

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Tulang**

Tulang adalah organ vital yang berfungsi untuk alat gerak pasif, proteksi alat-alat di dalam tubuh, pembentuk tubuh, metabolisme kalsium dan mineral, dan organ hemopoetik. Tulang juga merupakan jaringan ikat yang dinamis yang selalu diperbarui melalui proses remodeling yang terdiri dari proses resorpsi dan formasi (Setyohadi, 2009).

Komponen ekstraselular tulang terdiri dari fase mineral padat yang berhubungan erat dengan matriks organik, dimana 90-95% adalah kolagen tipe I. Bagian non-kolagen dari matriks organik beraneka ragam dan mengandung protein serum seperti albumin serta banyak protein yang diproduksi secara lokal yang fungsinya belum sepenuhnya dipahami. Protein tersebut termasuk sel pelengkap / protein signaling seperti trombospondin, osteopontin, dan fibronektin, protein pengikat kalsium seperti biglycan dan decorin. Beberapa protein mengatur kolagen fibril, yang lainnya mempengaruhi mineralisasi dan mengikat fase mineral pada matriks (Randolph, 2008).

Jaringan tulang memiliki tiga tipe sel yakni osteosit, osteoblas, dan osteoklas. Proses remodeling melibatkan osteoblas dan osteoklas melalui mekanisme signal parakrin dan endokrin. Osteoklas merupakan sel dengan beberapa inti sel dan berkembang dari *hematopoietic stem cells* serta memiliki

fungsi dalam meresorpsi tulang, sedangkan osteoblas memiliki fungsi sebagai penghasil matriks organik (yang terdiri atas protein kolagen dan nonkolagen) serta mengatur proses mineralisasi (kalsium-fosfat) pembentuk osteoid. Osteoblas berkembang dari osteoprogenitor yang terdapat di bagian dalam periosteum dan sumsum tulang (Orwoll, 2003).

Tulang dapat dibentuk dalam dua cara: melalui mineralisasi langsung pada matriks yang disekresi oleh osteoblas (*osifikasi intramembranosa*) atau melalui penimbunan matriks tulang pada matriks tulang rawan sebelumnya (*osifikasi endokondral*) (Junqueira *et al.*, 1998).

Osifikasi intramembranosa terjadi di dalam daerah-daerah pepadatan jaringan mesenkim. Dalam lapisan padat mesenkim, titik awal disebut pusat osifikasi primer. Proses ini dimulai bila kelompok sel-sel berdiferensiasi menjadi osteoblas. Matriks tulang yang baru terbentuk dan diikuti kalsifikasi, mengakibatkan terkurungnya beberapa osteoblas, dan kemudian menjadi osteosit (Junqueira *et al.*, 1998).

Osifikasi endokondral terbagi dalam 2 tahap. Tahap pertama mencakup hipertrofi dan destruksi kondrosit dari model tulang, berakibat terjadinya lakuna melebar yang dipisahkan oleh septa matriks tulang rawan yang mengapur. Pada tahap kedua, sebuah kuncup osteogenik terdiri atas sel-sel osteoprogenitor dan kapiler-kapiler darah menerobos ke dalam celah-celah yang ditinggalkan oleh kondrosit yang berdegenerasi. Sel osteoprogenitor menghasilkan osteoblas, yang menutupi septa tulang rawan yang mengapur,

## **2. Jaringan Ikat**

Jaringan ikat merupakan kelompok gabungan jaringan yang asalnya sama, dari mesenkim embrio. Secara umum jaringan ikat dibedakan menjadi jaringan ikat longgar dan jaringan ikat padat (Fawcett, 2002).

### **a. Jaringan Ikat Longgar**

Jaringan ikat longgar merupakan jaringan ikat yang tersebar luas, terdapat pada tempat-tempat yang relatif tidak memerlukan tahanan terhadap regangan. Ia menunjang parenkim epitelial dari organ-organ utama dan merupakan jaringan yang menampung pembuluh darahnya, menempati ruang sekitar dan di antara otot, serta terdapat di bawah mesotel pelapis pleura dan rongga peritoneum (Fawcett, 2002).

#### **1) Jaringan Retikuler**

Jaringan retikuler merupakan sebetulnya jaringan ikat longgar, dengan serat retikuler agiروفilik (kolagen tipe-III) mendominasi unsur seratnya, membentuk sebuah anyaman luas. Sel-selnya cenderung berbentuk stelata dengan cabang-cabang langsing, tersebar sepanjang benang-benang reticulum (Fawcett, 2002).

#### **2) Jaringan Ikat Mukosa**

Ciri yang mencolok dari jaringan ikat mukosa adalah amat banyaknya substansi dasar amorf yang banyak sekali mengandung asam hialuronat. Serat kolagen dan retikuler hanya merupakan

adalah fibroblas fusiform atau stelata dan sedikit sekali makrofag (Fawcett, 2002).

#### **b. Jaringan Ikat Padat**

Jaringan ikat padat berbeda dari jaringan ikat longgar terutama dalam banyaknya unsur serat dan relatif sedikit sel.

##### **1) Jaringan Ikat Padat Tak Teratur**

Serat kolagen merupakan bagian terbesar dari volume jaringan ini. Berkas seratnya relatif kasar dan teranyam berupa jaringan kompak dengan sedikit ruang yang ditempati sel dan substansi dasar (Fawcett, 2002).

##### **2) Jaringan Ikat Padat Teratur**

Jenis jaringan ikat ini terdapat berupa tali silindris kasar atau lembaran gepeng serat-serat kolagen kasar yang memberi jaringan ini warna putih mengkilat dalam keadaan segar. Serat-seratnya terorientasi dalam arah yang paling sesuai untuk menahan regangan mekanis yang dihadapinya (Fawcett, 2002).

Terdapat dua jenis serat yang menyusun jaringan ikat, yaitu: serat kolagen dan serat elastin.

#### **a. Serat Kolagen**

Serat kolagen terdapat di semua jenis jaringan ikat. Pada sediaan tidak dipulas, mereka berupa benang-benang tak berwarna berdiameter 0,5-10 mikrometer dengan panjang tak terbatas. Pada sediaan histologi serat ini

Mallory, dan hijau dengan pulasan trikrom Masson. Serat ini tak bercabang dan dalam jaringan ikat longgar tampak terorientasi secara acak (Fawcett, 2002).

**Tabel 1. Macam-macam serat kolagen**

Kolagen	Karakteristik
Tipe-I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paling terdapat di mana-mana, terdapat di dermis, tulang, tendo, fascia, dan dalam simpai organ-organ.</li> <li>• Serabut bergurat melintang berdiameter 50-90 nm, beragregasi membentuk serat dan berkas kolagen dengan berbagai ukuran.</li> <li>• Seratnya fleksibel namun tahan terhadap regangan.</li> </ul>
Tipe-II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat pada tulang rawan hialin dan elastis, dalam nukleus pulposus dari diskus intervertebralis, dan dalam korpus viterus mata.</li> <li>• Berupa serabut sangat halus terbenam dalam banyak substansi dasar.</li> </ul>
Tipe-III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat di jaringan ikat longgar, dinding pembuluh darah, stroma berbagai kelenjar, dan di limpa, ginjal, dan uterus.</li> <li>• Membentuk serat argirofilik yang secara tradisional membentuk serat retikuler.</li> </ul>
Tipe-IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan bentuk khusus yang terbatas pada lamina basal epitel.</li> </ul>
Tipe-V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersebar luas namun hanya dalam jumlah kecil.</li> <li>• Berhubungan dengan lamina eksterna otot polos dan rangka serta lamina basal epitel namun bukan bagian integral struktur tersebut.</li> <li>• Berhubungan dengan kolagen interstisial yaitu terlibat dalam ikatan di dalam dan antar serat</li> </ul>
Tipe-VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan molekul rantai pendek terdiri atas segmen tripel heliks dengan panjang 100 nm dengan domain globular pada kedua ujungnya.</li> </ul>
Tipe-VII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berhubungan dengan lamina basal banyak epitel, namun paling banyak pada batas dermis-epidermis kulit.</li> <li>• Molekulnya merupakan yang terbesar, mencapai panjang 800 nm.</li> </ul>
Tipe-VIII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditemukan sebagai produk sekresi sel endotel in vitro dan kadang-kadang disebut <i>kolagen endothelial</i>.</li> <li>• Merupakan komponen utama dari membrane Decement, yaitu lamina basal atipis dari epitel kornea.</li> </ul>
Tipe-IX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terutama terdapat dalam tulang rawan.</li> <li>• Kolagen inididuga mempertahankan susunan tiga-dimensi dari serat kolagen tipe-II dalam tulang rawan.</li> </ul>
Tipe-X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat dalam tulang rawan dan ditemukan dalam matriks tepat mengelilingi kondrosit hipertrofik yang terlibat dalam pembentukan tulang endokondral.</li> <li>• Diduga bahwa kolagen ini mungkin berperan mengawali kalsifikasi dari matriks</li> </ul>
Tipe-XI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berhubungan dengan kolagen tipe-II dalam tulang rawan.</li> <li>• Fungsinya belum diketahui.</li> </ul>
Tipe-XII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belum lama ditemukan dalam skrining dari cDNA, rakitan dari mRNA, dari fibroblas tendo.</li> <li>• Ada sedikit persamaan sifat dengan kolagen tipe IX.</li> </ul>

### **b. Serat Elastin**

Serat-serat elastin sangat langsing dengan diameternya yang kecil merata dan kecenderungannya bercabang dan bergabung membentuk anyaman longgar. Pola bercabang dari serat elastin halus adalah biasa dalam jaringan ikat longgar namun dalam jaringan lain elastin mungkin berbentuk lembaran bertingkap atau serat kasar berjajar (Fawcett, 2002).

Jaringan ikat berfungsi sebagai penunjang mekanis, pertukaran metabolit antara darah dan jaringan, penimbunan cadangan energi dalam sel lemak, perlindungan terhadap infeksi, dan pemulihan setelah cedera (Fawcett, 2002).

### **3. Jaringan Kartilago**

Jaringan kartilago atau tulang rawan adalah bentuk dari jaringan ikat khusus terdiri atas sel-sel, disebut kondrosit, tersebar berjauhan dalam matriks ekstrasel mirip jel padat. Jaringan ini tidak diterobos saraf atau pembuluh darah. Sel-selnya terisolasi dalam rongga kecil atau lakuna, mendapat makanan secara difusi melalui fase air dari matriks dari kapiler dalam jaringan sekitar tulang rawan. Tulang rawan dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu : hialin, elastis, dan fibrokartilago (Fawcett, 2002).

#### **a. Kartilago Hialin**

Pada orang dewasa, kartilago hialin ditemukan di cincin trakea,

menghubungkannya pada sternum. Ia merupakan jaringan semi-translusen dengan warna kelabu-kebiruan (Fawcett, 2002).

#### **b. Kartilago Elastis**

Kartilago elastis ditemukan pada telinga luar, dinding liang telinga dan liang eustachii, epiglotis, dan tulang rawan kornikulata dan kuneiform dari laring. Ia berbeda dari tulang rawan hialin karena lebih keruh, warna kuning, dan lebih fleksibel (Fawcett, 2002).

#### **c. Fibrokartilago**

Fibrokartilago sangat mirip dengan jaringan ikat padat teratur dan keduanya sering menyatu tanpa batas tegas diantaranya. Kartilago ini ditemukan pada tempat insersi ligamen dan tendo pada tulang. Sebagai gantinya fibroblas fusiform, kondrosit dikelilingi sedikit matriks, tulang rawan tersusun berbaris di antara berkas paralel serat kolagen tipe-I. Sebagian besar fibrokartilago ditemukan dalam diskus intervertebralis yang merupakan seperlima panjang tulang belakang sebagai *anulus fibrosus* (Fawcett, 2002).

### **4. Fraktur Tulang**

#### **a. Definisi**

Patah tulang atau fraktur adalah terputusnya kontinuitas jaringan tulang dan/atau tulang rawan yang umumnya disebabkan oleh rudapaksa (Sjamsuhidajat, 2005).

Fraktur dikenal dengan istilah patah tulang, biasanya disebabkan oleh trauma atau tenaga fisik. Kekuatan, sudut, tenaga, keadaan tulang, dan

disebut lengkap atau tidak lengkap. Fraktur lengkap terjadi apabila seluruh tulang patah, sedangkan fraktur tidak lengkap tidak melibatkan seluruh ketebalan tulang (Sylvia A. Price, 2005).

#### **b. Etiologi**

Patah tulang terjadi karena adanya tekanan yang melebihi kemampuan tulang menahan tekanan. Tekanan pada tulang dapat berupa berputar yang menyebabkan fraktur bersifat spiral atau oblik, tekanan membengkok yang menyebabkan fraktur transversal, tekanan sepanjang aksis tulang yang menyebabkan fraktur impaksi, dislokasi atau fraktur dislokasi, kompresi vertikal dapat menyebabkan fraktur kominutif atau memecah, misalnya pada badan vertebra, talus, atau fraktur buckle pada anak-anak (Muttaqin, 2008).

Fraktur disebabkan oleh pukulan langsung, gaya meremuk, gerakan puntir mendadak, dan bahkan kontraksi otot ekstrem (Smeltzer, 2002). Umumnya fraktur disebabkan oleh trauma di mana terdapat tekanan yang berlebihan pada tulang. Fraktur cenderung terjadi pada laki-laki, biasanya fraktur terjadi pada umur di bawah 45 tahun dan sering berhubungan dengan olahraga, pekerjaan, atau luka yang disebabkan oleh kecelakaan kendaraan bermotor.

#### **c. Manifestasi Klinis**

Manifestasi klinis fraktur adalah nyeri, hilangnya fungsi, deformitas, pemendekan ekstremitas, krepitusi, pembekakan lokal, dan perubahan warna (Smeltzer, 2002). Gejala umum fraktur menurut Reeves (2001) adalah rasa sakit, pembengkakan, dan kelainan bentuk





Tanda ini bisa baru terjadi setelah beberapa jam atau hari setelah cedera.

#### **d. Penatalaksanaan Patah Tulang**

Untuk patah tulang prinsipnya adalah mengembalikan patahan ke posisi semula (reposisi) dan mempertahankan posisi itu selama masa penyembuhan patah tulang (imobilisasi).

Penatalaksanaan pada patah tulang :

- 1) Penanganan patah tulang dengan dislokasi fragmen patahan yang minimal atau dengan dislokasi yang tidak akan menimbulkan cacat di kemudian hari cukup dengan proteksi tanpa reposisi dan imobilisasi.
- 2) Imobilisasi dengan fiksasi atau imobilisasi luar tanpa reposisi, tetapi tetap memerlukan imobilisasi agar tidak terjadi dislokasi fragmen. Contoh cara ini adalah pengelolaan patah tulang tungkai bawah tanpa dislokasi yang penting.
- 3) Berupa reposisi dengan manipulasi diikuti dengan imobilisasi. Ini dilakukan pada patah tulang dengan dislokasi fragmen yang berarti seperti pada patah tulang radius distal.
- 4) Berupa reposisi dengan traksi yang terus menerus selama masa tertentu, dan kemudian diikuti dengan imobilisasi. Ini dilakukan pada patah tulang yang bila direposisi secara manipulasi akan

- 5) Berupa reposisi diikuti imobilisasi dengan fiksasi luar. Untuk fiksasi fragmen patahan tulang, digunakan pin baja yang ditusukkan pada fragmen tulang, kemudian pin baja tadi disatukan secara kokoh dengan batangan logam di luar kulit.
- 6) Berupa reposisi secara non-operatif diikuti dengan pemasangan fiksasi dalam patah tulang secara operatif. Misalnya reposisi patah tulang kolum femur.
- 7) Berupa reposisi secara operatif diikuti dengan fiksasi patahan tulang dengan pemasangan fiksasi interna. Dilakukan misalnya pada patah tulang femur, tibia, humerus, lengan bawah. Fiksasi interna yang dipakai bisa berupa pen di dalam sumsum tulang panjang, bisa juga berupa sekrup di permukaan tulang.
- 8) Berupa eksisi fragmen patahan tulang dan menggantinya dengan prostesis yang dilakukan pada patahan tulang kolum femur.

Gangguan penyembuhan dapat disebabkan oleh imobilisasi yang tidak cukup, infeksi, interposisi, dan gangguan perdarahan setempat. Gerakan pada ujung pecahan patah tulang menghalangi proses pertautan (Sjamsuhidajat, 2005).

#### **e. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesembuhan Patah Tulang**

- 1) Faktor yang mempercepat penyembuhan patah tulang :
  - a) Imobilisasi fragmen tulang
  - b) Kontak fragmen tulang maksimal

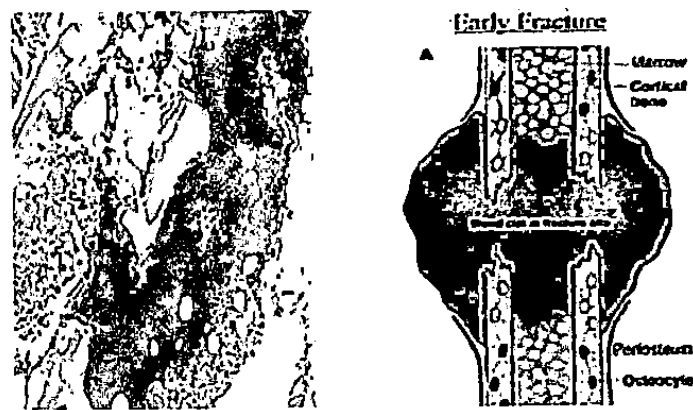
- d) Nutrisi yang baik
  - e) Latihan-pembebanan berat badan untuk tulang panjang
  - f) Hormon-hormon pertumbuhan, tiroid, kalsitonin, vitamin D, steroid anabolik
  - g) Potensial listrik pada patahan tulang
- 2) Faktor yang menghambat penyembuhan patah tulang :
- a) Trauma lokal ekstensif
  - b) Kehilangan tulang
  - c) Imobilisasi tak memadai
  - d) Rongga atau jaringan di antara fragmen tulang
  - e) Infeksi
  - f) Keganasan lokal
  - g) Penyakit tulang metabolik
  - h) Radiasi tulang
  - i) Usia (lansia sembuh lebih lama)
  - j) Kortikosteroid (menghambat kecepatan perbaikan)
- (Smeltzer, 2002)

#### **f. Proses Penyembuhan Tulang**

Kebanyakan patah tulang sembuh melalui osifikasi endokondral. Ketika tulang mengalami cedera, fragmen tulang tidak hanya ditambal dengan jaringan parut. Namun tulang mengalami regenerasi sendiri. Ada

inflamasi, (2) proliferasi sel, (3) pembentukan kalus, (4) penulangan kalus, dan (5) remodeling menjadi tulang dewasa (Smeltzer, 2002).

Tahap inflamasi. Dengan adanya patah tulang, tubuh mengalami respon yang sama dengan bila ada cedera di lain tempat dalam tubuh. Terjadi perdarahan dalam jaringan yang cedera dan terjadi pembentukan hematoma pada tempat patah tulang. Ujung fragmen tulang mengalami devitalisasi karena terputusnya pasokan darah. Tempat cedera kemudian akan diinvasi oleh makrofag (sel darah putih besar), yang akan membersihkan daerah tersebut.

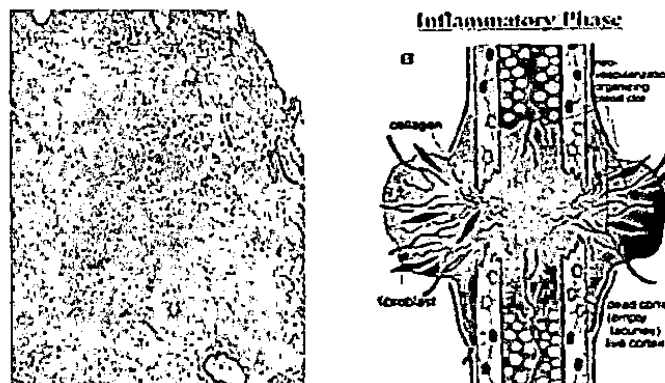


(Gibson, 2004)

**Gambar 1.** Tahap Awal Fraktur

Tahap proliferasi. Dalam sekitar 5 hari, hematoma akan mengalami organisasi. Terbentuk benang-benang fibrin dalam jendalan darah; membentuk jaringan untuk revaskularisasi, dan invasi fibroblast dan osteoblast. Fibroblast dan osteoblast akan menghasilkan kolagen dan proteoglikan sebagai matriks kolagen pada patahan tulang. Terbentuk

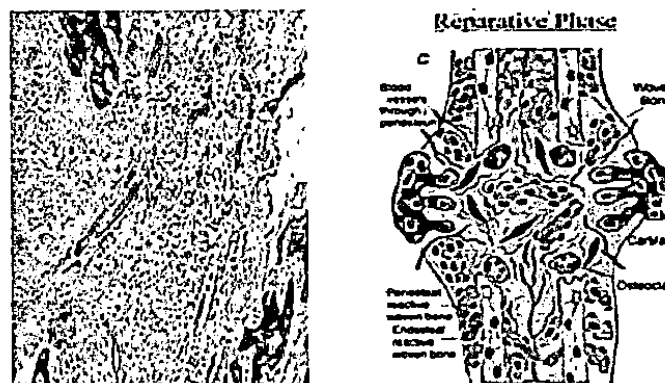
... (osteoid) Dari periosteum, tampak



(Gibson, 2004)

**Gambar 2.**Tahap Inflamasi

Tahap pembentukan kalus. Pertumbuhan jaringan berlanjut dan lingkaran tulang rawan tumbuh mencapai sisi lain sampai celah sudah terhubung. Fragmen patahan tulang dihubungkan dengan jaringan fibrus, tulang rawan dan serat tulang imatur. Bentuk kalus dan volume yang dibutuhkan untuk menghubungkan defek secara langsung berhubungan dengan jumlah kerusakan dan pergeseran tulang. Perlu waktu 3 sampai 4 minggu agar fragmen tulang tergabung dalam tulang rawan atau jaringan fibrus. Secara klinis, fragmen tulang tak bisa lagi digerakkan.



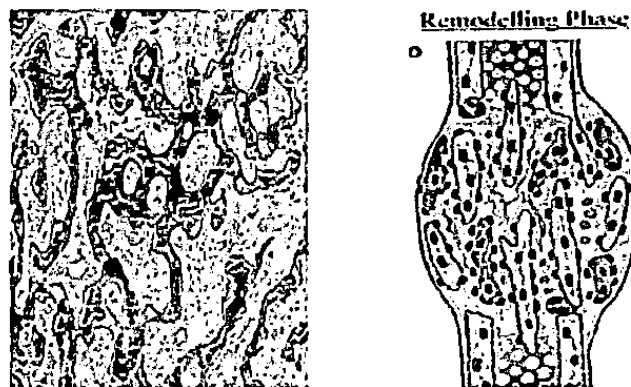
(Gibson, 2004)

**Gambar 3.**Tahap Pembentukan Kalus

Tahap osifikasi. Pembentukan kalus mulai mengalami penulangan

endokondral. Mineral terus menerus ditimbun sampai tulang benar-benar bersatu dengan keras.

Tahap remodeling. Tahap akhir perbaikan patah tulang meliputi pengambilan jaringan mati dan reorganisasi tulang baru ke susunan struktural sebelumnya. Remodeling membutuhkan waktu berbulan-bulan sampai bertahun-tahun tergantung beratnya modifikasi tulang yang dibutuhkan, fungsi tulang, dan pada kasus yang melibatkan tulang kompak dan kelenus-stres fungsional pada tulang.



(Gibson, 2004)

**Gambar 4. Tahap Remodeling**

## 5. Kalsium

Kalsium berperan sangat penting sejak awal mineralisasi. Di dalam sirkulasi, kalsium dapat dibagi dalam 3 komponen, yaitu: kalsium ion, kalsium yang terikat albumin, dan kalsium dalam bentuk garam kompleks. Dari ketiga bentuk ini, hanya kalsium ion yang berfungsi untuk sel hidup, yaitu untuk formasi tulang, metabolisme, konduksi saraf, kontraksi otot, kontrol hemostatik, dan integritas kulit (Setiyohadi, 2009).

Pada bayi kalsium hanya sedikit (25-30 g), namun setelah usia 20 tahun

tubuhnya (Winarno, 2004). Pada orang dewasa, lebih dari 99% dari 1-2 kg kalsium terdapat di tulang. Kalsium ini memberikan stabilitas mekanik dan berfungsi sebagai cadangan yang dibutuhkan untuk mempertahankan konsentrasi kalsium cairan ekstraselular (CES) (Randolph, 2008).

Kekurangan kalsium dan fosfor berlebihan dalam makanan berakibat penipisan tulang-belulang dan peningkatan resiko patah tulang (Fawcett, 2002).

Kelebihan kalsium dapat menyebabkan batu ginjal atau gangguan ginjal. Selain itu, dapat juga menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi bila menggunakan suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain. Oleh karena itu, sebaiknya konsumsi kalsium tidak melebihi 2500 mg perhari (Almatsier, 2001).

## **6. Cangkang Telur**

Cangkang telur adalah salah satu sumber kalsium yang paling kaya. Cangkang telur merupakan 11% dari berat total telur yang disusun oleh 94 % kalsium karbonat, dan sisanya adalah 1 % kalsium fosfat, 4% bahan organik, dan 1% kalsium klorat (Dagmota et al., 2004).



**Tabel 2.** Bahan-bahan yang terkandung dalam cangkang telur

Kandungan	Jumlah (%)	Kandungan	Jumlah (%)
Bahan Kering	98.77	Kalium (K)	0.047
Abu	57.06	Beta-N	26.46
Protein Kasar	5.60	Aspartat	0.44
Serat Kasar	8.47	Threonin	0.21
Lemak	1.18	Histidin	0.15
Kalium (Ca)	19.20	Arginin	0.34
Phosphor (P)	0.39	Lysin	0.14
Tembaga (Cu)	Td	Leusin	0.25
Crom (Cr)	Td	Valin	0.29
Timbal (Pb)	Td	Tyrosin	0.11
Magnesium (Mg)	2.501	Alanin	0.20
Zinc (Zn)	0.001	Glisin	0.31
Natrium (Na)	0.084	Serin	0.26
Besi (Fe)	0.037	Glutamat	0.61

Sumber : Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak IPB (2008)

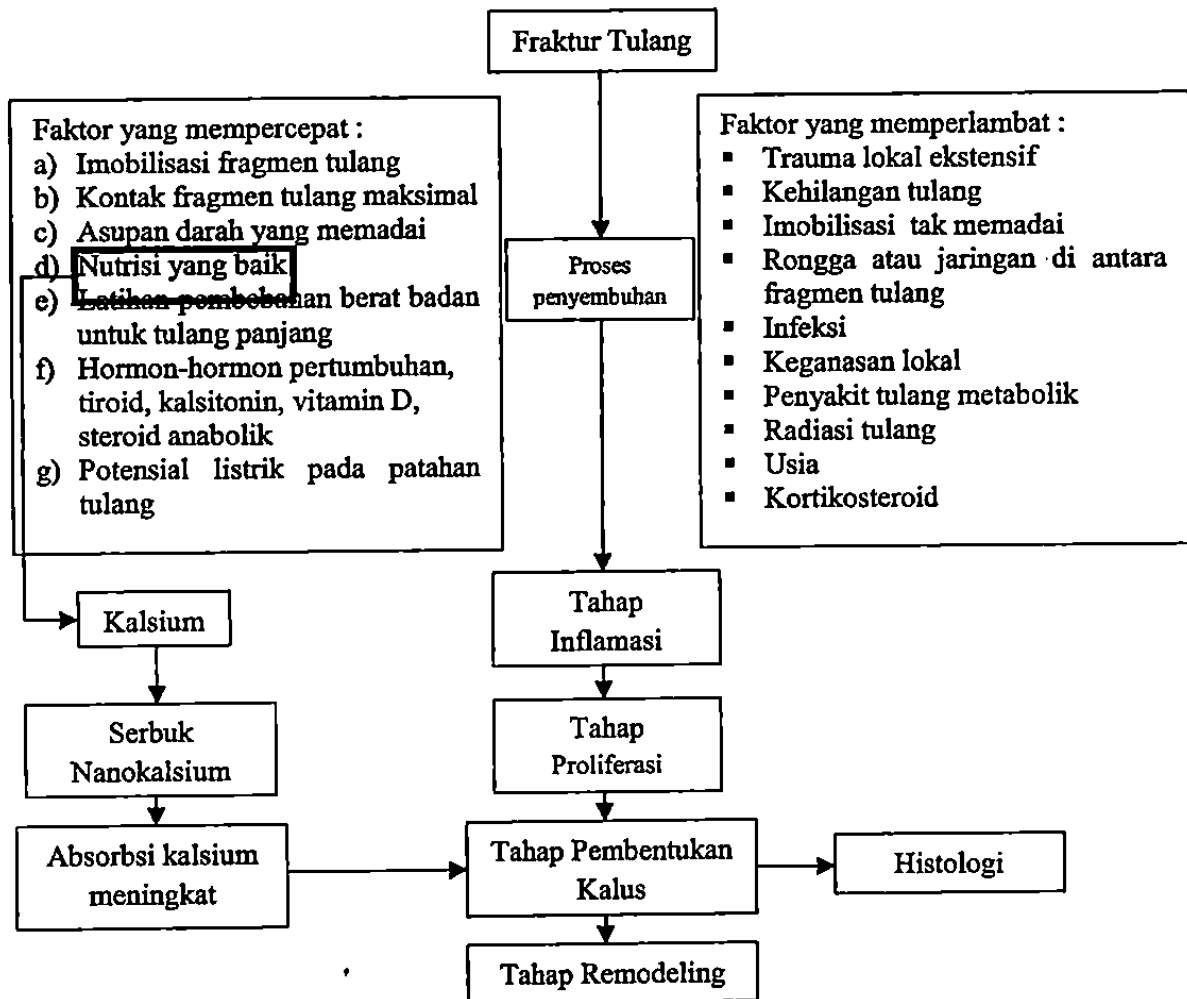
## 7. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah suatu desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer (Park, 2007). Nanoteknologi didasarkan pada partikel yang ukurannya kurang dari 100 nanometer untuk membangun sifat dan perilaku baru dari struktur nano tersebut (Poole dan Owens, 2003). Struktur ini dapat digunakan dalam bidang kedokteran dan bioteknologi, energi dan lingkungan, dan telekomunikasi (Einsiedel, 2005).

Nanokalsium merupakan mineral prodigestif yang sangat efisien dalam memasuki sel tubuh karena ukurannya yang super kecil (nanometer), sehingga dapat diabsorpsi dengan cepat dan sempurna (Suptijah, 2009). Pada tikus

feses dan urin dibanding tikus yang diberi pakan mikrokalsium (Gao *et al.*, 2007).

## B. Kerangka Konsep



## C. Hipotesis

Pemberian nanokalsium dapat mempengaruhi kualitas penyembuhan patah tulang lebih baik dibandingkan dengan yang tidak mendapatkan nanokalsium