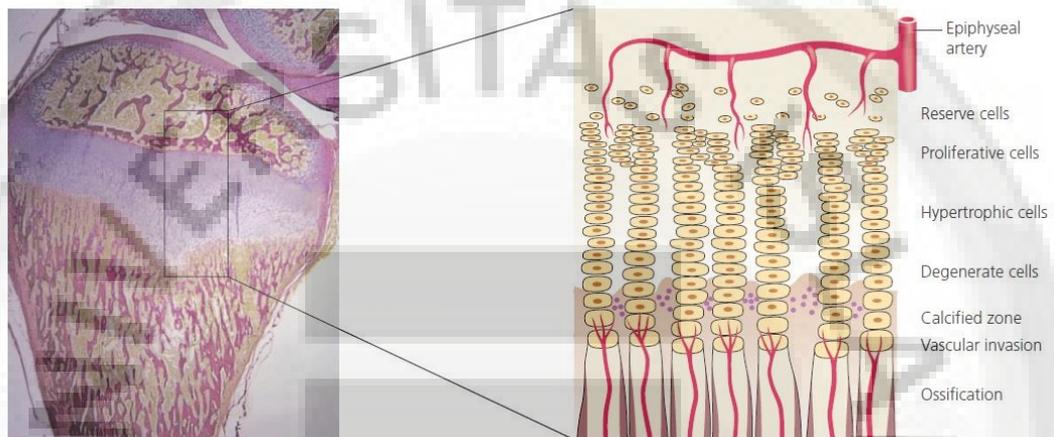


BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tulang



Gambar 2.1 Osifikasi endokordal

Dikutip dari : Apley's.HoderEducation.2010²

Tulang dibentuk melalui 2 proses, melalui *endochondral ossification* dan *intramembranosa ossification*.

Endochondral Ossification, proses ini biasanya terjadi pada pembentukantulang panjang. Saat lahir, tulang rawan sudah sempurna dan osifikasi telah siap untuk dimulai di bagian *center of diaphysis*. Saat akhir osifikasi keduadimulai, pertumbuhan dari panjang tulang akan mengisi tempat di *cartilaginous zone* yang berada diantara *ossifying diaphysis* dan *epiphysis* sampai usia dewasa muda. Pertumbuhan lempeng kartilago ini disebut *physis*, yang terletak diantara *epihpysis* dan *diaphysis*. *Physis* terdiri dari 4 zona berbeda. Zona terluas di *epiphysis* adalah *zone of resting chondrocytes* yang tersusun secara teratur. Zona

tersebut nantinya akan bersatu dengan *proliferative zone* yang terdiri dari selapis *chondrocytes*, nantinya sel ini secara progressive akan menambah panjang tulang . sel- sel lama pada zona ini akan membesar dan akan mendasari pembentukan *hypertrophic zone*. Area yang berada diantara *cartilage* dan *bone* akan melakukan proses kalsifikasi (proses ini berhubungan dengan produksi alka lin fosfat yang dihasilkan oleh sel hipertrofi) kemudian akan membentuk *zone of calcified cartilage* yang mendasari proses resorpsi dari *osteoclas* dan pembentukan pembuluh darah baru yang berasal dari *metaphysic*, *metaphysic* merupakan suatu area baru dari tangkai tulang yang dibentuk oleh *lamellar bone*.²

Intramembranous ossification, seiring dengan semakin bertumbuhnya panjang tulang, tulang juga akan semakin meningkatkan ukuran diameter. Tulang baru merupakan tambahan yang berasal dari sisi luar melalui proses osifikasi langsung di lapisan bagian dalam *periosteum* yang terdapat banyak sel mesenkim yang selanjutnya akan berubah menjadi osteoblas. Pembentukan jaringan tulang baru akan terjadi jika terdapat suatu keadaan seperti trauma, infeksi, atau pertumbuhan tumor.²

2.1.2 Osteoporosis

2.1.2.1 Definisi dan Epidemiologi Osteoporosis

Menurut *International Osteoporosis Foundation (IOF)* pada tahun 2012, osteoporosis adalah kelainan sistemik pada tulang yang di karakteristik dengan hilangnya jaringan tulang, berkurangnya arsitektur tulang, dan meningkatnya kerapuhan tulang yang mengawali terjadinya suatu risiko patahtulang. Berdasarkan

Apley's System of Orthopaedics and Fractures, osteoporosis merupakan suatu penyakit kelainan metabolisme/sistemik tubuh yang menurunkan mineral (*Body Mineral Density*), struktur, kekuatan, dan fungsi tulang.^{1,2}

Penyakit osteoporosis ini merupakan penyebab patah tulang paling sering pada pasien wanita yang telah melewati fase *menopause* dengan rata-rata usia lebih dari 55 tahun. Kejadian osteoporosis cenderung meningkat sesuai umur. Menurut WHO dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sekitar 69% wanita di dunia berisiko terkena osteoporosis. Pada tahun 2005 Departemen Kesehatan Republik Indonesia (DEPKES RI), mencatat prevalensi osteoporosis sebesar 10,3%. Ini berarti 2 dari 5 penduduk Indonesia memiliki risiko untuk terkena osteoporosis. Depkes RI juga mencatat bahwa prevalensi osteoporosis wanita dengan usia lebih dari 55 tahun memiliki kecenderungan dua kali lebih besar di bandingkan pria.^{1,3-5}

2.1.2.2 Etiologi osteoporosis

Beberapa etiologi yang mendasari adalah:^{2,3}

1. Kekurangan konsumsi vitamin D
2. Kekurangan konsumsi kalsium
3. Penurunan kadar hormon estrogen
4. Usia tua (>55 tahun)

2.1.2.3 Klasifikasi

Terdapat beberapa klasifikasi yang sering digunakan pada penyakit osteoporosis, dibagi berdasarkan etiologi yang mendasari terjadinya osteoporosis.

Osteoporosis primer, osteoporosis primer merupakan osteoporosis yang bukan disebabkan oleh suatu penyakit (proses alamiah). Osteoporosis primer berhubungan dengan berkurangnya masa tulang dan berkurangnya hormon, disamping bertambahnya usia. Osteoporosis primer sendiri terbagi menjadi 2, yaitu : Osteoporosis primer tipe 1, sering disebut osteoporosis pasca menopause. Biasanya mengenai wanita dengan usia 50- 60 tahun, dan komplikasi terseringnya adalah fraktur pada tulang belakang, tulang iga dan tulang radius.²⁻⁴

Osteoporosis primer tipe 2, sering disebut juga osteoporosis senile. Osteoporosis primer tipe 2 ini sering terjadi pada pasien usia lanjut > 70 tahun. Pada osteoporosis primer tipe 2 ini baik pria maupun wanita mempunyai kemungkinan terkena, komplikasi yang tersering pada osteoporosis primer tipe 2 ini adalah fraktur pada tulang paha. Pada sebagian pasien, gejala lain juga sering ditemukan seperti kifosis dorsalis dan nyeri tulang yang berkepanjangan.²⁻⁴

Osteoporosis sekunder, osteoporosis sekunder merupakan osteoporosis yang disebabkan oleh berbagai penyakit tulang lain ataupun penyebab lain. Penyakit yang sering menyebabkan osteoporosis sekunder ini antara lain *chronic rheumatoid, arthritis, TB tulang, osteomalasia*. Adapun penyebab lain yang dapat menyebabkan osteoporosis sekunder antara lain penggunaan obat steroid dalam jangka waktu yang lama, tidak menggerakkan tubuh dalam jangka lama (*immobilitas*), dan juga hipertiroid.²⁻⁴

2.1.2.4. Tanda dan Gejala Osteoporosis

2.1.2.4.1. Tanda dan Gejala

Tanda dan gejala yang terlihat pada penyakit osteoporosis :^{2,3}

- Terjadinya patah tulang secara tiba – tiba
- Timbul rasa nyeri hebat pada tulang
- Tubuh makin pendek dan bongkok (kifosis dorsalis)

2.1.2.5. Patogenesis

Mekanisme yang mendasari dalam semua kasus osteoporosis adalah ketidakseimbangan antara resorpsi tulang dan pembentukan tulang. Dalam tulang normal, terdapat matrik konstan remodeling tulang; hingga 10% dari seluruh massa tulang mungkin mengalami remodeling pada saat titik waktu tertentu. Tulang diresorpsi oleh sel osteoklas (yang diturunkan dari sumsum tulang), setelah tulang baru disetorkan oleh sel osteoblast.

2.1.2.6 Patofisiologi

Kepadatan tulang berkurang secara perlahan (terutama pada penderita osteoporosis senilis), sehingga pada awalnya osteoporosis tidak menimbulkan gejala. Beberapa penderita tidak memiliki gejala. Jika kepadatan tulang sangat berkurang sehingga tulang menjadi kolaps atau hancur, maka akan timbul nyeri tulang dan kelainan bentuk.

Kolaps [tulang belakang](#) menyebabkan nyeri punggung menahun. Tulang belakang yang rapuh bisa mengalami kolaps secara spontan atau karena [cedera](#) ringan. Biasanya [nyeri](#) timbul secara tiba-tiba dan dirasakan di daerah tertentu dari

punggung, yang akan bertambah nyeri jika penderita berdiri atau berjalan. Jika disentuh, daerah tersebut akan terasa sakit, tetapi biasanya rasa sakit ini akan menghilang secara bertahap setelah beberapa [minggu](#) atau beberapa [bulan](#). Jika beberapa tulang belakang hancur, maka akan terbentuk kelengkungan yang [abnormal](#) dari tulang belakang (punuk Dowager), yang menyebabkan ketegangan [otot](#) dan sakit.

Tulang lainnya bisa patah, yang seringkali disebabkan oleh tekanan yang ringan atau karena jatuh. Salah satu patah tulang yang paling serius adalah patah [tulang panggul](#). Yang juga sering terjadi adalah patah tulang lengan (radius) di daerah persambungannya dengan pergelangan tangan, yang disebut [fraktur](#) Colles. Selain itu, pada penderita osteoporosis, patah tulang cenderung menyembuh secara perlahan.

2.1.2.7. Faktor Risiko

Faktor risiko yang dapat mempengaruhi terjadinya osteoporosis di bagi menjadi 2 yaitu:²⁻¹¹

Faktor risiko yang tidak dapat di modifikasi:

1. Usia merupakan salah satu faktor risiko osteoporosis yang tak dapat di ubah, hal ini berpengaruh dalam terjadinya osteoporosis karena semakin bertambahnya usia seseorang akan semakin rendah juga daya serap kalsium.
2. Gender / jenis kelamin dalam penelitian terdahulu diperkirakan jenis kelamin sangat berpengaruh terhadap kejadian suatu osteoporosis. Dalam hal ini di perkirakan wanita dalam masa hidupnya akan

kehilangan masa tulang sekitar 30% - 50%, sedangkan pria hanya sekitar 20% - 30%. Hal ini karena seorang wanita akan mengalami suatu fase menopause yang secara alaminya akan berpengaruh terhadap proses pembentukan masa tulang.

3. Genetik, Diperkirakan sekitar 80% kepadatan tulang seseorang diwariskan secara genetik, hal ini menjelaskan bahwa osteoporosis dipengaruhi juga oleh faktor genetik.
4. Gangguan hormonal, pada faktor risiko ini cenderung dialami oleh wanita, karena wanita saat telah mengalami fase menopause akan kehilangan sebagian hormon estrogennya. Hormon estrogen sendiri berpengaruh dalam proses pembentukan masa tulang, selain kalsium dan vitamin D.

Faktor risiko yang dapat di modifikasi :²⁻¹¹

1. Imobilitas, imobilitas dalam waktu lama memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terkena osteoporosis dibandingkan fase menopause. Imobilitas akan berakibat pada pengecilan tulang dan pengeluaran kalsium dalam tubuh yang berlebih. Imobilitas umumnya dialami oleh orang sedang berada dalam proses penyembuhan yang perlu mengistirahatkan tubuhnya untuk waktu yang lama.
2. Postur tubuh di bawah ideal, postur tubuh yang kurus cenderung mengalami osteoporosis dibandingkan dengan postur ideal, karena dengan postur yang kurus sangat mempengaruhi tingkat pencapaian masa tulang.

3. Konsumsi alkohol dan kafein, minuman yang mengandung alkohol dan kafein berpotensi mengurangi penyerapan kalsium ke dalam tubuh.
4. Asupan gizi / nutrisi, pola makan yang tidak seimbang yang tidak memperhatikan keseimbangan gizi seperti kalsium, vitamin B, C, K merupakan salah satu faktor risiko osteoporosis.
5. Kurang terkena sinar matahari, sinar matahari mempunyai peran untuk memicu kulit membentuk vitamin D, vitamin D sendiri merupakan suatu nutrisi penting dalam proses pembentukan masa tulang. oleh karena itu, jika seseorang jarang terkena matahari akan mempunyai faktor risiko untuk osteoporosis.
6. Kurang aktivitas / kurang bergerak, kurangnya aktivitas ataupun olahraga akan menghambat dalam proses pembentukan masa tulang dan menurunkan kekuatan tulang.
7. Penggunaan obat steroid dalam jangka waktu lama, dalam hal ini seseorang dengan faktor risiko konsumsi steroid dalam jangka waktu lama akan membuat ketidakseimbangan dalam proses metabolisme tubuh. Sehingga hal ini pun akan mempengaruhi proses pembentukan masa tulang.
8. Lingkungan, lingkungan yang berisiko osteoporosis, adalah lingkungan yang mungkin seseorang tidak mendapatkan sinar matahari dalam jangka waktu yang lama seperti apartemen, rumah susun, dan kawasan padat hunian.

2.1.2.8 Diagnosis

Berdasarkan pemaparan dalam beberapa sumber, diagnosis untuk osteoporosis bisa ditegakkan dan ditentukan dengan cara seperti berikut :^{2,3}

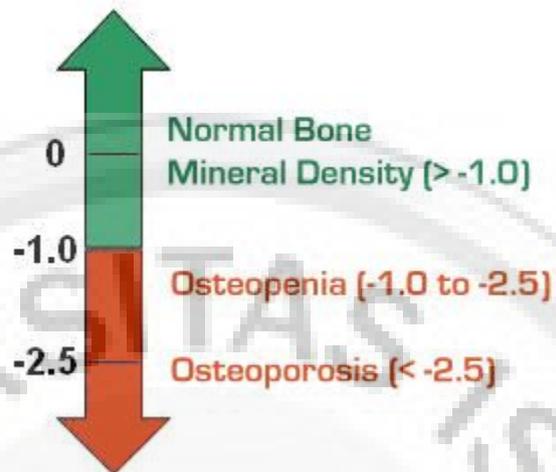
1. Pemeriksaan laboratorium, dalam hal ini, pemeriksaan laboratorium yang menjadi alat diagnostik untuk osteoporosis antara lain pemeriksaan serum kalsium.
2. Pemeriksaan radiologi, umumnya dalam pemeriksaan radiologi pada pasien osteoporosis akan didapatkan beberapa kelainan dalam gambaran radiologi pasien, seperti adanya penekanan pada tulang belakang atau pun akan didapatkan gambaran tulang berupa kifosis
3. Pemeriksaan densitometry



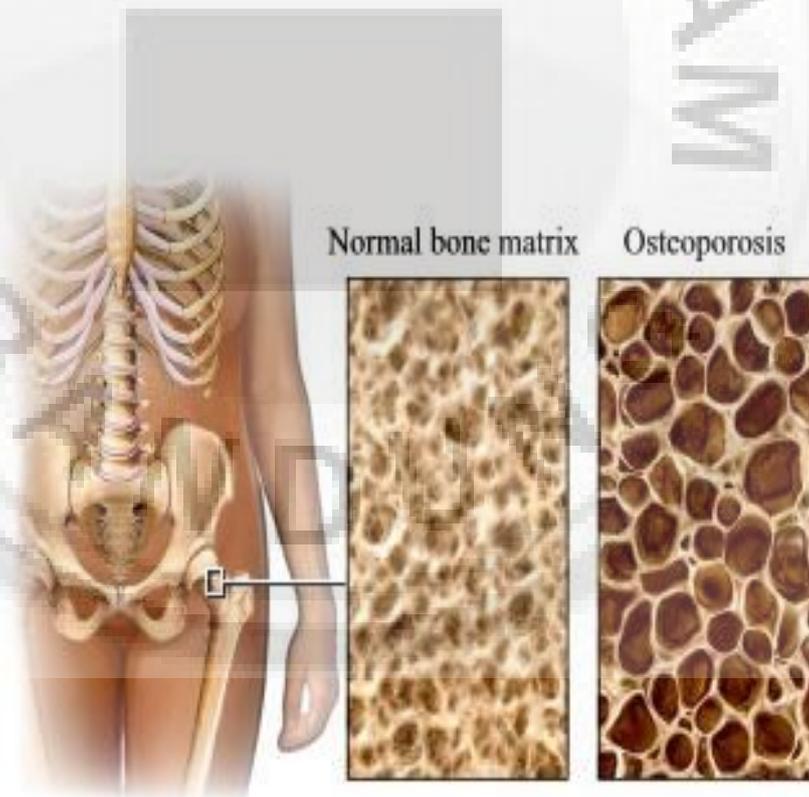
Gambar 2.2 Pemeriksaan *Densitometry*
Dikutip dari : Radiology.Elsevier.2007¹⁶

pemeriksaan ini merupakan alat diagnostik paling baik dan *gold standart* untuk menentukan suatu penyakit osteoporosis, adapun pada pemeriksaan ini bertujuan untuk melihat kepadatan tulang dari pasien dengan osteoporosis. Pasien dengan osteoporosis akan menunjukkan nilai $<-2,5$ SD pada pemeriksaan densitometry.

Interpretasi :



Gambar 2.3 Interpretasi *Densitometry*
Dikutip dari : Radiology.Elsevier.2007¹⁶



Gambar 2.4 Tulang dengan Osteoporosis
Dikutip dari : Apley's. HoderEducation.2010²

2.1.2.9 Penelitian Tentang Osteoporosis Primer

Terdapat beberapa penelitian tentang osteoporosis sebelumnya, penelitian tersebut dilakukan oleh beberapa instansi kesehatan seperti WHO, IOF, dan DEPKES RI. Pada tahun 2003 *World Health Organization* (WHO) mencatat lebih dari 75 juta orang di Eropa, Amerika dan Jepang menderita osteoporosis dan penyakit tersebut mengakibatkan 2,3 juta kasus patah tulang per tahun di Eropa dan Amerika. Pada tahun 2005 Departemen Kesehatan Republik Indonesia (DEPKES RI), mencatat dari hasil penelitian dengan sampel pasien osteoporosis sebanyak 65.727 orang (22.799 laki-laki dan 42.928 perempuan) pada 16 wilayah di Indonesia termasuk Jawa Barat mencatat prevalensi osteoporosis sebesar 10,3%. Ini berarti 2 dari 5 penduduk Indonesia memiliki risiko untuk terkena osteoporosis.

International Osteoporosis Foundation (IOF) mencatat 40% penderita osteoporosis dari seluruh populasi di seluruh dunia pada akhirnya mengalami fraktur yang di pengaruhi beberapa faktor risiko seperti jenis kelamin, asupan nutrisi dan usia di atas 50 tahun.²⁻⁵

2.2 Kerangka Teori

Osteoporosis merupakan suatu kelainan sistemik pada tulang yang dikarakteristikan dengan hilangnya jaringan tulang, berkurangnya arsitektur tulang, dan meningkatnya kerapuhan pada tulang. Insidensi penyakit ini masih tinggi di Asia terutama pada usia lebih dari 65 tahun. Di Indonesia penyakit ini lebih banyak terjadi pada perempuan dari pada laki-laki.³

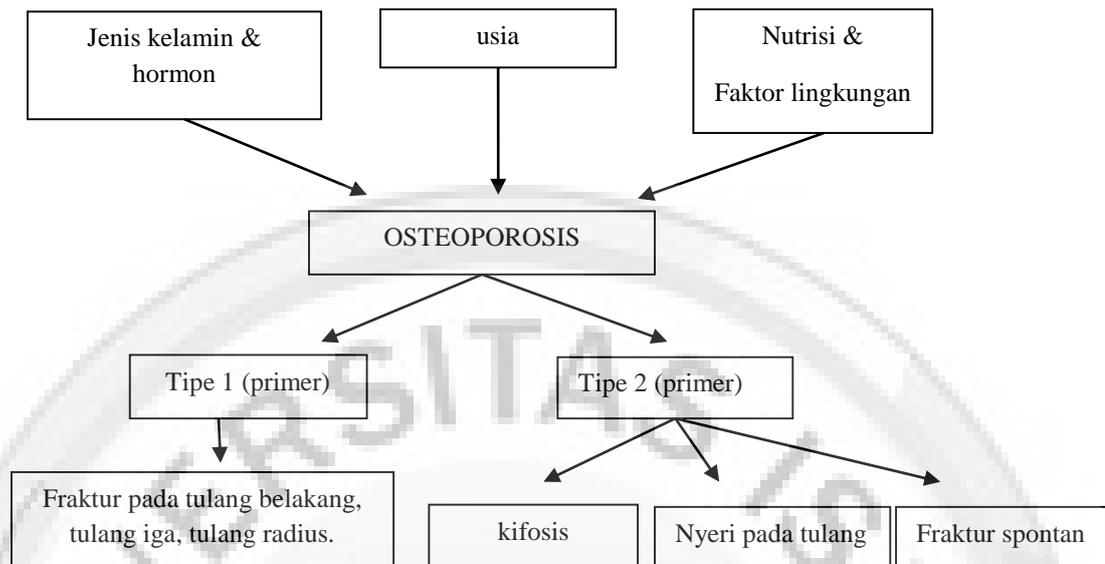
Faktor risiko yang memungkinkan terjadinya osteoporosis primer mencakup usia, jenis kelamin, keturunan dan gangguan hormonal. Osteoporosis terbagi menjadi 2 berdasarkan etiologi yang mendasarinya yaitu, osteoporosis primer dan osteoporosis sekunder. Osteoporosis primer merupakan osteoporosis yang bukan disebabkan oleh suatu penyakit pencetus, melainkan lebih disebabkan oleh

pertambahan usia yang mempengaruhi penurunan masa dan jaringan tulang (proses alamiah). Osteoporosis primer sendiri terbagi 2 tipe yang dibedakan berdasarkan usia pasien yang terkena osteoporosis yaitu, tipe 1 dan tipe 2.³

Etiologi yang mendasari terjadinya osteoporosis diantaranya penuaan. Usia tua merupakan salah satu faktor risiko osteoporosis yang tidak dapat di ubah. hal ini berpengaruh dalam terjadinya osteoporosis karena semakin bertambahnya usia seseorang akan semakin rendah daya serap terhadap kalsium yang merupakan mineral penting bagi pembentukan masa maupun kekuatan tulang.³

Pada wanita alamiahnya akan mengalami fase menopause, atau fase dimana tidak terjadinya menstruasi lagi, biasanya terjadi pada usia 50 – 60 tahun. Menurut penelitian terdahulu dan teori yang telah ada, pada saat seorang wanita telah mengalami fase menopause maka hormon estrogen dalam tubuhnya pun akan berkurang, dalam hal ini hormon estrogen mempunyai peran dalam proses pembentukan masa tulang, sehingga saat seorang wanita mengalami penurunan hormon estrogen maka kemampuan tulangnya untuk melakukan proses pembentukan masa tulangnya pun akan ikut berkurang.¹⁷

Osteoporosis memiliki gejala yang tidak disadari dan cukup membahayakan penderitanya, gejala tersebut meliputi *fraktur* (patah tulang), timbul rasa nyeri yang hebat pada tulang, tubuh menjadi pendek dan bongkok (kifosis dorsalis).



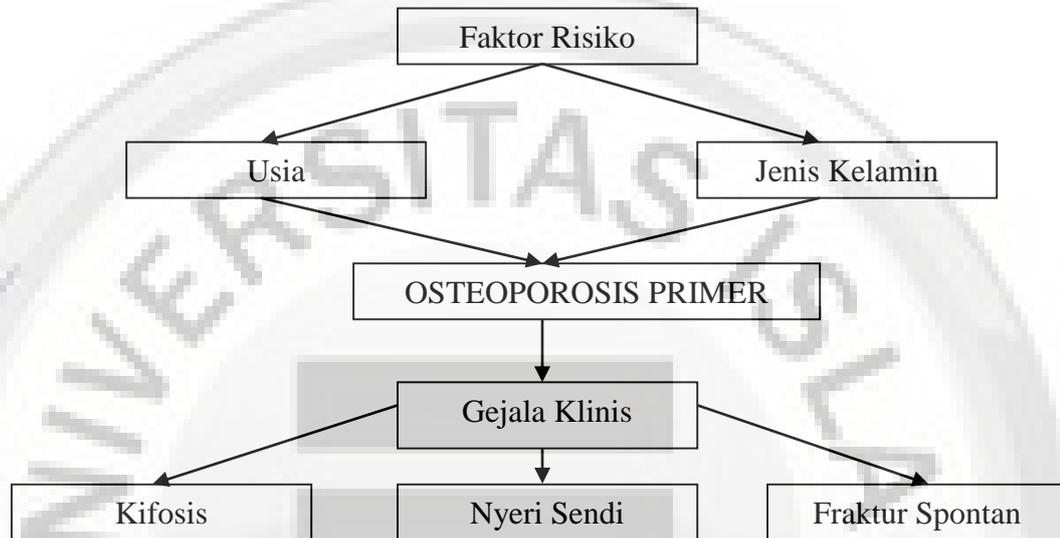
Gambar 2.5 Bagan Kerangka Teori

2.3 Kerangka Pemikiran

Osteoporosis merupakan suatu penyakit kelainan metabolisme/sistemik tubuh yang menurunkan mineral (*Body Mineral Density*), struktur, kekuatan, dan fungsi tulang. Usia merupakan salah satu faktor risiko terjadinya osteoporosis yang tidak bisa dicegah.³

Menurut WHO pada tahun 2003 dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sekitar 69% wanita di dunia berisiko terkena osteoporosis, hal serupa juga akan terjadi pada laki – laki jika telah memasuki usia tua (lebih dari 60 tahun), dan disertai dengan faktor risiko yang memungkinkan terjadinya osteoporosis, seperti jarang mengkonsumsi kalsium, dan jarang berolahraga.³

Osteoporosis memiliki gejala yang tidak disadari dan cukup membahayakan penderitanya, gejala tersebut meliputi *fraktur* (patah tulang), timbul rasa nyeri yang hebat pada tulang, tubuh menjadi pendek dan bungkuk (*kifosis dorsalis*).³



Gambar 2.6 Bagan Kerangka Pemikiran