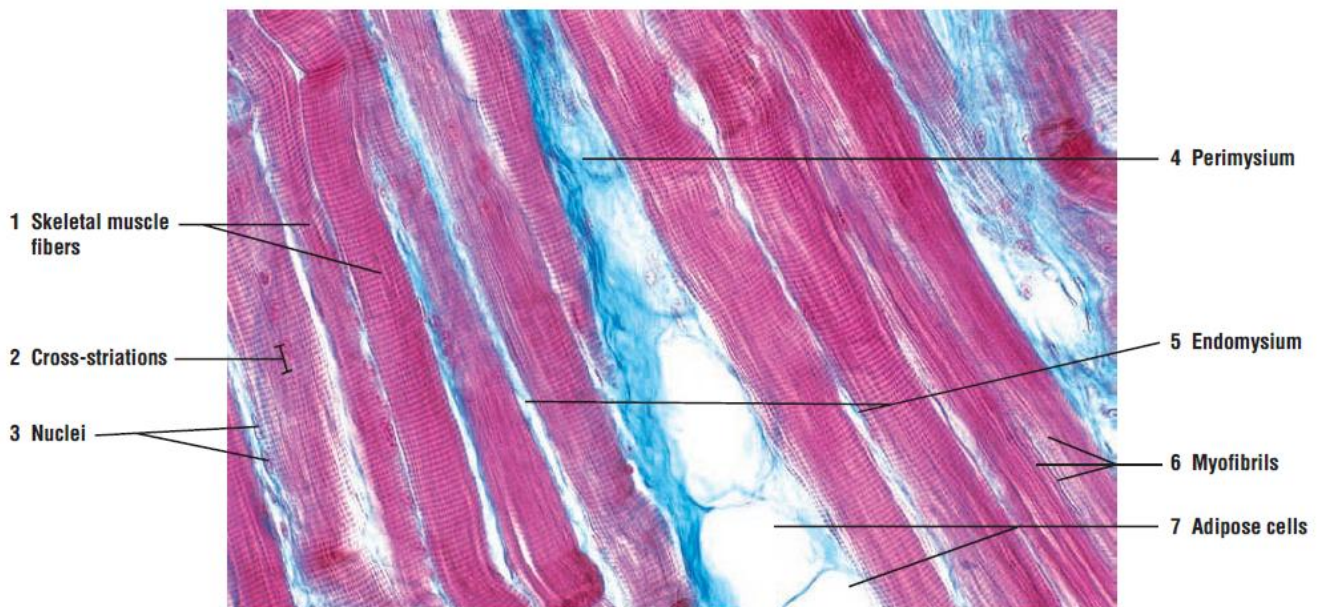
Gambar 27 ■ Longitudinal and transverse sections of smooth muscle in the wall of the small intestine. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.



Gambar 28 ■ Smooth muscle: wall of the small intestine (transverse and longitudinal section). Stain: hematoxylin and eosin. $\times 80$.



Gambar 29 ■ Longitudinal and transverse sections of skeletal (striated) muscles of the tongue. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.



Gambar 30 ■ Skeletal (striated) muscles of the tongue (longitudinal section). Stain: Masson's trichrome. $\times 130$.

PRAKTIKUM 4

SISTEM KERANGKA MANUSIA (1 PERTEMUAN)

A. TUJUAN

1. Mengetahui sistem kerangka tulang pada manusia. Meliputi tengkorak, tangan, tulang punggung dan kaki

B. PENGANTAR

Tulang

Sebuah tulang terdiri dari beberapa jaringan yang berbeda bekerja sama: tulang atau jaringan tulang, tulang rawan, jaringan ikat padat, epitel, jaringan adiposa, dan jaringan saraf. Untuk alasan ini, setiap bagian tulang dalam tubuh Anda dianggap sebagai organ.

Jaringan tulang, merupakan jaringan hidup yang kompleks dan dinamis, terus berperan dalam proses yang disebut remodeling (pembentukan jaringan tulang baru dan penghentian dari jaringan tulang tua). Seluruh kerangka tulang dan tulang rawan, bersama dengan ligamen dan tendon, merupakan sistem kerangka.

Studi tentang struktur tulang dan pengobatan gangguan tulang disebut Osteologi. Sistem rangka melakukan beberapa fungsi dasar:

1. Penyokong. Kerangka berfungsi sebagai kerangka struktural untuk tubuh dengan mendukung jaringan lunak dan memberikan poin pelekatan untuk tendon otot.

2. Perlindungan. Kerangka melindungi organ paling penting dari cedera. Misalnya, tulang tengkorak melindungi otak, dan tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru.

3. Pergerakan. Kebanyakan otot rangka menempel pada tulang; ketika berkontraksi, akan menarik tulang untuk menghasilkan gerakan.

4. Homeostasis mineral (penyimpanan dan pelepasan). Jaringan tulang sekitar 18% dari berat tubuh manusia. Menyimpan beberapa mineral, terutama kalsium dan fosfor, yang berkontribusi pada kekuatan tulang. Sekitar 99% dari kalsium tubuh, disimpan dalam jaringan tulang. Pada saat terjadi permintaan, tulang melepaskan mineral ke dalam darah untuk mempertahankan jumlah mineral penting (homeostasis) dan untuk mendistribusikan mineral ke bagian lain dari tubuh.

5. Produksi sel darah. Dalam tulang tertentu, jaringan ikat yang disebut sumsum tulang merah menghasilkan sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit, proses yang disebut hemopoiesis (hemo- _ darah; -poiesis _ pembuatan). Sumsum tulang merah terdiri dari perkembangan sel darah, adiposit, fibroblas, dan makrofag dalam jaringan serat reticular. Hal ini sudah terjadi pada tulang janin dan dalam beberapa tulang dewasa, seperti tulang pinggul (pelvis), tulang rusuk, tulang dada, vertebrae (tulang punggung), tengkorak, dan ujung tulang humerus (tulang lengan) dan femur (tulang paha). Pada bayi baru lahir, semua sumsum tulang merah terlibat dalam hemopoiesis. Dengan bertambahnya usia, banyak perubahan sumsum tulang dari merah ke kuning.

6. Penyimpanan trigliserida. Sumsum tulang kuning terutama terdiri dari sel-sel adiposa, yang menyimpan trigliserida. Trigliserida yang disimpan adalah cadangan energi potensial kimia.

C. ALAT DAN BAHAN

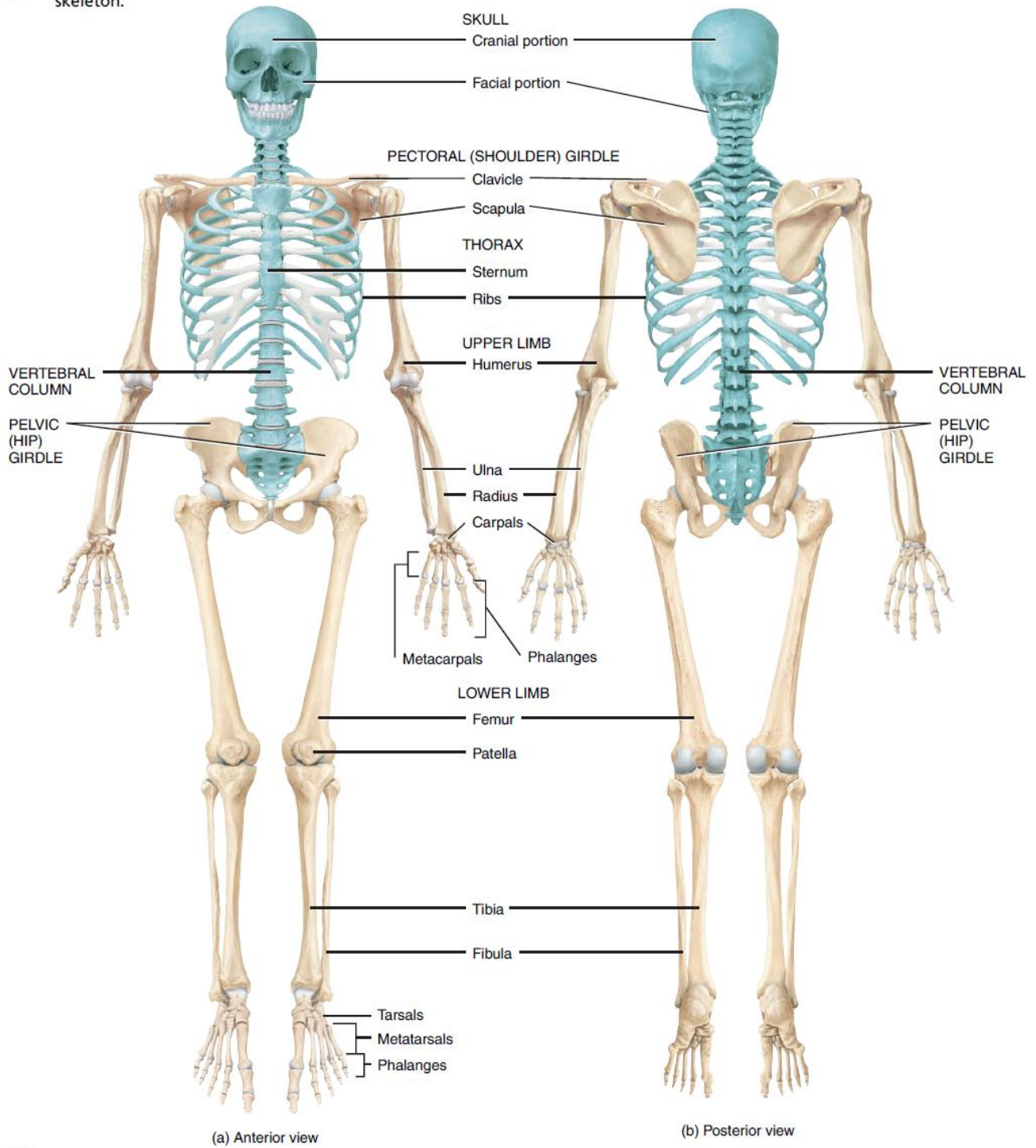
Kerangka lengkap manusia (torso)

D. CARA KERJA

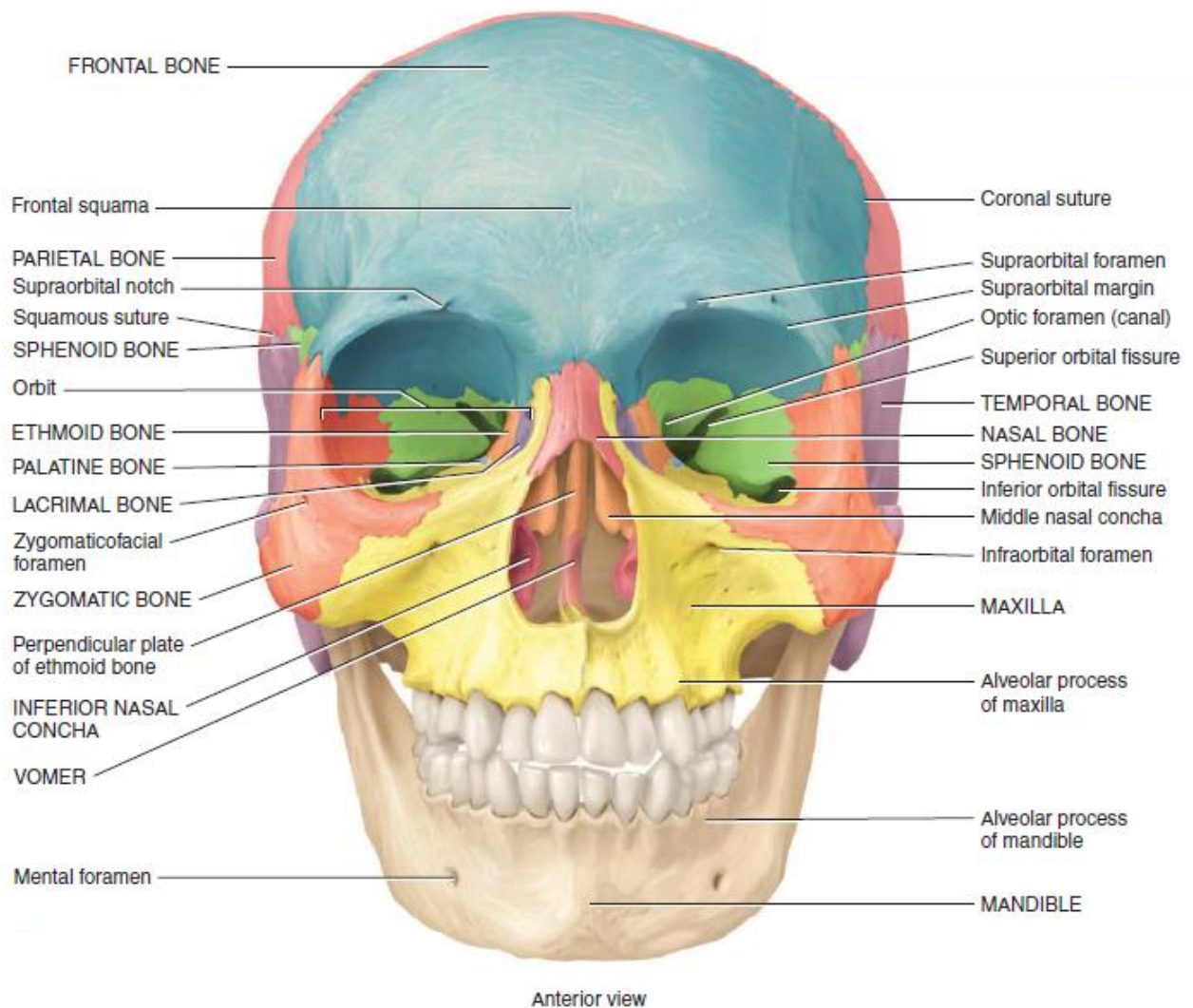
1. Amatilah *torso* manusia,

2. Gambar dengan jelas seluruh kerangka lengkap
3. Amati dengan teliti, dan gambar bagian tengkorak, tangan, tulang punggung dan kaki
4. Berilah keterangan.

 The adult human skeleton consists of 206 bones grouped into two divisions: the axial skeleton and the appendicular skeleton.

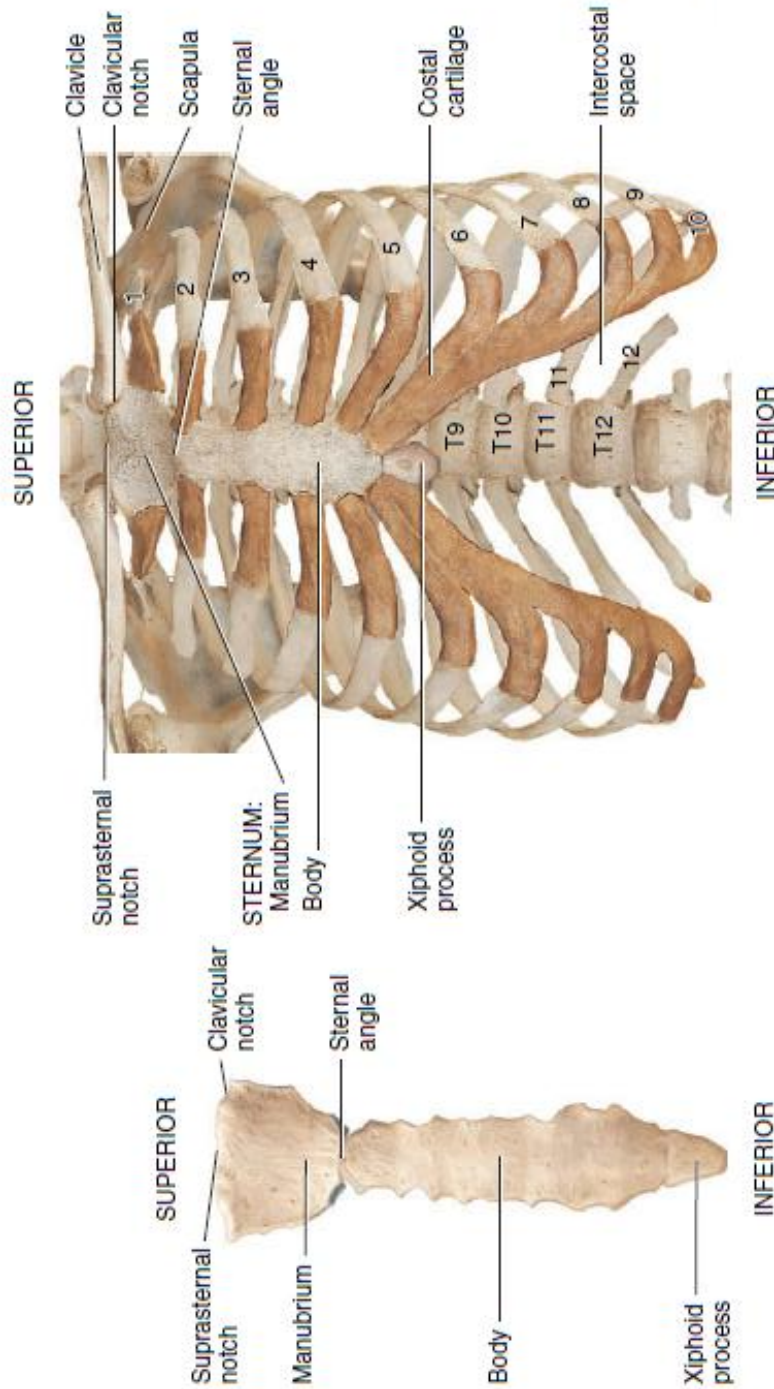


🔑 The skull consists of cranial bones and facial bones.



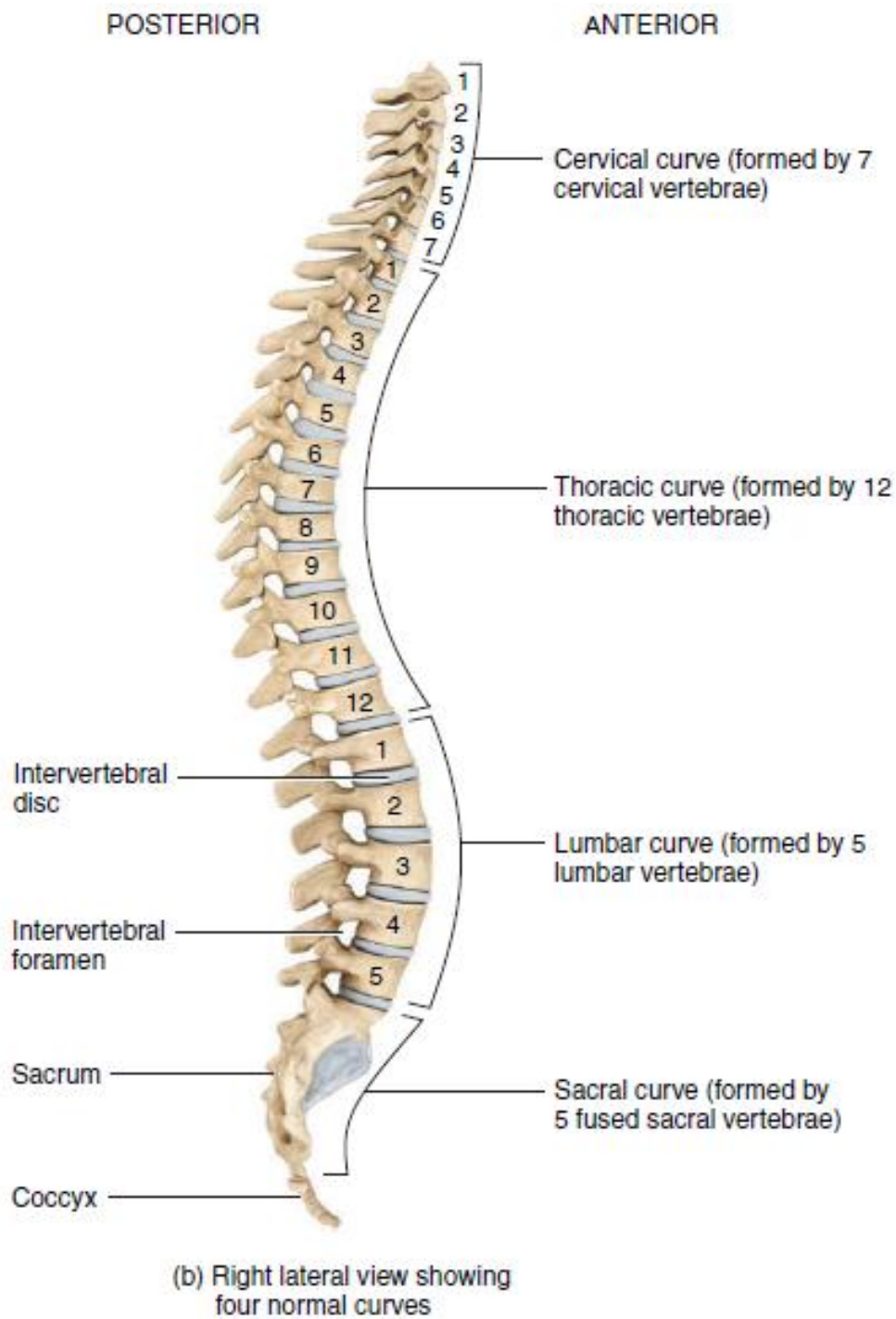


The bones of the thorax enclose and protect organs in the thoracic cavity and in the superior abdominal cavity.

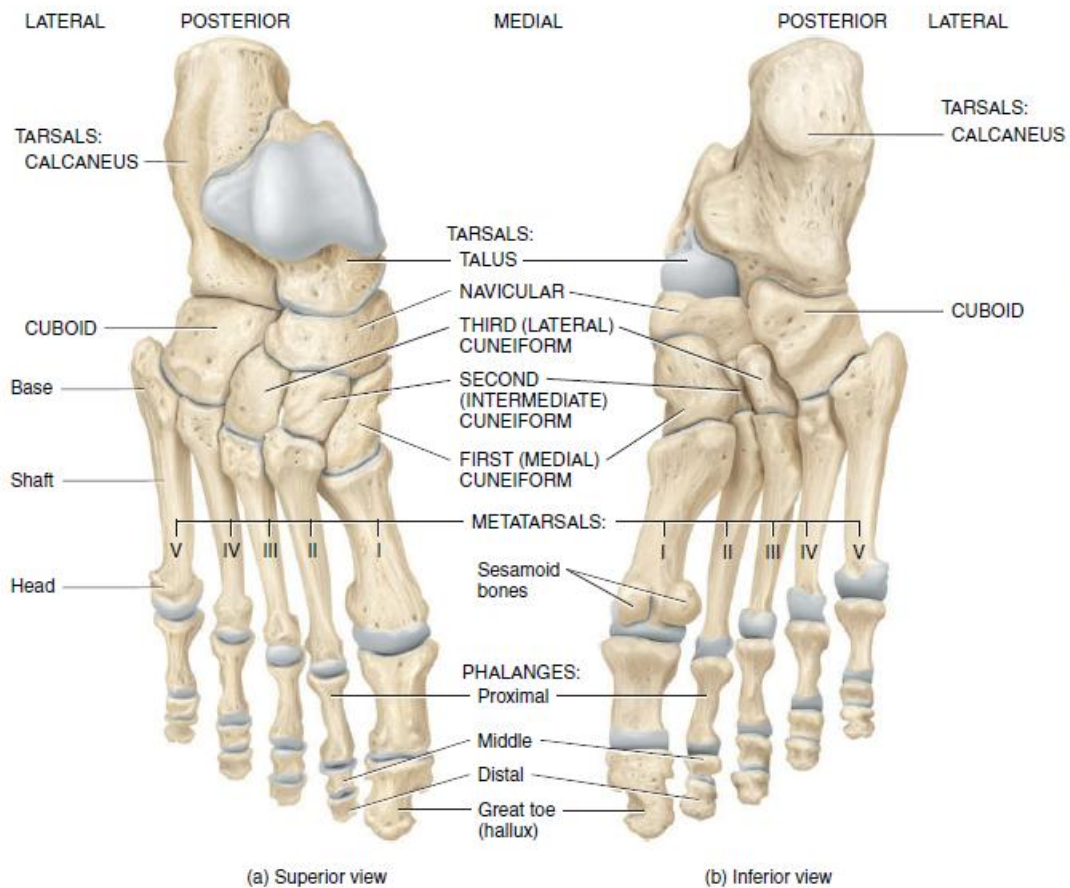
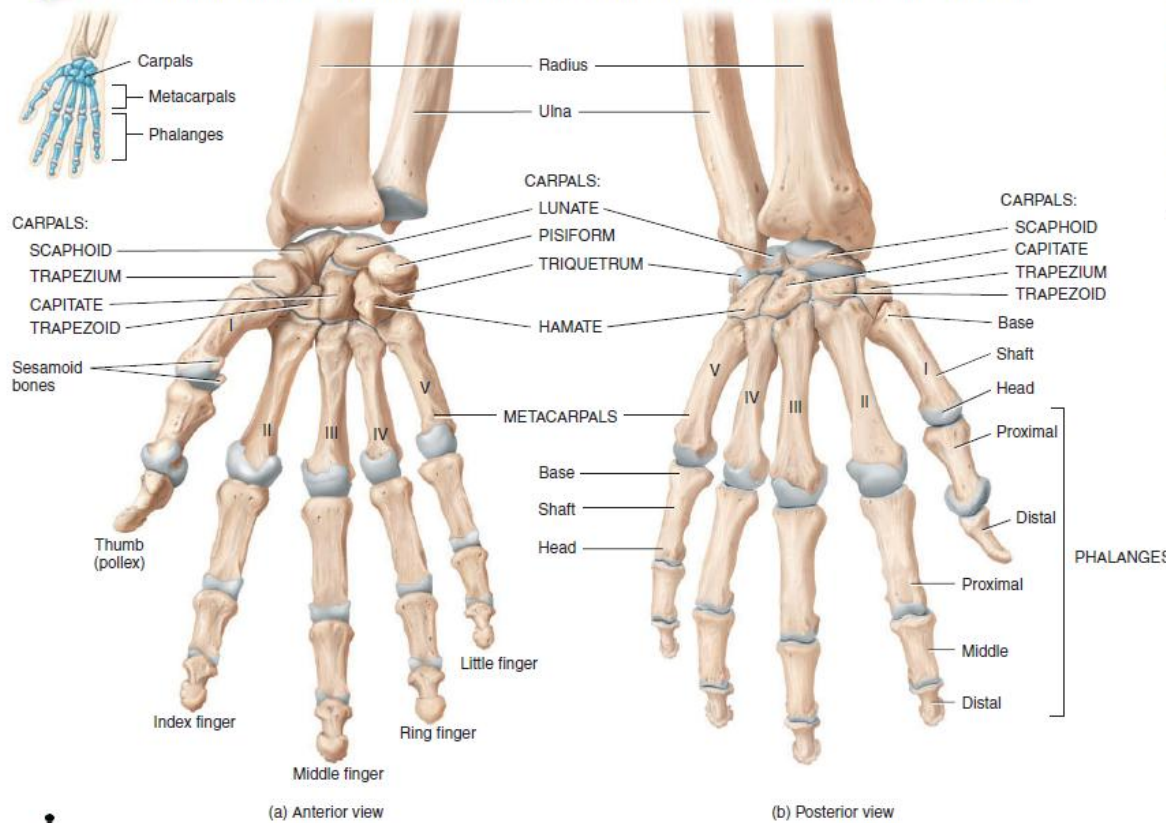


(a) Anterior view of sternum

(b) Anterior view of skeleton of thorax



 The skeleton of the hand consists of the proximal carpals, the intermediate metacarpals, and the distal phalanges.



Kegiatan Pelaksanaan Praktikum

1. Praktikum dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung bahan/ preparat dengan menggunakan mikroskop cahaya. Baik stereo maupun mono.
2. Sebelum acara praktikum dimulai akan dilakukan *pre-test* atau *post-test* berupa tulis/ Non-tulis.
3. Setiap praktikan harus melakukan pengamatan dan menuliskan hasil pengamatan (laporan) pada buku kerja yang telah disediakan. Buku laporan berisi judul, tujuan, judul gambar, gambar hasil pengamatan, keterangan gambar.
4. Nilai keaktifan meliputi: ketepatan waktu; keterlibatan dalam persiapan, pengamatan dan kebersihan; serta ketertiban.
5. Setelah semua acara praktikum selesai, akan dilakukan evaluasi praktikum berupa Ujian Akhir Praktikum dari masing masing praktikan. UAP berupa kegiatan unjuk kerja setiap praktikan.

Kriteria Penilaian

Nilai Pre-test/post-test	: 20%
Nilai Laporan	: 20%
Nilai Keaktifan	: 20%
Nilai UAP	: 40%

Daftar Pustaka

- Allen, Connie dan Valerie Harper. 2011. Laboratory Manual for Anatomy and Physiology 4th Edition. Danvers: John Wiley & Sons.
- Cleveland P. Hickman, Jr., Larry S. Roberts., Susan L. Keen., Allan Larson., Helen I'Anson., dan David J. Eisenhour. 2008. Integrated Principles of Zoology 14th Edition. New York: McGraw-Hill.
- Eroschenko, Victor P. 2008. Di Fiore's Atlas of Histology With Functional Correlations 11th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- Gilbert, S. F. 2010. Developmental Biology. 9th edition. USA: Sinauer Associates Publisher
- Tortora, GJ dan Bryan Derrickson. 2014. Principles of Anatomy and Physiology 14th Edition. Danvers: John Wiley & Sons.

