

PRAKTIKUM HISTOLOGI OTOT, TULANG DAN TULANG RAWAN

BLOK NEUROMUSKULOSKELETAL 1

Penulis: dr. Desy Andari, M.Biomed

I. Tingkat Kompetensi Keterampilan

Berdasarkan standar kompetensi dokter yang ditetapkan oleh KKI tahun 2020, maka histologi sebagai bagian dari ilmu biomedik dasar wajib dikuasai oleh lulusan sebagai dasar pengetahuan ilmiah untuk pemenuhan area kompetensi literasi sains yang dibutuhkan untuk memperoleh dan menerapkan ilmu-ilmu klinik. Penguasaan teori histologi sebagai bagian dari ilmu biomedik dasar dilakukan dengan metode praktikum pengamatan sediaan dengan menggunakan mikroskop cahaya.

II. Tujuan Belajar

1. Mampu melakukan identifikasi dan membedakan jenis otot dan struktur penyusunnya.
2. Mampu melakukan identifikasi dan membedakan jenis tulang rawan dan struktur penyusunnya.
3. Mampu melakukan identifikasi tulang dan struktur penyusunnya

III. *Prerequisite knowledge*

Sebelum memahami praktikum otot, tulang dan tulang rawan ini, mahasiswa harus:

1. Memahami konsep penggunaan mikroskop cahaya.
2. Memahami teori tentang jaringan otot dan penyusunnya (sel dan non-seluler).
3. Memahami teori tentang jaringan tulang rawan dan penyusunnya (sel dan non-seluler).
4. Memahami teori tentang jaringan ikat tulang (osteon) dan penyusunnya (sel dan non-seluler).

IV. Kegiatan Pembelajaran

Pembelajaran dilakukan dalam tahapan sebagai berikut:

Tahapan pembelajaran	Lama	Metode	Pelaksana/ Penanggung Jawab
Pre-test	20 menit	G-form (daring)	Asisten dosen-Dosen
Pembuka (do'a)	5 menit	Luring	Asisten dosen-Dosen
Praktikum pengamatan	40 menit	Pengamatan sediaan dengan mikroskop (panduan modul-atlas) dan tanya jawab identifikasi jaringan (Luring)	Dosen-asisten dosen
Penutup (do'a)	5 menit	Luring	Asisten dosen-Dosen
Review materi	60 menit	Penjelasan + tanya jawab (daring)	Dosen
Tugas Laporan praktikum	40 menit	Daring	Mandiri
Total	170 menit		

V. Sumber belajar

PENDAHULUAN

Unsur pembentuk tubuh:

Tubuh disusun oleh 3 unsur yang berbeda:

1. Sel, masing-masing sel merupakan suatu wujud mandiri yang dibungkus oleh suatu membrane yang “memisahkannya” dari lingkungan.
2. Zat intersel atau ekstrasel, merupakan bahan yang terletak di antar sel-sel, sebagai penyokong dan pemberi makanan.
3. Cairan tubuh, termasuk darah, cairan jaringan atau intersel, dan limfe.

Ciri paling utama pada sajian jaringan adalah adanya sel-sel, masing-masing diliputi membrane, meskipun batas keseluruhannya tidak begitu jelas. Sel terdiri atas protoplasma zat hidup yang berada pada fase cair heterogen, tetapi konsistensinya dapat bervariasi dari yang cair sampai yang lebih pekat. Protoplasma mengandung protein, asam nukleat, karbohidrat, lipid dan bahan anorganik, termasuk pengolah kimia untuk proses-proses metabolik dan materi hereditas. Terdapat bermacam-macam penampang, ukuran dan bentuk sel, yang mencerminkan perbedaan fungsi dari jenis sel yang berbeda. Meskipun sel-sel berbeda dalam struktur dan fungsinya, sebagian besar mempunyai kesamaan gambaran umum.

Tubuh manusia terdiri atas bermiliar sel-sel. Suatu jaringan adalah kumpulan sel-sel dengan ciri-ciri struktur yang sama. Organ terdiri atas sekelompok jaringan. Kebanyakan organ adalah kelompok yang kompleks dari jenis-jenis jaringan yang berbeda. Suatu organism terdiri atas organ-organ yang dikelompokkan bersama-sama dan secara fungsional terintegrasi.

Empat jenis jaringan manusia

1. Epitel, sel epitel membentuk lembaran sel-sel yang melekat erat satu sama lain. Sel-sel ini menutupi permukaan, membatasi ruang-ruang dan membentuk saluran keluar dari berbagai struktur kelenjar, yang merupakan invaginasi permukaan tubuh yang rumit.
2. Jaringan ikat menghubungkan struktur-struktur epitel ke bagian tubuh lainnya. Jaringan ikat berada di bawah seluruh lapisan epitel dan mempunyai komponen selular dan matriks ekstraselular. Tulang, tulang rawan dan darah merupakan jaringan ikat khusus.
3. Jaringan otot. A). *jaringan otot skelet* ditemukan pada keseluruhan otot-otot yang menyebabkan pergerakan rangka tubuh. B). *Jaringan otot jantung* ditemukan pada dinding jantung dan bagian proksimal aorta. C). *jaringan otot polos* merupakan

komponen yang mencolok dari dinding pembuluh darah dan organ viseral seperti halnya saluran cerna, saluran urine dan system reproduksi.

4. Jaringan saraf. Otak, medulla spinalis, ganglion otonom, saraf perifer dan bagian organ sensoris terdiri atas jaringan saraf.

OTOT

Jenis-jenis Jaringan otot

1. Sel otot polos tersebar pada seluruh system kardiovaskular, system saluran cerna, system urogenital dan system respirasi. Pergerakan otot polos adalah involunter dan terutama dikendalikan oleh system saraf otonom.
2. Otot Skelet (otot rangka/otot lurik/otot bergaris) adalah jenis jaringan otot yang paling banyak dalam tubuh. Seluruh otot-otot besar yang digunakan untuk menggerakkan tulang dan tendo adalah otot skelet.
 - a. Otot skelet adalah striata (bergaris) karena susunan struktur dari protein kontraktil dalam masing-masing sel otot. Hampir semua otot skelet memiliki paling tidak sebagian control volunteer.
 - b. Sel otot skelet atau serat otot adalah sel sinsitium (yaitu sel yang mengandung banyak inti dan terbentuk melalui penyatuan sel-sel uninuklear).
 - c. Otot skelet menggerakkan tulang relative satu sama lain. Kontraksi dan relaksasi volunteer dari otot-otot skelet menimbulkan pergerakan dan bertujuan untuk aktivitas fisik.
3. Jaringan otot jantung adalah striata (bergaris) dan masing-masing serat otot jantung adalah uninuklear. Otot jantung hanya ada di jantung dan sebagian aorta dan vena kava yang letaknya berdekatan ke jantung.

GAMBARAN HISTOLOGI

1. Otot polos
 - a. Dengan mikroskop cahaya terlihat: sejumlah besar sel-sel dengan satu nucleus di tengah. Sel otot polos disebut 'serat' karena berbentuk memanjang, pipih dengan diameter 10-20 μm dan panjang sekitar 20 μm pada pembuluh darah mencapai 1 atau lebih pada dinding uterus masa kehamilan. Terkadang inti tidak tampak pada irisan melintang karena sel-sel tersusun rapat satu sama lain.

- b. Dengan mikroskop electron tampak daerah perinuklear otot polos mengandung banyak mitokondria dan sejumlah apparatus golgi, struktur filament tampak di bagian tepi sel. Filament tebal yang mengandung myosin dan filament tipis yang mengandung aktin tampak pada sajian melintang (tegak lurus terhadap sumbu panjang otot) dengan susunan yang tidak teratur.

2. Otot skelet

Dengan mikroskop cahaya potongan memanjang (sejajar sumbu panjang otot) tampak setiap sel otot menunjukkan garis gelap-terang yang menandakan susunan teratur filament tipis yang kaya aktin dan filament tebal yang kaya myosin. Sejumlah serat otot disebut dengan fasikulus. Epimisium adalah kapsul jaringan ikat yang mengelilingi satu berkas otot (mis: biceps). Perimisium membungkus satu fasikulus. Endomisium adalah selubung jaringan ikat halus yang mengelilingi setiap sel otot.

3. Otot jantung

- a. Hanya terdapat di miokardium dan proksimal aorta serta vena kava. Miosit (sel otot jantung) memiliki satu nucleus di tengah dan berhubungan satu sama lain melalui diskus interkalaris. Secara fisik mirip otot skelet dengan garis gelap-terang.
- b. Dengan mikroskop electron tampak perbedaan dengan otot skelet terutama struktur diskus interkalaris yang merupakan kompleks interdigitasi antara sel-sel yang berdekatan. Kompleks ini berfungsi perlekatan dengan sel di dekatnya sekaligus sebagai komunikasi ion (secara listrik) antar sel.
- c. Modifikasi sel otot jantung adalah serat Purkinje yang berfungsi sebagai system konduksi rangsangan interkardiak. Secara histologist serat Purkinje tampak lebih besar dan lebih pucat dibandingkan sel otot jantung biasa.

TULANG RAWAN

Karakteristik Tulang Rawan

Tulang rawan (cartilago) adalah bentuk khusus jaringan ikat yang juga berasal dari mesenkim. Serupa dengan jaringan ikat, tulang rawan terdiri atas sel dan matriks ekstraselular (matrix extracellularis) yang terdiri dari serat jaringan ikat (fibrae textuum connectivorum) dan substantia fundamentalis (ground substance). Berbeda dari jaringan ikat, tulang rawan bersifat nonvaskular (avaskular) dan menerima makanan dengan difusi melalui matriks ekstraselular.

Tulang rawan memperlihatkan kekuatan regangr membentuk penyokong struktural yang kuat bagi jaringan lunak, memberikan kelenturan tanpa distorsi, dan tahan terhadap tekanan. Tulang rawan terutama terdiri dari sel yang disebut kondrosit (chondrocytus) dan kondroblas (chondroblastus) yang menyintesis matriks ekstraselular. Terdapat tiga jenis tulang rawan dalam tubuh: hialin, elastik, dan fibrokartilago. Penggolongannya didasarkan pada jumlah dan jenis serat jaringan ikat di dalam matriks ekstraselular.

Jenis Tulang Rawan

Tulang rawan hialin

Tulang rawan hialin (cartilago hyalina) adalah jenis yang paling banyak ditemukan. Pada embrio, tulang rawan hialin berfungsi sebagai model kerangka bagi kebanyakan tulang. Seiring dengan pertumbuhan, model tulang rawan secara bertahap diganti dengan tulang melalui proses yang disebut osifikasi endokondral (ossificatio endochondralis). Pada orang dewasa, kebanyakan model tulang rawan hialin telah diganti dengan tulang, kecuali tulang rawan permukaan sendi, ujung iga (tulang rawan iga), hidung, laring, trakea, serta di bronki. Di sini, tulang rawan hialin menetap seumur hidup dan tidak mengalami penulangan.



FIGURE 4.2 ■ Hyaline cartilage and surrounding structures: trachea. Stain: hematoxylin and eosin. Medium magnification.

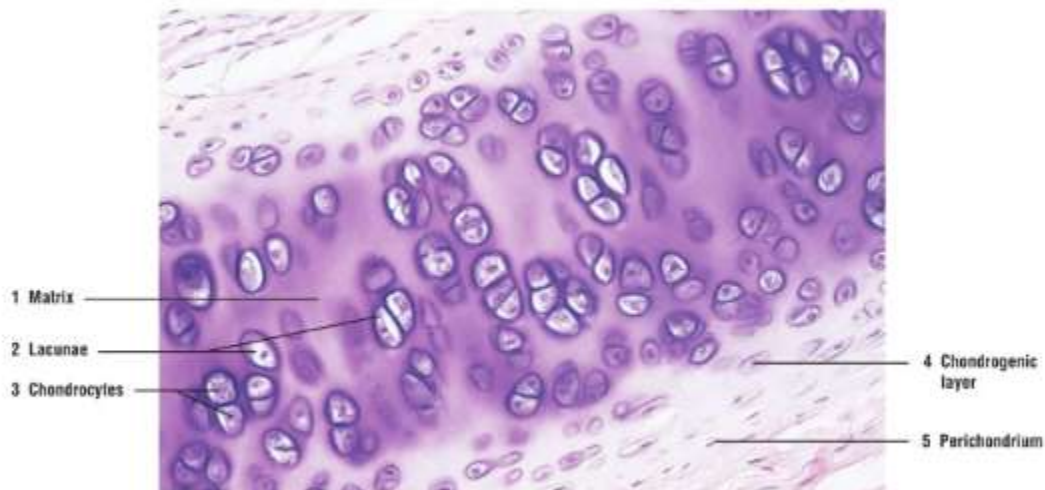


FIGURE 4.4 ■ Hyaline cartilage: developing bone. Stain: hematoxylin and eosin. $\times 80$.

Tulang rawan elastik

Tulang rawan elastik (cartilago elastica) serupa dengan tulang rawan hialin, namun memiliki lebih banyak serat elastik (fibra elastica) bercabang di dalam matriksnya. Tulang rawan elastik bersifat sangat lentur dan terdapat di telinga luar, dinding tuba auditorius, epiglotis dan laring.

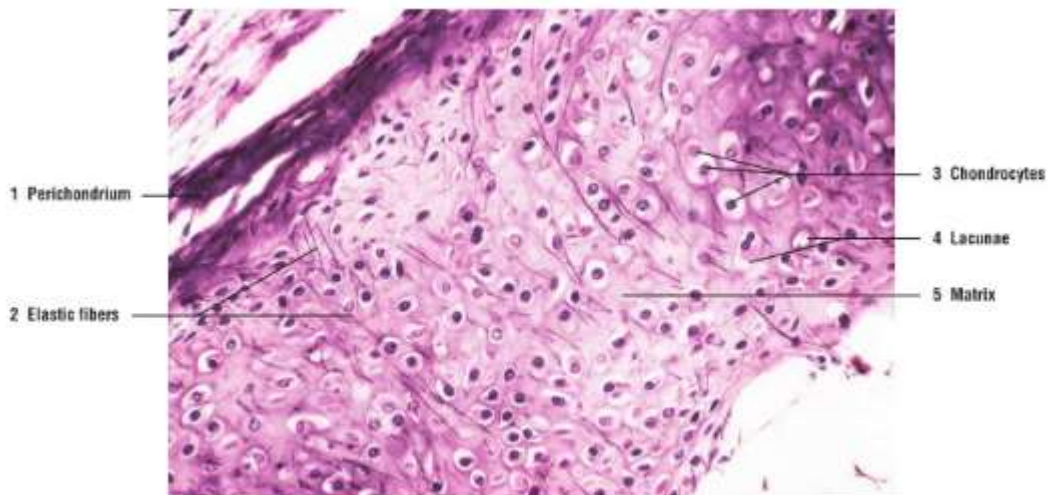


FIGURE 4.6 ■ Elastic cartilage: epiglottis. Stain: silver. $\times 80$.

Fibrokartilago

Fibrokartilago (cartilago fibrosa) ditandai oleh adanya berkas-berkas serat kolagen kasar yang padat dan tidak teratur dalam jumlah besar. Berbeda dari tulang rawan hialin dan elastik fibrokartilago terdiri atas lapisan matriks tulang rawan diselingi lapisan serat kolagen tipe I padat. Serat kolagen ini berorientasi sesuai arah tegangan fungsional. Distribusi fibrokartilago di tubuh terbatas dan ditemukan di diskus intervertebralis, simfisis pubis, dan sendi tertentu.

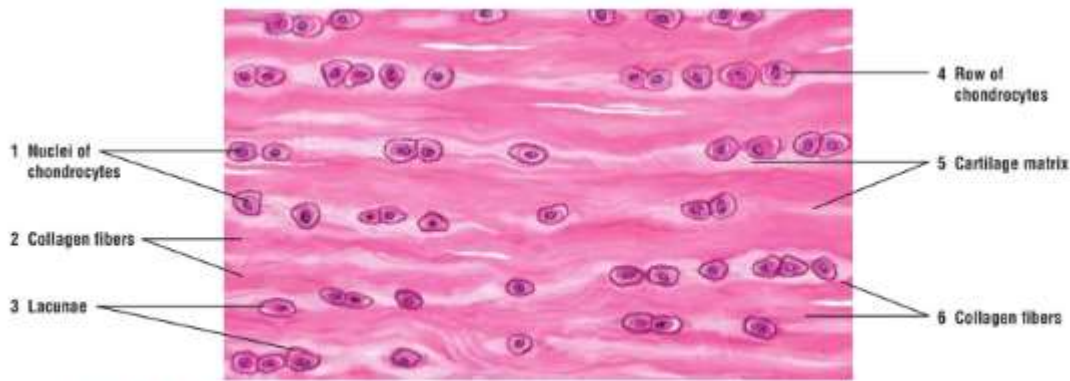


FIGURE 4.7 ■ Fibrous cartilage: intervertebral disk. Stain: hematoxylin and eosin. High magnification.

TULANG

Karakteristik Tulang

Serupa dengan tulang rawan, tulang juga merupakan bentuk khusus jaringan ikat dan terdiri dari sel, serat, dan matriks ekstraselular. Karena pengendapan mineral dalam matriks, tulang mengalami klasifikasi. Akibatnya, tulang menjadi keras dan dapat menahan beban lebih besar dibandingkan dengan tulang rawan, berfungsi sebagai kerangka tubuh yang kaku, dan memberikan tempat perlekatan bagi otot dan organ.

Tulang juga melindungi otak di dalam tengkorak, jantung dan paru di dalam toraks, dan organ urinarius dan reproduksi di antara tulang-tulang pelvis. Selain itu, tulang berfungsi dalam hemopoiesis (pembentukan sel darah), dan sebagai tempat penyimpanan (reservoir) kalsium, fosfat, dan mineral lainnya. Hampir seluruh (99 %) kalsium tubuh disimpan di dalam tulang, dan kebutuhan harian tubuh akan kalsium berasal dari tulang.

Jenis tulang

Pemeriksaan tulang pada potongan melintang memperlihatkan dua jenis tulang, tulang kompak (*textus osseus compactus*) dan tulang spongiosa/kanselosa (*textus osseus spongiosus*). Pada tulang panjang, bagian silindris luar adalah tulang kompak padat. permukaan dalam tulang kompak di dekat rongga sumsum (*cavitas medullaris*) adalah tulang spongiosa (kanselosa). Tulang kanselosa mengandung banyak daerah yang saling berhubungan dan tidak padat; namun, kedua jenis tulang memiliki gambaran mikroskopik serupa. Pada bayi baru lahir, rongga sumsum tulang panjang tampak merah dan menghasilkan sel darah. Pada orang dewasa, rongga sumsum tulang panjang biasanya tampak kuning dan terisi oleh sel adiposa (lemak).

Pada tulang kompak, serat kolagen tersusun dalam lapisan-lapisan tulang yang tipis disebut lamela (*lamella ossea*) yang saling sejajar di bagian tepi tulang atau tersusun konsentris mengelilingi suatu pembuluh darah. Di tulang panjang, lamela sirkumferensial luar (*lamella circumferentialis externa*) terletak di bagian dalam periosteum. Lamela sirkumferensial dalam (*lamella circumferentialis interna*) mengelilingi rongga sumsum tulang. Lamela konsentrik (*lamella osteoni*) mengelilingi saluran-saluran dengan pembuluh darah, saraf; dan jaringan ikat longgar yang disebut osteon (sistem Havers). Ruang di osteon yang mengandung pembuluh darah dan saraf adalah kanalis sentralis (Havers). Sebagian besar tulang kompak terdiri

dari osteon (osteonum). Lakuna dengan osteosit dan terhubung melalui kanalikuli ditemukan di antara lamela pada setiap osteon.

Matriks tulang

Matriks tulang terdiri dari sel hidup dan material ekstraselular. Karena matriks tulang mengalami kalsifikasi atau mineralisasi, matriks tulang jauh lebih keras daripada tulang rawan. Nutrien dan metabolit tidak mudah berdifusi melalui matriks terkalsifikasi; oleh karena itu, matriks tulang sangat vaskular. Matriks tulang mengandung komponen organik dan inorganik. Komponen organik memungkinkan tulang untuk menahan tegangan, sedangkan komponen mineral menahan tekanan.

Komponen organik utama matriks tulang adalah serat kolagen tipe I, yang terutama mengandung protein. Komponen organik lain adalah glikosaminoglikan sulfat dan asam hialuronat yang membentuk agregat proteoglikan besar. Glikoprotein osteokalsin dan osteopontin berikatan erat dengan kristal kalsium selama mineralisasi tulang. Protein matriks lainnya, sialoprotein, mengikat osteoblas pada matriks ekstraselular melalui integrin protein membran plasma.

Komponen inorganik matriks tulang terdiri dari mineral kalsium dan fosfat dalam bentuk kristal hidroksiapatit (crystallum hydroxyapatiti). Ikatan serat kolagen kasar dengan kristal hidroksiapatit menyebabkan tulang menjadi keras, tahan-lama, dan kuat. Selain itu, seiring dengan meningkatnya kebutuhan, hormon seperti hormon paratiroid dari kelenjar paratiroid dan kalsitonin dari kelenjar tiroid ikut mempertahankan kadar normal mineral dalam darah.

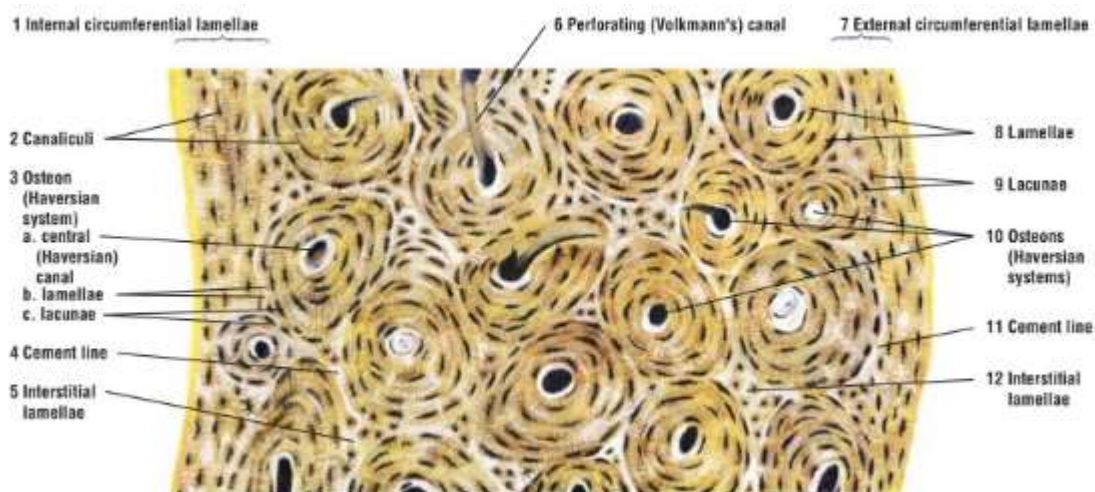


FIGURE 4.17 ■ Dry, compact bone: ground, transverse section. Low magnification.



FIGURE 4.18 ■ Dry, compact bone: ground, longitudinal section. Low magnification.



FIGURE 4.19 ■ Dry, compact bone: an osteon, transverse section. High magnification.

VI. Penilaian (short essay)

1. Nilai Akhir Praktikum:

No	Bentuk penilaian	Materi/Uraian Tugas	Bobot	Waktu
1	Test tulis	Pretest	10%	Sesuai jadwal praktikum
2	Keaktifan & diskusi	Bagian-bagian mikroskop dan fungsi	10%	Sesuai jadwal Praktikum
3	Ujian Praktikum	Soal gambar melalui PPT dan jawaban short essay	70%	Sesuai jadwal Ujian praktikum
4	Tugas	Disiplin dan laporan praktikum (ditulis tangan)	10%	Sesuai jadwal pengumpulan laporan
		TOTAL	100%	

2. Rubrik penilaian Praktikum pretest-ujian (kognitif)

Nilai	0	1	2
No. soal	Tidak menjawab ATAU Jawaban salah	Menjawab tidak lengkap ATAU Penulisan kurang tepat	Menjawab dengan lengkap DAN penulisan tepat

3. Rubrik penilaian keaktifan praktikum dan tugas (sikap-perilaku)

Nilai	0	5	10
Pertemuan praktikum (luring)	Tidak bisa melakukan tugas	Melakukan tugas dengan kurang sempurna	Melakukan tugas dengan sempurna
Pertemuan praktikum (daring)	Tidak menjawab saat ditunjuk	Menjawab kurang tepat saat ditunjuk ATAU Menjawab hanya saat ditunjuk	Menjawab dengan tepat tanpa ditunjuk
Laporan Praktikum	Tidak mengumpulkan	Terlambat mengumpulkan ATAU Mengumpulkan tepat waktu tapi laporan tidak lengkap	Mengumpulkan tepat waktu dan laporan lengkap

4. Tugas Praktikum Luring:

No	Tugas	0	5	10
1.	mengidentifikasi jenis jaringan otot yang diamati (otot polos, otot lurik dan otot jantung).			
2.	menyebutkan ciri-ciri jaringan otot yang diamati.			
3.	mengidentifikasi sel/struktur pada jaringan otot yang ditunjuk.			
4.	menyebutkan contoh organ yang terdapat jaringan otot yang diamati.			
5.	mengidentifikasi jenis jaringan tulang rawan yang diamati (tulang rawan elastis, hyalin dan fibrous)			
6.	menyebutkan ciri-ciri jaringan tulang rawan yang diamati.			
7.	mengidentifikasi sel/struktur pada jaringan tulang rawan yang ditunjuk.			
8.	menyebutkan contoh organ yang terdapat jaringan tulang rawan yang diamati.			
9.	mengidentifikasi jaringan tulang yang diamati.			
10.	menyebutkan ciri-ciri jaringan tulang yang diamati.			
11.	mengidentifikasi sel/struktur pada jaringan tulang yang ditunjuk.			
12.	menyebutkan contoh organ yang terdapat jaringan tulang yang diamati.			

DAFTAR PUSTAKA

- Eroschenko, V. P. (2008). Di Fiore's Atlas of Histology with functional correlations-11th ed. In *Lippincott Williams & Wilkins*.
<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Mescher, A. (2016). *Junqueira's Basic Histology Text and Atlas-14th ed.* McGraw-Hill Education.