

EDITOR

dr. Muhammad Rustam HN, M.Kes., Sp.OT

dr. Zida Maulina Aini, M.Ked.Trop., Sp.Rad



HISTOLOGI

Deniyati | Mardiyanto Riski Hartono | Agni Febrina Pargaputri | Yana Aurora Prathita
Endah Wahjuningsih | Jon Farizal | Biomechy Oktomalia Putri | Ghaniyyatul Khudri
Rita Maliza | Abdi Dzul Ikram Hasanuddin | Argo Ganda Gumilar | Ani Oranda Panjaitan
Sodikin Kurniawan | Nurwiyeni | Nana Liana | Anandia Putriyuni

HISTOLOGI

Sistematika buku yang berjudul “Histologi” ini mengacu kepada konsep dan pembahasan yang terkait, terdiri dari 16 bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan pada setiap babnya.

Bab 1 Identifikasi Sel

Bab 2 Darah dan Sistem Sirkulasi

Bab 3 Jaringan Tulang Rawan, Jaringan Tulang Dewasa dan Penulangan

Bab 4 Jaringan Saraf Pusat dan Jaringan Saraf Tepi

Bab 5 Sistem Limfatik

Bab 6 Sistem Urinaria

Bab 7 Sistem Respirasi

Bab 8 Cara Pembuatan Preparat

Bab 9 Cara Identifikasi Sel

Bab 10 Cara Mengidentifikasi Bahan Antar Sel, Jaringan Ikat dan Jaringan Epitel

Bab 11 Cara Mengidentifikasi Darah

Bab 12 Cara Mengidentifikasi Jaringan Tulang Rawan, Tulang Dewasa dan Penulangan

Bab 13 Cara Mengidentifikasi Jaringan Saraf Tepi dan Jaringan Saraf Pusat

Bab 14 Cara Mengidentifikasi Sistem Sirkulasi dan Sistem Limfatik

Bab 15 Cara Mengidentifikasi Sistem Hepar dan Kandung Empedu

Bab 16 Cara Mengidentifikasi Sistem Urinaria dan Sistem Respirasi



eureka
media aksara

Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021



0858 5343 1992



eurekamediaaksara@gmail.com



Jl. Banjaran RT.20 RW.10

Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-120-920-7



9 786231 209207

HISTOLOGI

Deniyati, S.Farm., M.Si
Mardiyanto Riski Hartono, drg., M.Kes
Agni Febrina Pargaputri, drg., M.Kes
dr. Yana Aurora Prathita, M.Biomed
Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes
Jon Farizal, S.ST., M.Si.Med
dr. Biomechy Oktomalia Putri, M.Biomed
dr. Ghaniyyatul Khudri, M.Biomed
Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D
dr. Abdi Dzul Ikram Hasanuddin, M.Biomed
Argo Ganda Gumilar, S.Tr.A.K
dr. Ani Oranda Panjaitan, M.Biomed
Sodikin Kurniawan, S.Tr.A.K
dr. Nurwiyeni, Sp.PA., M.Biomed
dr. Nana Liana, Sp.PA
Dr. dr. Anandia Putriyuni, Sp.PA



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

HISTOLOGI

Penulis : Deniyati, S.Farm., M.Si
Mardiyanto Riski Hartono, drg., M.Kes
Agni Febrina Pargaputri, drg., M.Kes
dr. Yana Aurora Prathita, M.Biomed
Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes
Jon Farizal, S.ST., M.Si.Med
dr. Biomechy Oktomalia Putri, M.Biomed
dr. Ghaniyyatul Khudri, M.Biomed
Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D
dr. Abdi Dzul Ikram Hasanuddin, M.Biomed
Argo Ganda Gumilar, S.Tr.A.K
dr. Ani Oranda Panjaitan, M.Biomed
Sodikin Kurniawan, S.Tr.A.K
dr. Nurwiyeni, Sp.PA., M.Biomed
dr. Nana Liana, Sp.PA
Dr. dr. Anandia Putriyuni, Sp.PA

Editor : dr. Muhammad Rustam HN, M.Kes., Sp.OT
dr. Zida Maulina Aini, M.Ked. Trop, Sp. Rad

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Nur Aisah

ISBN : 978-623-120-920-7

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JUNI 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekaediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan pertolongan-Nya sehingga kami para penulis dapat berkolaborasi dalam menulis buku yang berjudul "Histologi" dan dapat dipublikasikan serta sampai kepada para pembaca sekalian. Tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk Keluarga, Editor dan Penerbit Eureka Media Aksara serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, motivasi dan arahan serta bantuan selama kami para penulis menyelesaikan buku ini agar buku ini dapat selesai tepat waktu.

Buku "Histologi" berisi tentang sebuah struktur jaringan secara komprehensif dan detail yang didapatkan dengan menggunakan media mikroskop untuk melihat perbesaran dari jaringan yang telah diiris tipis, yang merupakan salah satu cabang dari ilmu biologi. Buku ini ditujukan bagi mereka yang ingin memulai belajar tentang tata cara melakukan pengamatan pada jaringan hidup menggunakan media mikroskop sehingga didapatkan citra dari sebuah struktur dari jaringan spesies yang telah diamati. Sistematika buku yang berjudul "Histologi" ini mengacu kepada konsep dan pembahasan yang terkait, terdiri dari 16 bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan pada setiap babnya.

Bab 1 Identifikasi Sel

Bab 2 Darah dan Sistem Sirkulasi

Bab 3 Jaringan Tulang Rawan, Jaringan Tulang Dewasa dan Penulangan

Bab 4 Jaringan Saraf Pusat dan Jaringan Saraf Tepi

Bab 5 Sistem Limfatik

Bab 6 Sistem Urinaria

Bab 7 Sistem Respirasi

Bab 8 Cara Pembuatan Preparat

Bab 9 Cara Identifikasi Sel

Bab 10 Cara Mengidentifikasi Bahan Antar Sel, Jaringan Ikat dan Jaringan Epitel

Bab 11 Cara Mengidentifikasi Darah

- Bab 12 Cara Mengidentifikasi Jaringan Tulang Rawan, Tulang Dewasa dan Penulangan
- Bab 13 Cara Mengidentifikasi Jaringan Saraf Tepi dan Jaringan Saraf Pusat
- Bab 14 Cara Mengidentifikasi Sistem Sirkulasi dan Sistem Limfatik
- Bab 15 Cara Mengidentifikasi Sistem Hepar dan Kandung Empedu
- Bab 16 Cara Mengidentifikasi Sistem Urinaria dan Sistem Respirasi

Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca sehingga meningkatkan kualitas pengamatan pada fungsi fisiologis sel serta dapat memaksimalkan karasionalan penegakan diagnosa penyakit yang melibatkan perubahan deformasi organ suatu spesies serta fungsi fisiologisnya serta dapat memberikan kontribusi positif dalam ilmu pengetahuan khususnya terkait dengan "Histologi". Buku ini memberikan nuansa berbeda yang saling menyempurnakan dari setiap bab dan pembahasannya, bukan hanya dari segi konsep yang tertuang secara terperinci melainkan contoh yang mudah dipahami oleh pembaca mengenai Histologi. Buku ini memberikan nuansa yang berbeda dengan buku lainnya, karena membahas Histologi berdasarkan update keilmuan. Namun, penulis menyadari buku ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf serta terbuka untuk kritik dan saran demi perbaikan dimasa mendatang.

Bima, 01 Mei 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB 1 IDENTIFIKASI SEL	1
Oleh : Deniyati S.Farm., M.Si	
A. Pendahuluan	1
B. Kultur Sel.....	4
C. Analisis Isoenzim	4
D. Analisis PCR.....	5
E. Primer Oligonukleotida.....	6
F. Amplifikasi.....	6
G. Produk Amplifikasi.....	6
H. Sensitivitas Deteksi PCR.....	7
I. Akuisisi Gambar	7
J. Segmentasi Gambar	7
K. Penyaring Warna.....	8
L. Skala Abu-Abu	8
M. Ambang Batas	8
N. Deteksi Tepi Cerdik	8
O. Deteksi Lingkaran	9
P. Deteksi Elips.....	9
Q. Menghitung Ukuran Sel Darah Merah (RBC)	10
R. Ekstraksi Fitur	10
DAFTAR PUSTAKA.....	12
BAB 2 DARAH DAN SISTEM SIRKULASI.....	16
Oleh : Mardiyanto Riski Hartono, drg., M.Kes	
A. Pendahuluan	16
B. Sel Darah Merah.....	18
C. Golongan Darah pada Manusia	24
D. Sel Darah Putih	26
E. Keping Darah.....	30
F. Sistem Sirkulasi.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	35

BAB 3	JARINGAN TULANG RAWAN, JARINGAN TULANG DEWASA, DAN PENULANGAN.....	37
	Oleh : Agni Febrina Pargaputri, drg., M.Kes	
	A. Pendahuluan	37
	B. Jaringan Tulang Rawan	38
	C. Jaringan Tulang Dewasa.....	42
	D. Penulangan.....	50
	DAFTAR PUSTAKA	54
BAB 4	JARINGAN SARAF PUSAT DAN SARAF TEPI.....	56
	Oleh : dr. Yana Aurora Prathita, M.Biomed	
	A. Pendahuluan	56
	B. Perkembangan Sistem Saraf.....	56
	C. Neuron	57
	D. Sel Glia (Neuroglia).....	61
	E. Susunan Saraf Pusat.....	63
	F. Meningen (Selaput Otak).....	66
	G. Sawar Darah Otak	66
	H. Pleksus Khorioideus.....	67
	I. Susunan Saraf Tepi (SST).....	68
	J. Regenerasi Saraf.....	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	71
BAB 5	SISTEM LIMFATIK.....	72
	Oleh : Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes	
	A. Pendahuluan	72
	B. Pembuluh Limfe	74
	C. Kelenjar Limfe	74
	D. Limpa	76
	E. Timus.....	78
	F. Malt (Mucosa-Associated Lymphatic Tissue).....	79
	DAFTAR PUSTAKA.....	82
BAB 6	SISTEM URINARIA.....	84
	Oleh : Jon Farizal, S.ST., M.Si.Med	
	A. Sistem Urinaria	84
	B. Fisiologi Sistem Urinaria	84
	C. Organ-Organ dalam Sistem Urinaria.....	85
	D. Gangguan pada Sistem Urinaria	92
	DAFTAR PUSTAKA	101

BAB 7	SISTEM RESPIRASI	105
	Oleh : dr. Biomechy Oktomalio Putri, M. Biomed	
	A. Pendahuluan	105
	B. Lapisan Dinding Sistem Respirasi	106
	C. Pembagian Sistem Respirasi	106
	D. Vaskularisasi dan Inervasi Sistem Respirasi	116
	E. Pertahanan dan Imunitas di Sistem Respirasi	117
	DAFTAR PUSTAKA.....	118
BAB 8	CARA PEMBUATAN PREPARAT	119
	Oleh : dr. Ghaniyyatul Khudri, M.Biomed	
	A. Pendahuluan	119
	B. Persiapan Sampel	120
	DAFTAR PUSTAKA.....	132
BAB 9	CARA IDENTIFIKASI SEL	133
	Oleh : Rita Maliza, S.Si., M.Si., Ph.D	
	A. Pendahuluan	133
	B. Pemrosesan Spesimen atau Kultur Sel Jaringan Sebelum Dilakukan Pewarnaan Histologi	135
	C. Pewarnaan Hematoxylin dan Eosin (H&E)	139
	D. Imunohistokimia (IHC)	143
	E. Imunofluoresensi (IF)	145
	F. Hibridisasi In Situ (ISH)	146
	DAFTAR PUSTAKA.....	149
BAB 10	CARA MENGIDENTIFIKASI BAHAN ANTAR SEL, JARINGAN IKAT, DAN JARINGAN EPITEL	151
	Oleh : dr. Abdi Dzul Ikram Hasanuddin, M.Biomed	
	A. Cara Identifikasi Bahan Antar Sel	151
	B. Cara Identifikasi Jaringan Ikat.....	157
	C. Cara Identifikasi Epitel	162
	DAFTAR PUSTAKA.....	164
BAB 11	CARA MENGIDENTIFIKASI DARAH	168
	Oleh : Argo Ganda Gumilar, S.Tr.A.K	
	A. Pendahuluan	168
	B. Komponen Sel Darah	169
	C. Hematopoiesis	171
	D. Sampel Pemeriksaan	174
	E. Cara Identifikasi Sel Darah	175

	F. Morfologi Sel Darah	176
	DAFTAR PUSTAKA	188
BAB 12	CARA MENGIDENTIFIKASI JARINGAN TULANG RAWAN, TULANG DEWASA DAN PENULANGAN.....	190
	Oleh : dr. Ani Oranda Panjaitan, M.Biomed	
	A. Pendahuluan	190
	B. Identifikasi Jaringan Tulang Rawan	190
	C. Identifikasi Jaringan Tulang.....	196
	D. Identifikasi Penulangan	198
	DAFTAR PUSTAKA	202
BAB 13	CARA MENGIDENTIFIKASI JARINGAN SARAF TEPI DAN JARINGAN SARAF PUSAT	203
	Oleh : Sodikin Kurniawan, S.Tr.A.K	
	A. Pendahuluan	203
	B. Komponen Jaringan Saraf.....	204
	C. Sistem Saraf Pusat.....	211
	D. Sistem Saraf Tepi	213
	E. Pemeriksaan Neurologis.....	215
	DAFTAR PUSTAKA	220
BAB 14	CARA MENGIDENTIFIKASI SISTEM SIRKULASI DAN SISTEM LIMFATIK.....	221
	Oleh : dr. Nurwiyei,Sp.PA,M.Biomed	
	A. Pendahuluan	221
	B. Pengenalan tentang Sistem Vaskular dan Sistem Limfatik	221
	C. Identifikasi Sistem Limfatik	224
	D. Metode Identifikasi Struktur dan Fungsi Sistem Limfatik	224
	E. Identifikasi Sistem Vaskuler.....	227
	F. Teknik Identifikasi Histologis pada Sistem Vaskuler	229
	G. Struktur Histologis Kelenjar Limfe	231
	H. Struktur Histologis Vaskuler	232
	DAFTAR PUSTAKA	234

BAB 15 CARA MENGIDENTIFIKASI SISTEM HEPAR DAN	
KANDUNG EMPEDU	235
Oleh : dr. Nana Liana, Sp.PA	
A. Sistem Hepatobilier	235
B. Kandung Empedu	248
DAFTAR PUSTAKA.....	252
BAB 16 CARA IDENTIFIKASI SISTEM URINARIA DAN	
SISTEM RESPIRASI	253
Oleh : Dr. dr. Anandia Putriyuni, Sp.PA	
A. Sistem Urinaria	253
B. Sistem Respirasi.....	259
DAFTAR PUSTAKA.....	265
TENTANG PENULIS.....	266

BAB 12

CARA MENGIDENTIFIKASI JARINGAN TULANG RAWAN, TULANG DEWASA DAN PENULANGAN

dr. Ani Oranda Panjaitan, M.Biomed

A. Pendahuluan

Identifikasi berbagai jenis jaringan tubuh sangatlah penting dalam memahami struktur dan fungsi suatu organ. Jaringan tulang rawan, tulang, dan proses osifikasi memainkan peran penting dengan tujuan menyokong, menggerakkan dan melindungi tubuh. Matriksnya yang harus kokoh dan kuat menahan beban terpancar dari bentuk fisiknya yang mendukung hal tersebut.

Bab ini akan memberikan wawasan rinci tentang identifikasi jaringan penyokong ini, menguraikan karakteristik khasnya termasuk proses osifikasi. Adanya pemaparan bentuk histologi yang rinci akan memudahkan pengenalan akan jaringan-jaringan tersebut.

B. Identifikasi Jaringan Tulang Rawan

Tulang rawan adalah salah satu jenis jaringan ikat khusus yang ditandai dengan matriks yang padat, kokoh namun fleksibel. Jaringan ini berfungsi sebagai komponen struktural di berbagai bagian tubuh, seperti hidung, telinga, saluran napas, dan persendian. Jaringan ini avaskular dan aneural sehingga mudah dikenali. Kita tidak dapat menemukan pembuluh darah atau saraf melintasi/menembus jaringan tulang rawan.

Berikut beberapa hal yang merupakan ciri khas yang dapat ditemukan saat mengidentifikasi jaringan tulang rawan:

1. Perikondrium

Pada tulang rawan hialin dan elastis, terdapat lapisan jaringan ikat padat yang disebut perikondrium. Lapisan ini memberikan dukungan dan membantu difusi nutrisi ke kondrosit.

Lapisan ini berkontribusi dalam menjaga keutuhan, homeostasis dan perbaikan tulang rawan. Secara mikroskopis, perikondrium terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan fibrosa luar dan selular dalam.

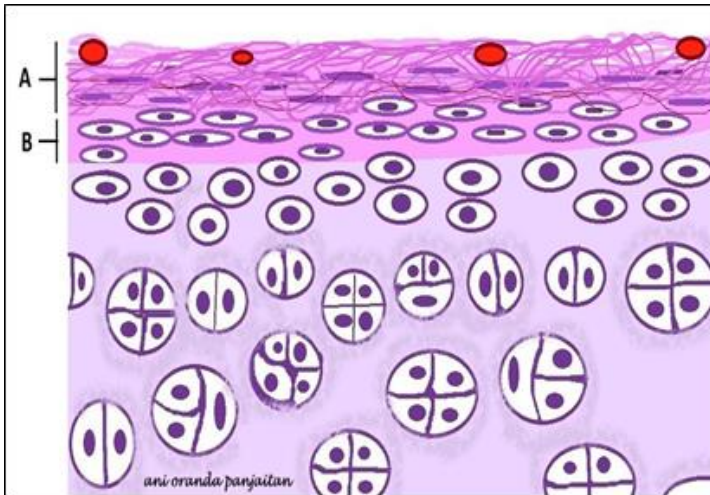
Lapisan fibrosa luar merupakan jaringan ikat padat ireguler yang terletak paling luar. Jaringan ini memiliki ciri khas seratnya dominan serat kolagen yang padat dan tersusun dengan arah yang tidak sama/acak. Serat kolagen yang padat dan tidak searah akan memberikan kekuatan mekanis dan ketahanan pada perikondrium sehingga melindungi tulang rawan di bawahnya dari tekanan dan trauma eksternal. Di dalam lapisan ini, fibroblas, yang biasanya hanya bagian nukleusnya yang tampak jelas, tersebar secara acak di antara serat kolagen yang secara aktif mensintesis dan memelihara matriks ekstraseluler.

Lapisan dari perikondrium berikutnya adalah lapisan selular dalam, yang lebih kaya sel dan aktif secara metabolik. Lapisan ini terdiri dari banyak sel kondrogenik.

Kondroblas yang terbentuk selanjutnya akan mensintesis matriks ekstraseluler tulang rawan sehingga menambah volume tulang rawan yang dikenal sebagai pertumbuhan aposisional. Fungsinya yang demikian menyebabkan letak lapisan ini berada paling dalam, menempel pada tulang rawan.

Perikondrium kaya akan vaskularisasi dan persarafan. Pembuluh darah menembus lapisan perikondrium, menyediakan oksigen, nutrisi, dan faktor pengatur penting untuk metabolisme sel dan homeostasis jaringan. Selain itu, saraf sensorik dan otonom melintasi perikondrium,

memfasilitasi komunikasi antara tulang rawan dan sistem saraf pusat dan memodulasi respons fisiologis seperti persepsi nyeri dan kontrol vasomotor.



Gambar 12.1. Dua lapisan perikondrium (A: lapisan fibrosa luar, B: lapisan selular dalam)

2. Sel dan matriks tulang rawan

Kondroblas berasal dari sel kondrogenik di perikondrium yang berdiferensiasi dan akan tenggelam dalam matriks yang disintesisnya sendiri. Kondroblas akan hidup di dalam ruangan bernama lakuna. Kondroblas yang hidup di dalam lakuna kemudian berdiferensiasi menjadi matur dan disebut sebagai kondrosit. Kondrosit memiliki kemampuan untuk mitosis dan tetap dapat mensintesis matriks.

Kondrosit memegang peranan penting dalam menjaga homeostasis jaringan tulang rawan dan bertindak sebagai pemegang kontrol dalam memproduksi matriks ekstrasel untuk menjaga struktur tulang rawan. Matriks ini terdiri atas proteoglikan, serat dan air yang perbandingan komposisinya berdampak pada sifat jaringan.

Dibandingkan dengan banyak jenis sel lainnya, kondrosit memiliki aktivitas metabolisme yang relatif rendah. Karakteristik ini berkontribusi terhadap lambatnya laju pergantian jaringan tulang rawan dan terbatasnya kapasitas regenerasi.

Badan kondroblas atau kondrosit muda biasanya berbentuk elips. Dalam perkembangannya matriks bagian luar terus bertambah dan menekan jaringan ke arah dalam. Kondrosit pun ikut tertekan sehingga bentuknya menjadi lebih bulat.

Kondroblas yang hidup di dalam lakuna berdiferensiasi menjadi matur dan disebut sebagai kondrosit. Kondrosit belum kehilangan kemampuan untuk membelah dan mensintesis matriks. Matriks yang tertanam dalam lakuna, mempertahankan matriks tulang rawan dan merespons isyarat lingkungan.

Kondrosit banyak terlihat berkelompok, tinggal dalam satu lakuna. Satu kelompok terdiri atas dua sampai dengan, paling banyak, delapan sel isogen. Di sekitar lakuna biasanya akan dikelilingi oleh matriks, yang lebih banyak mengandung proteoglikan, yang dinamakan matriks teritorial. Keseluruhan sel isogen bersama lakuna dan matriks teritorial dijuluki sebagai *cell nest*.

Sangat mudah mengidentifikasi *cell nest* pada jaringan tulang rawan karena letak sel isogen yang berdempetan dan warna matriks teritorial yang jelas lebih gelap dibandingkan matriks di sekitarnya.



Gambar 12.2. Cell nest yang terdiri dari sel isogen, lakuna dan matriks teritorial yang berwarna gelap

Jenis tulang rawan ada 3 macam, yaitu tulang rawan hialin, elastis dan fibrosa atau dikenal sebagai fibrokartilago. Ketiga jenis tulang rawan ini mudah dikenali dengan mengecek ciri khasnya. Adapun ciri khas ketiga tulang rawan itu adalah sebagai berikut:

a. Tulang rawan hialin

Matriks tulang rawan hialin banyak mengandung serat kolagen tipe II dan sedikit serat elastin. Serat kolagen yang dominan akan terlihat asidofilik atau merah muda pada pewarnaan rutin/HE. Serat elastin yang bentuknya seperti rambut tampak tidak banyak pada tulang rawan hialin dibandingkan dengan tulang rawan elastis. Hal itu merupakan salah satu kunci penting untuk mengenali jaringan ini.

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, perikondrium yang mengandung pembuluh darah dapat terlihat menutupi jaringan tulang rawan. Bila diamati batas antara lapisan selular dalam dengan lapisan tulang rawan tampak tidak tegas. Keberadaan kondrosit pada tulang rawan hialin tampak jelas. *Cell nest* dapat dipelajari dengan baik pada jaringan ini. Jaringan ini dapat ditemukan pada permukaan sendi, saluran napas atas dan hidung.



Gambar 12.3. Tulang rawan hialin dengan matriks yang lebih halus bila dibandingkan dengan tulang rawan elastis

b. Tulang rawan elastis

Matriks dari tulang rawan elastis juga kaya akan serat kolagen tipe II seperti tipe hialin namun memiliki serat elastin yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan hialin. Bila diamati serat hialin tampak ada di sekitar kondrosit membentuk garis-garis yang tidak beraturan. *Cell nest* juga sangat baik diamati pada jaringan ini dengan matriks teritorial yang lebih lebar dan gelap. Bagi pemula disarankan sebaiknya mengamati jaringan tulang rawan hialin dan elastis dengan 2 mikroskop yang diletakkan bersebelahan sehingga dapat lebih memahami perbedaan antara keduanya. Organ yang mengandung tulang rawan elastis adalah telinga, epiglottis dan tuba eustachius.

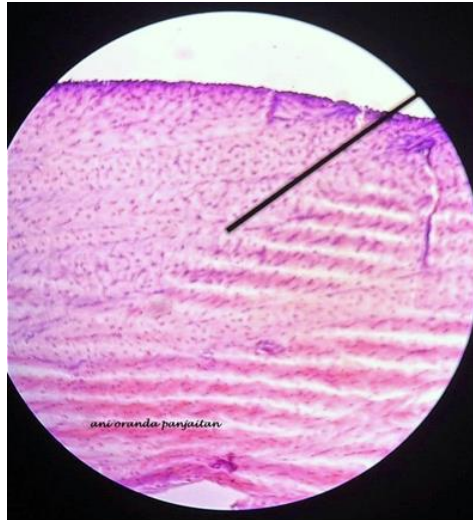


Gambar 12.4. Tulang rawan elastis dengan matriks yang lebih kasar bila dibandingkan dengan tulang rawan hialin

c. Fibrokartilago

Kita dapat mengamatinya pada organ diskus intervertebralis, meniskus, simfisis pubis dan diskus articular. Serat pada tulang rawan ini didominasi oleh serat kolagen tipe I dan II. Seratnya sangat padat sehingga

mengandung sedikit saja substansi dasar. Struktur jaringannya merupakan peralihan antara struktur jaringan ikat padat dan tulang rawan hialin. Hal ini berhubungan dengan fungsinya dalam menahan tekanan. Kondrositnya, yang berasal dari fibroblas, tampak tersusun berbaris dengan rapi memanjang di antara lapisan serat yang tebal. Diantaranya ada sedikit fribroblas yang tersebar. Hal ini membuat gambarannya seperti berlapis-lapis. Pada tulang rawan ini tidak ditemukan adanya perikondrium. Gambaran inilah yang menjadi ciri khasnya.

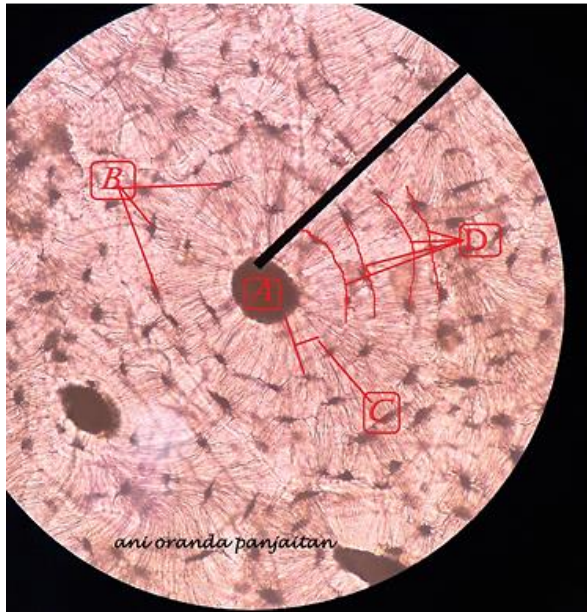


Gambar 12.5. Fibrokartilago atau tulang rawan fibrosa

C. Identifikasi Jaringan Tulang

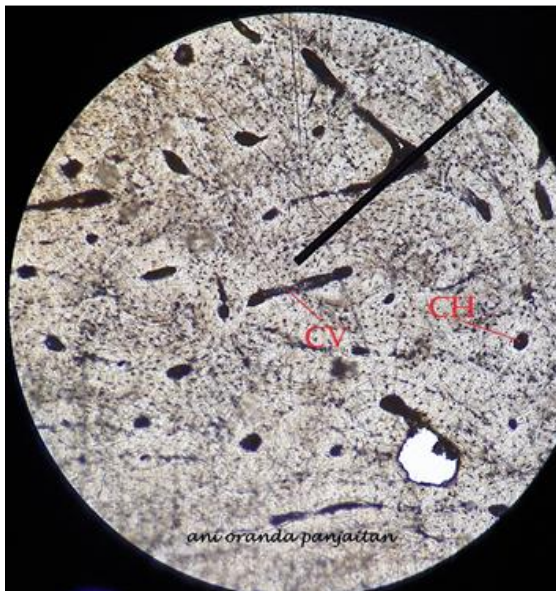
Jaringan tulang memiliki gambaran yang jauh berbeda dibandingkan dengan tulang rawan. Pada jaringan ini, banyak pembuluh darah dan saraf menembus matriks untuk memberikan nutrisi dan oksigen kepada osteosit serta mengangkut sisa metabolisme darinya.. Untuk dapat memperoleh nutrisi yang baik pada matriks tulang yang padat dan keras, maka antara osteosit harus berbagi. Setiap osteosit memiliki banyak prosesus sitoplasma yang berbentuk seperti

rambut. Semua prosesus tinggal di dalam saluran-saluran bernama kanalikuli. Dari kanalikuli inilah nutrisi dan sisa metabolisme dapat berpindah antara pembuluh darah dan osteosit dan dari osteosit di suatu lamela ke osteosit pada lamela di sebelahnya. Hal ini menyebabkan posisi osteosit di dalam matriks tulang tersusun melingkari pembuluh darah dan membentuk barisan yang berlapis-lapis. Dari sebuah pembuluh darah yang menembus matriks tulang terdapat beberapa lapisan barisan osteosit yang disebut lamela Havers. Lubang tempat pembuluh darah keluar masuk itu sendiri disebut sebagai kanal Havers. Kanal Havers dan lamela Havers membentuk sistem Havers yang menjadikan jaringan tulang kompak sangat mudah dikenali.



Gambar 12.6. Sistem Havers pada sediaan tulang gosok, dimana osteosit dan pembuluh darah sudah terangkat sehingga tinggal tempat mereka berada yang tertinggal. (Saluran bagian tengah, label A, terdapat kanal Havers yang sebelumnya berisi pembuluh darah, dilingkari

Ada kalanya pada sediaan tulang, yang dipakai dalam pembuatan preparat, terpotong di area dimana terdapat anastomosis pembuluh darah. Terdapat pembuluh darah yang menghubungkan pembuluh darah di salah satu kanal Havers dengan pembuluh darah di kanal Havers lainnya, yang membentuk saluran bernama kanal Volkmann. Saluran ini terlihat sebagai saluran panjang yang berhenti di kanal Havers antar sistem Havers.



Gambar 12.7. CH: kanal Havers, CV: kanal volkmann

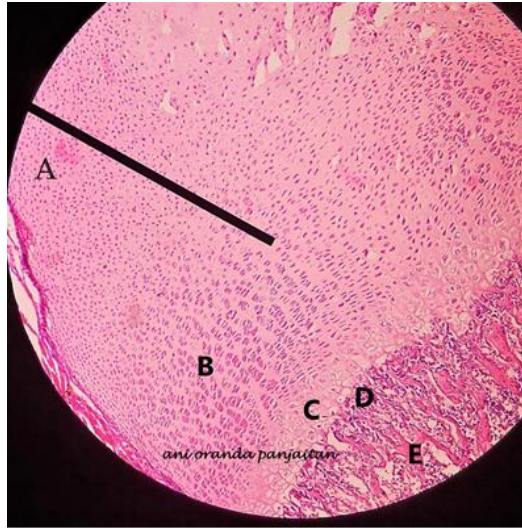
D. Identifikasi Penulangan

Seperti yang telah diketahui bahwa terdapat 2 jalur proses penulangan (pembentukan tulang) pada tubuh manusia. Yang pertama adalah proses penulangan intramembranosa atau dijuluki penulangan desmal dan kedua adalah proses penulangan endokondral atau dijuluki penulangan kondral. Keduanya akan menghasilkan tipe tulang yang berbeda. Penulangan kondral akan menghasilkan tulang panjang yang kompak sedangkan penulangan desmal akan menghasilkan tulang yang berongga seperti pada tulang pipih.

1. Penulangan endokondral

Penulangan endokondral/kondral diawali dari terbentuknya tulang rawan hialin oleh kondroblas yang merupakan hasil diferensiasi dari sel mesenkim. Setelah kondroblas muncul dan mulai membuat matriks tulang rawan hialin, maka bongkahan tulang rawan ini akan menjadi matriks dasar yang akan dimodifikasi oleh osteoblas menjadi matriks tulang.

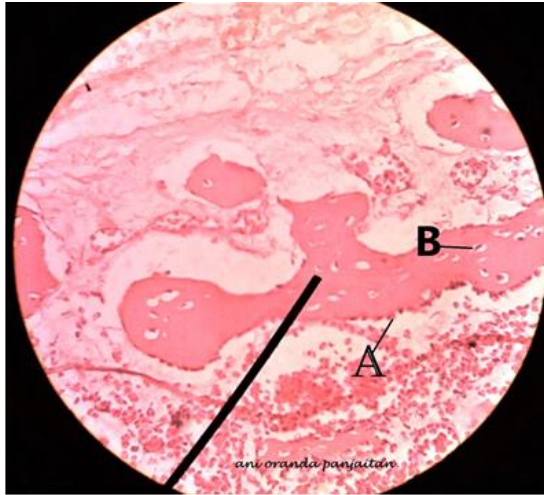
Kondroblas yang tinggal dalam lakuna berdiferensiasi menjadi kondrosit. Kondrosit mula-mula berada pada fase istirahat. Tampak gambaran sel-sel kondrosit yang lumayan kecil bersebaran pada permukaan matriks tulang rawan yang dinamai zona istirahat. Setelah itu sel ini akan teraktivasi untuk melakukan proliferasi secara aktif. Akan tampak lapisan dimana kondrosit berukuran lebih besar dan terbentuknya sel isogen yang bertumpuk-tumpuk akibat aktifnya pembelahan sel dalam lakuna. Area ini disebut zona proliferasi. Setelah itu sel osteoprogenitor mulai menyiapkan diri untuk berdiferensiasi menjadi osteoblas. Sebelum osteoblas masuk, kondrosit yang telah beberapa kali berproliferasi akan matur dan hipertrofi. Area dimana kondrosit berukuran maksimal dinamakan zona maturasi atau zona hipertrofi. Setelah itu kondrosit mati dan digantikan posisinya dengan osteoblas yang baru terbentuk. Osteoblas mensintesis matriks tambahan sehingga menghasilkan matriks tulang rawan terkalsifikasi. Proses kalsifikasi ini terjadi di zona kalsifikasi. Matriks tulang yang telah sempurna terbentuk akan membentuk bongkahan-bongkahan tulang yang berada di zona osifikasi. Dengan paham proses dari awal hingga akhir dalam pembentukan tulang kompak maka zona-zona pada penulangan kondral akan mudah dikenali.



Gambar 12.8. Penulangan endokondral. A: zona istirahat, B: zona proliferasi, C: zona maturase/hipertrofi, D: zona kalsifikasi dan E: zona osifikasi

2. Penulangan intramembranosa

Penulangan intramembranosa/desmal tidak memerlukan matriks tulang rawan sebagai matriks dasar. Jaringan tulang langsung dibentuk secara utuh oleh osteoblas yang merupakan hasil diferensiasi dari sel mesenkim di jaringan ikat mesenkim. Osteoblast akan menghasilkan matriks tulang dan terbenam di dalamnya. Saat matriks mengeras osteoblas berdiferensiasi menjadi osteosit dan menempati lakuna. Trabekula yang terbentuk akan menjadi tulang berongga. Gambaran histologinya akan terlihat matriks tulang yang berwarna kemerahan dengan osteosit yang berbentuk pipih di dalamnya. Akan tampak sel-sel yang lebih besar berjejer di luar matriks tulang yang merupakan osteoblas. Kadang osteoklas dapat terlihat yaitu sel raksasa dengan multi nuclei.



Gambar 12.9. Penulangan intramembranosa. A: osteosit di dalam matriks tulang berwarna kemerahan, B: osteoblas

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C.S. and Saphiro, I.M. (2002) 'The fate of the terminally differentiated chondrocyte: evidence for microenvironmental regulation of chondrocyte apoptosis', *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(6), pp. 465-473.
- Balg, M.A and Bacha, D. (2022) 'Histology, bone', *Stat Pearls Publishing LLC*.
- Benjamin, M. and Evans, E.J. (1990) 'Fibrocartilage', *Journal of Anatomy*, 171, pp. 1-15.
- Cell biology and histology. Hagerstwon, MD: Lippincott Williams & Wilkins. p. 83. ISBN 978-0-7817-8577-8.
- Gartner, Leslie P; Hiatt, J.L. (2006) 'Color textbook of histology'. 3rd edn. Saunders, pp. 129-154
- Gvaramia, D. *et al.* (2022) 'Regenerative potential of perichondrium:a tissue engineering perspective', *Tissue Engineering" Part B*, 28(3), pp. 531-541.
- Liu, Y., Shah, K.M. and Luo, J. (2021) 'Strategies for articular cartilage repair and regeneration', *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9(770655), pp. 1-10.
- Neve A, Corrado A and Cantatore FP. (2011) 'Osteoblast physiology in normal and pathological conditions', *Cell and Tissue Research*, 343(2), pp 289-302.