

Penyembuhan luka jaringan keras pascatrauma

A. Tajrin

Bagian Bedah Mulut dan Maksilofasial
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin
Makassar, Indonesia
Koresponden: tajrinumi@gmail.com

ABSTRAK

Tulang adalah salah satu jaringan pendukung yang mempunyai fungsi mekanisme utama sebagai pendukung berat tubuh. Tulang manusia meliputi struktur tulang wajah dan kranium yang mengandung dua bentuk jaringan tulang, yaitu tulang kortikal yang terletak pada lapisan luar dan tulang kancellus terletak pada bagian sentral. Trauma pada jaringan keras sering dialami akibat aktivitas manusia. Penyembuhan tulang merupakan suatu proses alamiah yang terjadi pada tulang yang mengalami cedera atau jejas. Penyembuhan tulang terdiri dari penyembuhan primer maupun sekunder. Komplikasi dalam penyembuhan tulang dapat terjadi *delayed union* penyembuhan yang lebih lama, *nonunion* suatu kondisi fraktur gagal menunjukkan penyatuan yang lebih baik sehingga tidak terjadi penyembuhan selama tindakan imobilisasi.

Kata kunci: tulang, kortikal, kancellus, penyembuhan tulang

ABSTRACT

Bone is one of the support tissue which has the function of the primary mechanism to support the weight of the body, human bones, including facial and cranial bone structure that contains two forms of bone cortical bone tissue that is located on the outer layer and cancellous bone located in the central part. Bone healing is a natural process that occurs in bone injury or lesion. Bone healing may consist of primary and secondary healing. Complication in bone healing can be delayed union a longer recovery, a condition in which nonunion fracture failed to show a better integration and healing does not occur during the act of immobilization.

Key words: bone, cortical, cancellous, bone healing

PENDAHULUAN

Tulang merupakan jaringan keras yang membentuk tubuh manusia. Berat tulang hanya sepersepuluh dari berat badan, namun demikian tulang sangatlah kuat, elastis serta mampu melakukan regenerasi bila mengalami trauma/fraktur.¹

Luka pada jaringan keras dapat disebabkan oleh adanya trauma yang timbul secara mendadak yang melebihi batas kekuatan jaringan keras sehingga terjadi kehilangan kontinuitas daripada tulang/fraktur atau keadaan patologis.² Fraktur tulang merupakan kasus yang cukup banyak terjadi. Fraktur umumnya disebabkan oleh trauma, misalnya kecelakaan lalulintas, rumah tangga, dan kecelakaan kerja.

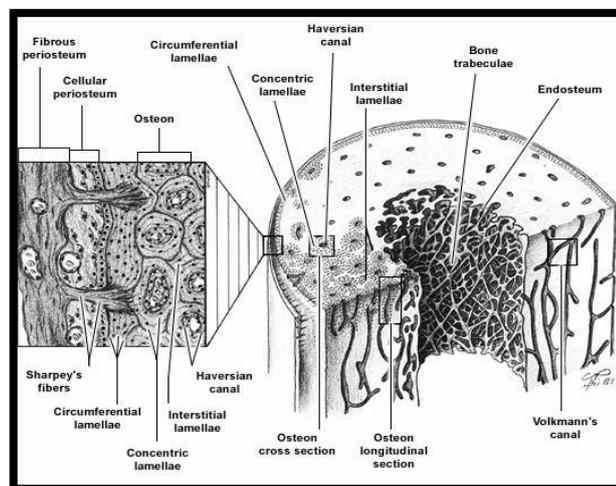
Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dipaparkan gambaran proses penyembuhan luka jaringan keras pada artikel.

TINJAUAN PUSTAKA

Gambaran histologis struktur tulang

Karakteristik dari tulang mempunyai struktur yang bagian luarnya tersusun atas tulang kompak/korteks dan pada bagian dalam yang berbentuk seperti anyaman adalah tulang kanselus/*spongius/trabecular*. Pada Tulang yang mengandung lebih banyak substansi tulang spongius dibanding tulang kompak disebut “*cancellous*”, tulang rahang termasuk dalam golongan tulang ini. Urutan lapis demi lapis struktur tulang dari luar ke dalam adalah periosteum, substansia kompakta, substansia spongiosa, endosteum dan kavum medulare (gambar 1).¹

Tulang dilapisi oleh jaringan fibrous yang disebut periosteum yang pada lapisan dalamnya terdapat pembuluh darah, limfe, dan sel-sel *osteoprogenitor* yang mempunyai potensi osteogenik yang sangat berperan aktif pada penyembuhan fraktur tulang. Di bagian dalam tulang terdapat rongga medula/sumsum tulang, yang dibatasi oleh endosteum yang juga mengandung sel-sel *osteoprogenitor*. Unit fungsional tulang disebut juga sistem havers atau *osteon* yang terdiri atas kanal havers sentral yang dikelilingi oleh lapisan konsentris tulang/*lamela*. Lamela tulang yang mengelilingi kanal havers mempunyai lakuna yang mengandung osteosit yang mengatur aktivitas selular tulang.¹



Gambar 1. Gambaran histologis jaringan tulang.¹

Komposisi tulang

Tulang terdiri dari 8% air dan 92% benda padat, yang tersusun atas unsur organik, anorganik dan sel-sel tulang. Unsur organik yang merupakan matrik tulang yang tersusun dari 28% kolagen dan 5% protein nonkolagen. Terdapat tiga jenis unsur seluler utama tulang, yaitu osteoblas, osteosit dan osteoklas.¹

Osteoblas berfungsi dalam sintesis matrik tulang yang berperan dalam pertumbuhan, perbaikan dan remodeling tulang. Osteoblas berasal dari sel yang terdapat pada lapisan dalam periosteum atau dari diferensiasi sel-sel mesenkim. Osteosit berasal dari osteoblas yang terperangkap dalam matrik tulang yang mengalami mineralisasi. Sel ini berperan dalam nutrisi tulang berupa transfer oksigen dan metabolit/kalsium. Osteoklas merupakan sel tulang yang berfungsi dalam resorpsi tulang. Sel ini mengandung enzim lisosim seperti asam fosfat dan katepsin. Bila sel ini berkontak dengan permukaan tulang, maka akan berpenetrasi ke dalam tulang dan mengeluarkan enzimnya sehingga terjadi resorpsi tulang.²

Unsur anorganik tulang secara kimiawi terdiri dari 67% bahan anorganik (hidroksiapatit), yang unsur utamanya berupa garam anorganik hidroksiapatit kristalin ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Kristal tulang ini tersusun sejajar dengan sumbu serat kolagen.³

Fungsi tulang

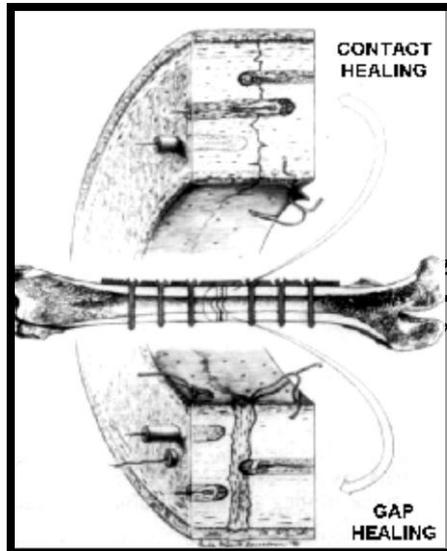
Tulang mempunyai dua fungsi utama yaitu fungsi mekanis dan biokimia. Fungsi mekanis tulang meliputi fungsi sebagai rangka, persendian, tempat perlekatan otot, dan pelindung organ penting tubuh. Sedangkan fungsi biokimiawinya sebagai tempat penimbunan kalsium dan fosfor dalam proses menjaga keseimbangan kadar mineral di dalam darah.

Penyembuhan jaringan keras tulang

Pada proses penyembuhan fraktur tulang terjadi fase penyembuhan primer dan sekunder. Pada penyembuhan primer terjadi penyembuhan pada celah dan penyembuhan kontak. Pada penyembuhan pada celah, meskipun fiksasi stabil pada fragmen fraktur, biasanya reduksi anatomis yang sempurna jarang terjadi. Pada beberapa bagian segmen tulang dapat terjadi adanya celah yang kecil (gambar 2). Pada bagian ini akan terjadi proses penyembuhan dalam waktu beberapa hari setelah fraktur. Pembuluh darah dari periosteum, endosteum dan sistem havers akan menginvasi celah dan membawa sel-sel osteoblastik mesenkim yang akan mendeposit tulang pada fragmen fraktur tanpa melalui pembentukan kalus. Bila fragmen fraktur kurang dari 0,3 mm, akan terbentuk langsung tulang lamelar. Sedangkan celah antara 0,5-1,0 mm akan terisi oleh "*woven bone*", selanjutnya dalam ruang trabekula akan terisi oleh tulang lamela. Dalam waktu 6 minggu tulang lamelar akan tersusun tegak lurus terhadap fragmen fraktur, kemudian proses remodeling akan merubah sejajar dengan sumbu tulang.

Pada penyembuhan kontak, terjadi pada fragmen fraktur yang tidak terjadi kontak. Proses ini terjadi melalui regenerasi tulang; terjadi aktivitas osteoklas pada bagian fraktur yang

menyediakan tempat untuk pertumbuhan dan proliferasi osteoblas guna membentuk tulang baru. Rekonstruksi lengkap dari kortek tulang memerlukan waktu hingga 6 bulan.⁴ Pada penyembuhan sekunder terdiri atas penyembuhan tahap awal, kalus kortilogenus, kalus tulang, dan *remodeling*.⁴



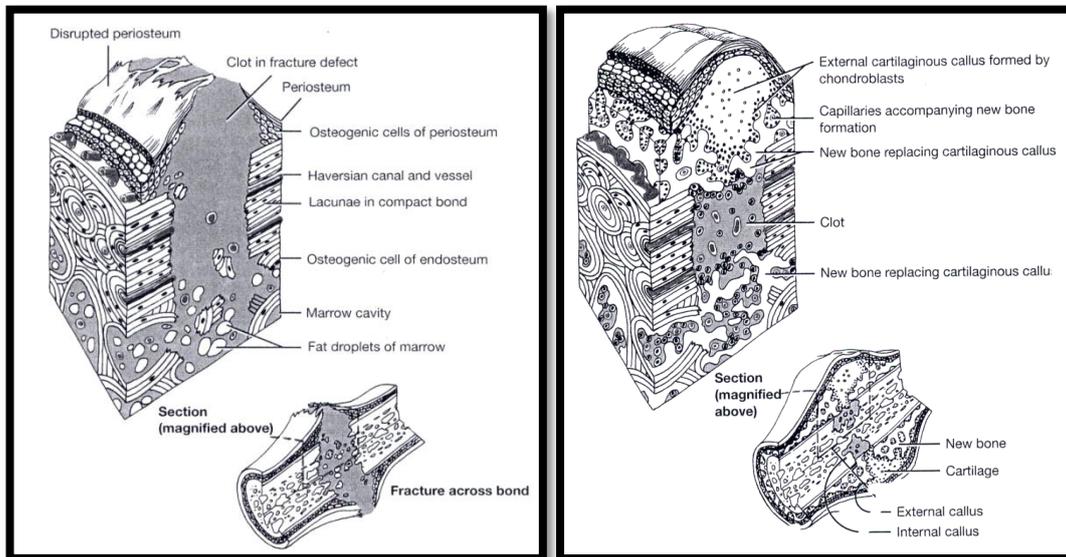
Gambar 2. Penyembuhan primer.¹

Pada tahap awal, fraktur tulang akan menimbulkan reaksi inflamasi disertai dengan pengaktifan sistem pertahanan tubuh yang menginduksi pelepasan sejumlah angiogenik vasoaktif sehingga terjadi vasodilatasi dan oedema dalam beberapa jam. Perdarahan pada pembuluh darah endosteum, periosteum dan sistem havers menyebabkan hematoma, fragmen tulang mengalami deposit tulang oleh sel-sel osteoblas dari periosteum, sedangkan sumsum tulang akan mengalami degenerasi lemak. Hematoma yang terjadi mengandung eritrosit, fibrin, makrofag, limposit, PMN, mastosit dan platelet.

Platelet akan berdegranulasi melepaskan PDGF (*platelet derived growth factor*), FGF (*fibroblastic growth factor*) yang bersifat kemoatraktan dan mitogenik sehingga dalam waktu 8-12 jam akan terjadi proliferasi selular lapisan luar periosteum seperti osteoblas, fibroblas dan sel kondrogenik (gambar 3). Terjadi pembentukan kapiler yang bersama kolagen yang berasal dari fibroblas membentuk jaringan granulasi. Keadaan ini memicu aktivitas sel makrofag untuk membersihkan jaringan nekrotik.¹⁻³

Tahap kalus kartilogenus, pada hari ketiga sampai kelima jaringan granulasi akan berkondensasi membentuk kalus yang terjadi baik internal maupun eksternal (gambar 3), fibroblas bermigrasi dan membentuk kolagen, selanjutnya berdiferensiasi menjadi kondroblas yang membentuk kartilago, sehingga terjadi kalsifikasi kartilago yang menyebabkan kondroblas berubah menjadi

kondrosit. Osteoblas bertambah banyak dan osteoklas mulai nampak. Kalus yang terbentuk akan menstabilkan ujung fragmen fraktur sehingga menguatkan tulang (gambar 4). Kalus kartilagenous terisi oleh pembuluh darah yang akan meningkatkan tekanan oksigen dan nutrisi yang akan memacu aktivitas osteoblast.¹⁻³



Gambar 3. A. Tahap awal tahap fibroplastik pembentukan tulang, B. Tahap akhir tahap fibroplastik pembentukan tulang.⁴

Tahap kalus tulang, prosesnya terjadi dalam waktu 3-4 minggu. Osteoblas akan mendepositkan osteoid pada kartilago yang mengalami kalsifikasi, kemudian osteoid mengalami kalsifikasi menjadi tulang yang tersusun acak (*woven bone*), selanjutnya berubah menjadi tulang lamela pada tahap *remodeling*.¹⁻³ Terdapat beberapa jenis kalus tulang primer, yang dikelompokkan berdasarkan pada letak atau fungsi, dan urutan pembentukannya yaitu *anchoring callus*, *bridging callus*, *sealing callus*, *bridging callus*, *uniting callus*.

Tahap *remodeling*, osteoklas dan osteoblas merupakan sel yang sangat berperan dalam *remodeling* tulang. Dalam *remodeling* akan terjadi resorpsi tulang oleh osteoklas, selain akan dilepaskan protein morfogenetik tulang yang bersifat mitogenetik, yang menginduksi diferensiasi sel-sel mesenkim menjadi osteoblas untuk pembentukan tulang sehingga kontur tulang kembali pulih.¹⁻³

Tanda-tanda klinis terjadinya penyembuhan fraktur adalah gejala hematoma menghilang, tidak ada rasa nyeri, fragmen tidak bergerak dan tidak ada krepitasi, pada daerah fraktur kalus dapat diraba sebagai masa bulat dan padat, secara fungsional organ telah dapat dipergunakan tetapi masih perlu dibatasi.⁴

Gambaran radiologis penyembuhan fraktur

Pemeriksaan radiologis penting untuk diagnosis dan membantu dalam evaluasi perawatan. Gambaran radiologis diambil sebelum perawatan, setelah reduksi dan fiksasi, serta minimal 1 kali setiap bulan selama perawatan, serta foto diambil minimal dari dua arah berbeda.⁵

Gambaran radiologis proses penyembuhan adalah secara klinis terjadi penyatuan fragmen fraktur dan secara histopatologis telah terbentuk penulangan namun secara radiologis belum tampak gambaran radio-opak yang jelas. Gambaran radio-opak nampak jika telah terbentuk kalus sekunder. Pada tulang yang telah sembuh sempurna radiolusensi garis fraktur hilang dan diganti gambaran radio-opak yang sulit dibedakan dengan radiopasitas pada jaringan tulang normal. Nampak adanya trabekulasi sepanjang garis fraktur atau tempat penyatuan.⁵

Komplikasi penyembuhan tulang

Delayed union adalah suatu istilah penyembuhan yang lebih lama pada fraktur dan harus menjadi pertimbangan sesuai jenis fraktur dan umur penderita. *Nonunion* adalah suatu kondisi gagalnya fraktur menunjukkan penyatuan yang lebih baik dan penyembuhan tidak terjadi selama tindakan imobilisasi. Hasil radiografis menunjukkan adanya tulang sklerotik tidak teratur, celah fraktur persisten, dan akhiran fraktur tidak teratur. Gerakan *gross* secara klinis dapat dilihat atau diuji di bawah *fluoroscopic stres*. Celah fraktur umumnya berisi fibrokartilago yang tidak termineralisasi, walaupun kadang terdapat *synovial pseudarthrosis*, atau terdapatnya hubungan palsu. Faktor predisposisi terhadap *nonunion* meliputi gerakan berlebih atau imobilisasi yang tidak baik pada fraktur, letak jaringan lunak, kerusakan luas jaringan lunak, terlepasnya periosteal, devaskularisasi tulang, dan infeksi. Tulang tertentu mempunyai suatu kecenderungan *nonunion*, mungkin bisa dihubungkan dengan orientasi kurang maksimal dari suplai lokal vaskularisasi tulang (seperti tulang tibia, tulang femur, atau tulang pergelangan tangan).⁵

Nonunion umumnya memerlukan intervensi pembedahan seperti *graft tulang autogenous* atau *vascularized fibular* tulang. Pertumbuhan tubuh menunjukkan mendukung penggunaan stimulus elektromagnetis, yang dapat mempengaruhi suatu proporsi *nonunion* terhadap penyembuhan tanpa pembedahan.⁵

Malunion atau gangguan pada penyembuhan tulang terjadi karena kegagalan transformasi hematoma menjadi matrik osteogenik sehingga yang terbentuk jaringan fibrous nonosteogenik. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh reduksi yang tidak adekuat akibat distraksi fragmen fraktur oleh traksi otot atau oleh interposisi jaringan lunak antara fragmen fraktur, fiksasi yang tidak adekuat akibat pergerakannya melebihi ambang batas fisiologis maka pembuluh darah

kapiler akan terputus dan metabolisme penyembuhan tulang akan terganggu karena hilangnya suplai nutrisi sehingga terjadi *delayed union*, infeksi yang menimbulkan osteomielitis baik yang mengakibatkan periosteum dan jaringan lunak yang berdekatan tidak berfungsi sehingga terjadi pembentukan lapisan fibrous yang menghalangi penyatuan tulang, penurunan vaskularisasi oleh karena trauma, usia, penyakit menimbulkan reduksi tekanan oksigen yang mengganggu aktivitas selular pada proses penyembuhan tulang, dan faktor sistemik akibat kekurangan vitamin C dan D yang mengakibatkan gangguan metabolisme kolagen dan proses mineralisasi tulang.⁶

Lama penyembuhan tulang

Proses penyembuhan tulang sampai terbentuknya tulang lamela membutuhkan waktu hingga 6 minggu. Selanjutnya pada proses *remodeling* sampai terjadi rekonstruksi lengkap korteks tulang membutuhkan waktu 6 bulan.^{6,7}

RINGKASAN

Luka pada jaringan keras berupa fraktur merupakan kasus yang banyak terjadi seiring berkembangnya zaman, baik trauma akibat kecelakaan ataupun kelalaian manusia adalah salah satu faktor penyebabnya. Oleh karenanya pengetahuan mengenai luka jaringan keras/fraktur, proses penyembuhan serta komplikasinya perlu dipahami oleh ahli bedah mulut untuk dapat memberikan pertolongan dan perawatan yang sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cross AR, Lewis DD. Fracture management bone healing and grafting. In: Fundamental of orthopedic surgery.
2. Dym H, Ogle OE. Atlas of minor oral surgery. Philadelphia: WB Saunders Co.; 2001. p. 209-10.
3. Feinberg SE, Larsen PE. Oral and maxillofacial trauma. Philadelphia: WB. Saunders Co.; 1991.
4. Nanci A, Whitson SW, Bianco P. Bone in ten cate's oral histology. 6th Ed St. Louis: Mosby.; 2003. p. 111-44.
5. Peterson LJ, Ellis E, Hupp JR, Tucker MR. Contemporary oral and maxillofacial surgery. 4th Ed. St. Louis: Mosby; 2003. p. 55-8.
6. Rosier RN. Orthopaedics. In: Principles of surgery. 7th Ed, vol.2. Singapore: McGraw-Hill Co.; 1999. p.1957.
7. Topazian RG, Goldberg MH, Hupp JR. Oral and maxillofacial infection. 4th Ed. Philadelphia. WB Saunders Co.; 2002. p. 353