



JARINGAN IKAT KHUSUS
Tulang Rawan dan Tulang

PENDAHULUAN

- Tulang rawan & Tulang adlh jaringan2 kerangka
- = jaringan ikat lainnya tdd sel, serat dan substansi dasar.
- Matriks / subs interseluler = serat + subs dasar.
- Subs dasar
 - Tlg Rawan : tu proteoglikans yg byk kondroitin sulfat
 - Tulang : endapan garam garam organik terutama kalsium fosfat.



TULANG RAWAN

- Fetal : sebagian besar rangka tdd tulang rawan.
- Dewasa : Permukaan sendi tulang, kerangka telinga, kerangka saluran nafas.
- Sel : kondroblas → kondrosit
- Serat : kolagen dan elastin
- Tiga jenis tulang rawan :
 - TR hialin (paling banyak)
 - TR elastis
 - fibrokartilago



TULANG RAWAN

- Penumbuhan tlg rawan ada 2

- Penumbuhan interstitial (endogen)

Kondrosit muda membelah diri, berproliferasi dan meletakkan matriks baru.

Hanya terjadi pada tulang rawan muda.

- Penumbuhan aposisional (eksogen)

Proses peletakan lapis lapis tulang rawan baru pada permukaan sebagai aktifitas dari perikondrium.

Fibroblas berproliferasi dan sebagian ditransformasi menjadi sel sel tulang rawan.



TULANG RAWAN HIALIN

- Hialin dari bhs Yunani hyalos = kaca
- Dlm keadaan segar tampak sebagai massa bening putih kebiruan.
- Tdp pd permukaan sendi tulang, tulang rawan iga, tulang rawan hidung, laring, trakea dan bronki.
- Fetal : hampir seluruh kerangka pd awalnya dibentuk dari TR hialin kemudian diganti oleh tulang.



TULANG RAWAN HIALIN

○ Sel Tulang Rawan

- Kondrosit terletak dlm rongga rongga kecil/lakuna dalam matriks.
- Sel berbentuk bulat atau lonjong, inti bulat besar terletak ditengah dengan 1 atau lebih anak inti. Sitoplasma berbutir halus dan bersifat basofil
- Cell nest (kelompok sel isogen) : sel sel pada bag pusat tlg rawan tersusun dalam kelompok, berasal dari 1 kondrosit induk.

○ Matriks (subs interseluler)

- Unsur berbentuk : serat2 kolagen
- Amorf : proteoglikans, berinti protein dengan kondroitin sulfat terikat secara kovalen dan keratin sulfat sbg rantai samping dan sedikit asam hialuronat.



TULANG RAWAN HALIN

- Matriks (Substansi Interseluler)
 - F/ proteoglikans untuk menahan air
- Perikondrium
 - Tulang rawan dibungkus oleh selapis jaringan ikat pada yang kuat yaitu perikondrium.
 - Tdd sel2 berbentuk gelendong yg mirip dgn fibroblas, serat 2 elastin dan kolagen tipe 1.
- Nutrisi
 - Tulang rawan tdk mempunyai pemb darah, limf dan saraf.
 - Matriks mempunyai banyak cairan memungkinkan nutrien, gas terlarut dan produk sisa mudah berdifusi antara pembuluh darah kecil perikondrium.



TULANG RAWAN HIALIN

○ Nutrisi

- Kondrosit tu melakukan metabolisme glikolitik.

○ Perubahan retrogesif

- >> umur mk TR makin kurang bening, berkurang selnya, proteoglikans berkurang, protein non kolagen bertambah.
- Kalsifikasi : butir butir kalsium fosfat dan kalsium karbonat diendapkan pada substansi interseuler. TR menjadi keras dan rapuh, nutrien tdk dapat berdifusi melalui subs interseuler sehingga sel2 akan mati, matriks yg telah mengapur berangsur diresorpsi.



TULANG RAWAN HIALIN

○ Regenerasi

- Kemampuan regenerasi TR rendah. Perbaikan melalui aktifitas perikondrium yg mirip pertumbuhan aposisional.
- # pada tulang rawan dewasa digantikan dgn jaringan ikat padat fibrosa kemudian digantikan oleh tulang.



TULANG RAWAN ELASTIS

- Terdapat pada tempat tempat yg memerlukan penyokong dgn fleksibilitas
- Tdp pd telinga luar, tuba auditif, epiglotis dan tulang rawan laring tertentu.
- Berwarna kuning karena banyaknya kandungan serat elastin
- Bersifat lebih keruh apabila dibandingkan tulang rawan hialin.
- Sel selnya < mengandung lemak dan glikogen
- Matriks mengandung serat kolagen dan elastin



TULANG RAWAN ELASTIS

- Pertumbuhan terjadi secara interstitial dan aposisional
- Jarang mengalami perubahan retrogesif atau kalsifikasi.



FIBROKARTILAGO

- Terdapat pd tempat yg memerlukan penyokong kuat dan atau daya rentang.
- Diskus interkalaris, simfisis pubis dan diskus interartikular sendi tertentu. Pada tulang rawan yg membatasi bahu, persendian tulang paha dan pada tempat lekat tendo dan ligamen tertentu pada tulang.
- Tidak berdiri sendiri tetapi berangsur menyatu dengan tulang rawan hialin didekatnya atau dengan jaringan ikat padat fibrosa.
- Bukan merupakan modifikasi TR hialin.



FIBROKARTILAGO

- Tdd berkas jaringan ikat padat kolagen diantaranya tdp daerah daerah kecil dgn matriks tulang rawan hialin dengan lakuna serta sel sel didalamnya.
- Tidak mempunyai perikondrium
- Dianggap sebagai peralihan antara tulang rawan dan jaringan ikat padat.
- Terbentuk seperti jaringan ikat padat biasa. Fibroblas yang dipisahkan oleh bahan fibrilar kemudian selnya bertransformasi menjadi kondrosit dan menghasilkan selapi matriks tipis disekitarnya.



TULANG

- Disebut juga jaringan oseosa
- Merupakan bentuk kaku jaringan ikat.
- Ttd
 - Sel sel
 - Matriks intersel
 - Organik : serat serat kolagen
 - Anorganik (2/3 brt tlg): kalsium fosfat (85%) dan kalsium karbonat (10%) dan kalsium fluorida dan magnesium fluorida.
- Makroskopik
 - Tulang spongiosa (cancellous) : ttd trabekula/balok tulang langsing, tidak teratur, bercabang dan saling berhubungan membentuk anyaman.



TULANG

○ Makroskopis

- Tulang kompakta tampak padat.
- Unsur histologik sama
- Tulang panjang :

Bag batang / diafisis : tulang kompakta

Bag ujung / epifisis : tdd tulang spongiosa yg dibungkus selapis tipis tulang kompakta.

- Setiap tulang dilapisi oleh periosteum (bagian luar) dan endosteum (bagian rongga)
- Ciri utama scr mikroskopik adalah susunannya yg lamelar yaitu matriks tulang yang tersusun dalam lapisan lapisan.



TULANG

- Pada matriks tdp lakuna yg berisi osteosit dan tiap lakuna ada saluran saluran (kanalikuli) yang menghubungkan semua lakuna.
- Unsur struktural
 - Unsur anorganik dikeluarkan secara dekalsifikasi → sel sel cenderung mengkerut dan serat serat kolagen membengkak.
 - Sajian tulang gosok, struktur matriks tetap terpelihara tapi sel sel tulang telah hilang dan lakuna nampak kosong.



TULANG

- Sel sel tulang
 - Tdd osteoprogenitor, osteoblas, osteosit dan osteoklas
- Sel osteoprogenitor.
 - Populasi sel induk, berkembang dari mesenkim.
 - Memiliki daya mitotik dan kemampuan untuk berkembang menjadi sel tulang dewasa.
 - Mirip sel mesenkim dan berbentuk gelendong, inti pucat memanjang dan sitoplasma jarang.
 - Ditemukan pd permukaan tulang lapisan dalam periosteum, pada endosteum dan dalam saluran vaskular dari tulang kompakta.



TULANG

○ Sel osteoprogenitor

- Tdd :
 - Preosteoblas → akan menghasilkan osteoblas
 - Preosteoklas → menghasilkan osteoklas.

○ Osteoblas

- Berhubungan dengan pembentukan tulang dan ditemukan pd permukaan tulang.
- Berperan untuk sintesis unsur organik matriks tulang spt kolagen dan glikoprotein.
- Mengandung enzim fosfatase alkali → proses kalsifikasi.



TULANG

○ Osteosit

- Adalah osteoblas dewasa yg terpendam dalam matriks tulang.

○ Osteoklas

- Sel raksasa berinti banyak
- Permukaan tulang dekat osteoklas sering hilang sebagian mineralnya.
- Berperan dalam resorpsi tulang
- Mengeluarkan kolagenase dan enzim proteolitik lain yang menyebabkan matriks tulang melepaskan bagian substansi dasar yang mengapur.
- Setelah proses resorpsi selesai → osteoklas menghilang.



TULANG

○ Matriks tulang

- Unsur organik : osteokolagen diikat oleh glikosaminoglikans (protein polisakarida)
- Matriks tulang tersusun dalam lapisan lapisan

○ Arsitektur tulang

- Tulang spongiosa : tdd trabekula dan lempeng lempeng yang saling berhubungan. Trabekula tdd lamel lamel yang berjumlah macam macam.
- Tulang kompakta : lamelnya tersususun teratur, tulang dilintasi saluran2 memanjang (saluran havers) dari permukaan periosteum dan endosteum masuk saluran volkmann dan berhubungan dengan saluran havers.



TULANG

○ Arsitektur tulang

- Setiap saluran havers dikelilingi sejumlah lamel konsentris (5-20). Lamel matriks tulang, sel sel dan saluran pusatnya membentuk sistem havers atau osteon.

○ Penulangan endokondral (intrakartilaginosa)

- Mencakup penggantian model tulang rawan dengan tulang.
- Model awal tulang rawan terus berkembang melalui penumbuhan interstitial dan aposisional



TULANG

- Penulangan enkondral (intrakartilaginosa)
 - Pembentukan tulang diawali pada daerah perikondrium yg melingkari bagian pertengahan diafisis. Perikondrium disini bertambah pembuluh darahnya dan berfungsi osteogenik. Sel sel yg berbatasan TR membesar menjadi osteoblas dan mulai menghasilkan tulang secara intramembranosa maka terbentuklah cincin atau kerah tulang periosteal yg mengelilingi tengah diafisis tulang rawan. Perikondrium daerah ini menjadi periosteum.



TULANG

- Penulangan endokondral (intrakartilaginosa)
 - Bersamaan dengan terbentuknya kerah tulang terjadi perubahan dalam tulang rawan itu sendiri. Pada pusat diafisis, sel sel tulang rawan mengalami hipertrofi dan matriks diantara lakuna berkurang dan mengapur. Melalui lubang2 pada kerah tsb masuklah berkas jaringan ikat dengan pembuluh darah menuju matriks tulang rawan (periosteal bud), menerobos sel TR yg membesar dan membentuk rongga rongga (rongga sumsum primer) yg mengandung PD dan sel jaringan ikat embrional yg kemudian menjadi osteoblas. Pembentukan tulang dipusat diafisis ini membentuk pusat osifikasi primer.



TULANG

- Penulangan endokondral (intrakartilaginosa)
 - Zona osifikasi endokondral meluas ke arah ke2 ujung tulang rawan dengan cara seperti pembentukan pusat osifikasi primer. Pada waktu bersamaan kerah tulang periosteal bertambah tebal dan meluas ke arah epifisis.
 - Dengan terus bertumbuhnya tulang rawan di daerah epifisis, seluruh model tulang tulang rawan memanjang, akibat ini dan perluasan pusat osifikasi primer terlihat zona zona tertentu pada tulang rawan itu.



TULANG

- Penulangan endokondral (intrakartilaginosa)
 1. Zona cadangan/rihat : terdiri atas tulang rawan hialin primitif. Terdapat paling dekat dengan ujung tulang.
 2. Zona proliferasi : aktif dengan banyak gambaran mitosis, bertambah terutama ke arah ujung bebas, distal thd zona riha. sehingga tumbuh memanjang daripada melebar.
 3. Zona maturasi : tidak terjadi mitosis lagi, sel sel dan lakuna membesar.
 4. Zona kalsifikasi : mulai ada endapan mineral didalam matriks
 5. Zona retrogresi : sel sel tulang rawan mati dan larut
 6. Zona osifikasi : osteoblas berkembang dan sisa tulang rawan membentuk rangka penyokong.
 7. Zona resorpsi : rongga sumsum bertambah luas akibat resorpsi tulang dibagian tengah diafisis.



TULANG

- Saat lahir terbentuk pusat pusat penulangan sekunder di kedua ujung tulang panjang dimana prosesnya sama seperti diafisis. Osifikasi meluas ke tepi dalam segala jurusan sampai seluruh tulang rawan diganti oleh tulang kecuali pada 2 daerah, pada ujung bebasnya berupa tulang rawan persendian dan berupa lempeng diantara epifisis dan diafisis yaitu diskus atau lempeng epifisis.



TULANG

- Perkembangan tulang tidak beraturan
 - Tulang tdk beraturan berkembang dgn cara serupa epifisis pada tulang panjang. Osifikasi terjadi dipusat dan meluas kesegala arah. Tulang rawan pada bagan tepi berfungsi sebagai zona proliferasi sampai tdk ada penumbuhan lagi karena sudah diganti tulang. Penambahan tuang selanjutnya melalui aposisi dari periosteum.



TULANG

○ Regenerasi tulang

- Sesudah patah tulang, terdapat perdarahan dari pembuluh darah yg sobek dan pembekuan. Fibroblas yg berkembang dan kapiler darah memasuki bekuan darah dan membentuk jaringan granulasi yaitu prokalus. Kemudian menjadi jaringan fibrosa padat dan kemudian berubah menjadi masa tulang rawan. Ini merupakan kalus temporer yang mempersatukan tulang tulang yg patah. Osteoblas berkembang dari periosteum dan endosteum dan meletakkan tulang spongiosa yang secara progresif menggantikan tulang rawan kalus temporer seperti osifikasi endokondral. Tulang spongiosa mengalami reorganisasi menjadi tulang kompakta.



TULANG

○ Histofisiologi Tulang

- < vit D menyebabkan gangguan dalam penyerapan kalsium yang berasal dari makanan dan menurunkan kadar fosfat darah. Matriks tulang rawan dan jaringan osteoid tidak mengalami pengapuran sempurna. Terjadinya penurunan kadar kalsium tulang (osteomalasia)
- vit C menyebabkan scurvy, jaringan asal mesenkim tidak mampu menghasilkan dan memelihara serat dan substansi dasar, sehingga mengakibatkan rusaknya serat2 kolagen tulang dan penurunan matriks organik dalam tulang.



TULANG

○ Histofisiologi Tulang

- < Vit A : osteoblas tidak menghasilkan matriks tulang seperti biasanya. Terjadi penurunan kecepatan penurunan rangka dan gangguan pada proses remodeling dan keseimbangan pembentukan dan resorpsi tulang.
- < Hormon Pertumbuhan : menyebabkan keadaan cebol (dwarfisme)
- > Hormon Pertumbuhan : menimbulkan keadaan raksasa (gigantism)
- Hormon paratiroid dan tirokalsitonin : mengatur keseimbangan antara pelepasan dan peletakan kalsium.



TULANG

- Histofisiologi tulang
 - Bone Morphogenetic Protein & Bone Derived Growth Factors : Mengatur kemampuan tulang untuk tumbuh, melakukan remodeling dan rekonstruksi internal.



SENDI

- Tempat bertemu 2 atau 3 unsur rangka baik tulang maupun tulang rawan (artikulasi)
- Tdd :
 - Sendi fibrosa :
Dipersatukan oleh jaringan ikat padat fibrosa. Bila sangat kuat disebut sutura (tengkorak) kemudian penyatuan tulang (sinostosis)
Sendi yg dipersatukan jaringan ikat fibrosa (sindesmosis) : sendi radioulnar, tibifibular.
Gomfosis : terbatas pada gigi dalam maksila dan mandibula (membentuk membran periodontal)



SENDI

- Sendi Tulang Rawan (sendi kartilaginosa sekunder): sendi diantara badan badan vertebra yang berdekatan. Dilapisi lembar2 tulang rawan hialin dipersatukan oleh lempeng fibrokartilago.
- Sendi Sinovia : tulang tulang ditahan menjadi satu oleh suatu simpai sendi dan permukaan yg berhadapan dilapisi tulang rawan sendi dipisahkan oleh celah sempit yg mengandung cairan sinovia.

