

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Osteoporosis

Osteoporosis atau tulang keropos adalah suatu penyakit tulang yang ditandai dengan adanya penurunan massa tulang dan perubahan struktur pada jaringan mikroarsitektur tulang, yang menyebabkan kerentanan tulang meningkat disertai kecenderungan terjadinya fraktur, terutama pada proksimal femur, tulang belakang dan pada tulang radius. Baik pada laki-laki maupun perempuan mempunyai kecenderungan yang sama terhadap ancaman fraktur tulang tersebut, walaupun demikian penyakit ini dapat dicegah maupun diobati (Hikmat, 2009).

Dasar terjadinya osteoporosis adalah tidak seimbangnya antara resorpsi tulang dengan formasi tulang. Jadi bila penghancuran lebih banyak daripada pembentukan, maka tulang akan menjadi keropos. Beberapa faktor juga dapat mempengaruhi timbulnya terjadinya osteoporosis. Sebagian faktor bisa dicegah, tetapi yang sebagian lagi tidak dapat dicegah, seperti bertambah usia dan jenis kelamin (Hans, 2009).

Penyakit osteoporosis telah dijelaskan sebelumnya bahwa mikroarsitektur dari tulang mengalami abnormalitas dimana menjadi lebih *spongy* dan mudah menyebabkan kejadian fraktur pada tulang. Perubahan arsitektur tulang dapat disebabkan akibat dari stabilitas tulang yang tidak seimbang antara *bone formation* dan *bone resorption* yang diperankan oleh osteoblas dan osteoklas. Normalnya tulang akan melakukan *remodelling* yaitu proses memperbaiki jaringan tulang tua dengan jaringan tulang baru sehingga meningkatkan

kekuatan dan kepadatan tulang yang maksimum (*peak bone mass*). *Peak bone mass* dicapai rata-rata pada usia 30 tahun (Fitzpatrick, 2002; Lawrance, 2005).

### 2.1.1 Jenis Osteoporosis

#### 2.1.1.1 Osteoporosis Primer

Osteoporosis primer adalah osteoporosis yang terjadi akibat proses penuaan. Ada dua tipe, yaitu osteoporosis menopause dan osteoporosis pasca menopause. Pada masa menopause, fungsi ovarium menurun sehingga produksi hormon estrogen dan progesteron juga menurun. Estrogen berperan dalam proses mineralisasi tulang dan menghambat resorpsi tulang serta pembentukan osteoklas melalui pengahambatan produksi sitokin. Ketika kadar hormon estrogen dalam darah menurun, proses pengeroposan tulang dan pembentukan tulang mengalami ketidakseimbangan. Pengeroposan tulang menjadi lebih dominan. Oleh karena itu, diperlukan tambahan hormon estrogen agar kedua proses tersebut dapat tetap berjalan seimbang (Emma, 2007).

Menurut Dr. Allan Gold, seorang ahli endokrin di *The Montreal General Hospital*, pada sebuah survey yang dilakukan di Kanda ditemukan bahwa 20% laki-laki mengalami pengeroposan tulang yang serius pada tulang belakang, dan akan meningkat menjadi 30% pada usia 70 tahun. Ia juga mengemukakan bahwa laki-laki yang berusia 80 tahun lebih mempunyai angka kejadian patah tulang yang sama besar dengan perempuan seusianya. Seperti halnya osteoposis tipe 1, pada tipe 2 juga disebabkan oleh berkurang hormon endokrin, dalam hal ini hormon testoteron. Hormon testoteron dilaporkan mempunyai peranan untuk meningkatkan densitas massa tulang.

### 2.1.1.2 Osteoporosis sekunder

Osteoporosis sekunder terjadi karena adanya penyakit tertentu yang dapat mempengaruhi kepadatan masa tulang dan gaya hidup yang tidak sehat. Contohnya, yaitu

- a. Penyakit endokrin: tiroid, hipertiroid, hypogonadisme.
- b. Penyakit saluran pencernaan yang menyebabkan absorpsi zat gizi (kalsium, fosfor, vit.D, dan lain-lain) menjadi terganggu.
- c. Penyakit keganasan (kanker).
- d. Konsumsi obat-obatan (kortikosteroid).
- e. Gaya hidup tidak sehat (merokok, minuman alkohol, kurang olahraga, dan lain-lain) (Emma, 2007).

### 2.1.2 Faktor Resiko Osteoporosis

Osteoporosis tidak hanya berhubungan dengan menopause tetapi juga berhubungan dengan faktor-faktor lain seperti merokok, postur tubuh kecil, kurang aktifitas tubuh, kurangnya paparan sinar matahari, obat-obatan yang menurunkan massa tulang, asupan kalsium yang rendah, konsumsi kafein, alkohol, penyakit diabetes mellitus tipe I dan II (Margo *dkk.*, 2010).

#### 2.1.2.1 Faktor Resiko yang Tidak Dapat Dikendalikan

1. Jenis kelamin, perempuan mempunyai resiko terkena osteoporosis lebih besar daripada laki-laki. Sekitar 80% di antara penderita osteoporosis adalah perempuan. Secara umum, perempuan menderita osteoporosis empat kali lebih banyak daripada laki-laki. Satu dari tiga perempuan memiliki kecenderungan untuk menderita osteoporosis. Adapun kejadian osteoporosis pada laki-laki lebih kecil yaitu satu dari tujuh laki-laki. Hal ini terjadi antara lain karena massa tulang perempuan 4 kali lebih kecil dibandingkan dengan laki-

laki. Nilai massa tulang perempuan umumnya hanya sekitar 800 gram, lebih kecil dibandingkan dengan laki-laki yaitu sekitar 1200 gram. Karena nilai massa tulang yang rendah itulah maka kehilangan massa tulang yang diikuti dengan kerapuhan tulang sangat mungkin terjadi. Perempuan paling rawan menderita rapuh tulang, yaitu 1:3. Peluang laki – laki menderita rapuh tulang amat kecil yaitu 1:20. Perempuan lebih beresiko terkena osteoporosis karena memiliki jaringan tulang yang lebih sedikit dan lebih cepat kehilangan massa tulang dibandingkan laki-laki.

2. Usia, semakin tua usia seseorang maka resiko terkena osteoporosis menjadi semakin besar. Osteoporosis merupakan kejadian alami yang terjadi pada tulang manusia sejalan dengan meningkatnya usia. Proses densitas (kepadatan) tulang hanya berlangsung sampai seseorang berusia 25 tahun. Selanjutnya, kondisi tulang akan tetap hingga usia 40 tahun. Setelah usia 40 tahun, densitas tulang mulai berkurang secara perlahan. Oleh karenanya, massa tulang akan berkurang seiring dengan proses penuaan. Berkurangnya massa tulang ini akan berlangsung terus sepanjang sisa hidup.
3. Ras, semakin terang kulit seseorang maka resiko terkena osteoporosis menjadi semakin tinggi. Ras Kaukasia dan Asia memiliki insiden terkena osteoporosis yang lebih besar dibandingkan dengan ras Afrika-Amerika. Ras campuran Afrika-Amerika memiliki massa tulang tertinggi, sedangkan ras kulit putih dari Eropa memiliki massa tulang terendah. Antara massa tulang dan massa otot terdapat kaitan yang erat. Semakin besar otot maka tekanan pada tulang semakin tinggi dan tulang semakin besar. Ditambah lagi kadar hormon estrogen ras Afrika-Amerika lebih tinggi daripada ras yang lain sehingga

perempuan Afrika-Amerika cenderung lebih lambat menua daripada perempuan kulit putih.

4. Riwayat keluarga, bila salah seorang anggota keluarga (ibu atau nenek) memiliki massa tulang yang rendah atau mengalami osteoporosis maka ada kecenderungan seseorang mempunyai resiko yang lebih tinggi untuk mengalami hal yang sama.
5. Tipe tubuh, semakin kecil rangka tubuh maka semakin besar resiko terkena osteoporosis. Demikian pula dengan perempuan yang mempunyai tubuh kurus cenderung mempunyai resiko yang lebih tinggi terkena osteoporosis daripada yang mempunyai berat badan lebih besar.
6. Menopause, pada masa menopause terjadi kehilangan kalsium dari jaringan tulang. Osteoporosis pada menopause terjadi akibat jumlah estrogen dan progesteron yang menurun. Hormon estrogen diproduksi perempuan dari masa kanak-kanak sampai dewasa. Pada masa menopause, hanya bagian tubuh seperti kelenjar adrenal dan sel-sel lemak yang memproduksi estrogen, itupun dalam jumlah yang sangat kecil. Hormon tersebut diperlukan untuk pembentukan tulang dan mempertahankan massa tulang. Rendahnya hormon estrogen dalam tubuh akan membuat tulang menjadi keropos dan mudah patah (Baziad, 2003; Purwanti, 2008; Emma, 2007).

#### **2.1.2.2 Faktor Resiko yang Dapat Dikendalikan**

1. Kurang aktivitas (olahraga), semakin rendah aktivitas fisik maka semakin besar resiko terkena osteoporosis. Hal ini terjadi karena aktivitas fisik (olahraga) yang cukup dapat membangun tulang dan otot menjadi lebih kuat, juga meningkatkan keseimbangan metabolisme tubuh.

2. Diet yang buruk, bila makanan tidak mencukupi akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan tulang. Makanan sumber kalsium, fosfor, dan vitamin D yang dikonsumsi cukup sejak usia dini, dapat membantu memperkuat massa tulang, mencegah pengaruh negatif dari berkurangnya keseimbangan kalsium dan mengurangi tingkat kehilangan massa kalsium pada tahun selanjutnya.
3. Merokok, perokok mempunyai resiko terkena osteoporosis yang lebih besar dibandingkan bukan perokok. Pada perempuan perokok ada kecenderungan kadar estrogen dalam tubuhnya lebih rendah dan kemungkinan memasuki masa menopause lima tahun lebih awal dibandingkan dengan bukan perokok. Kecepatan kehilangan massa tulang juga terjadi lebih cepat pada perempuan perokok. Asap rokok dapat menghambat kerja ovarium dalam memproduksi hormon estrogen. Di samping itu nikotin juga mempengaruhi kemampuan tubuh untuk menyerap dan menggunakan kalsium.
4. Minum minuman beralkohol, konsumsi alkohol bila jumlahnya sudah terlalu banyak (lebih dari 2 gelas sehari) dapat merugikan kesehatan karena akan mengganggu proses metabolisme kalsium dalam tubuh. Alkohol dapat menyebabkan luka-luka kecil pada dinding lambung yang terjadi beberapa saat setelah minum minuman beralkohol. Banyaknya luka kecil akibat minum minuman beralkohol akan menyebabkan pendarahan. Hal ini dapat menyebabkan tubuh kehilangan kalsium karena kalsium banyak terdapat dalam darah (Emma, 2007).

### **2.1.3 Diagnosis Osteoporosis**

Dalam menentukan diagnosis pada osteoporosis, sangat sulit bila dilihat secara simtomatis, malah harus menunggu sampai terjadinya suatu fraktur dulu baru kita bisa mulai berfikir ke arah osteoporosis. Kejadian fraktur yang paling,

bagian distal, lengan bawah, dan tulang belakang yang terjadi akibat dari trauma yang sifatnya minimal. Ketika trauma minimal saja bisa menyebabkan fraktur kita harus curiga adanya suatu abnormalitas pada massa tulang, bisa saja karena osteoporosis, osteopenia maupun osteomalasia. Untuk *screening* dan diagnosis bisa digunakan seperti :

1. Pemeriksaan laboratorium meliputi serum CBC, serum iron dan feritin, fungsi liver, tyroid, dan lain-lain.
  2. *Bone Mineral Density* (BMD) kita khususkan pada kelompok-kelompok yang dicurigai seperti perempuan post menopause berusia 65 tahun ke atas, laki-laki 70 tahun ke atas, laki-laki/perempuan dengan riwayat fraktur dengan trauma minimal, penggunaan obat-obatan yang dapat memicu pengeroposan tulang. Kemudian akan dihubungkan dengan *scoring* baik menggunakan *t-score* maupun secara *z-score*.
  3. Pemeriksaan radiografi seperti *plain x-ray*.
- (WHO, 2004)

## 2.2 *Bone Mineral Density* (BMD)

Nilai massa tulang yang didapat dari pengukuran ini disebut kerapatan mineral tulang (BMD = *Bone Mineral Density*). Pengukuran ini tidak menimbulkan rasa sakit, mudah dilakukan, hasil pemeriksaan diperoleh dalam waktu singkat, dan relatif aman. Walaupun menggunakan sinar-x, tapi tingkat radiasinya sangat kecil, dapat lebih kecil dari radiasi alamiah. Oleh karena itu, pengukuran dapat dilakukan pada anak-anak, serta dapat pula diulang bila diperlukan. Ada dua jenis *x-ray absorptiometry* yaitu *SXA (Single X-ray Absorptiometry)* dan *DXA (Dual energy X-ray Absorptiometry)* yang juga disebut scan tulang (Emma, 2007).

Teknik pengukuran BMD yang saat ini paling banyak digunakan adalah DXA, karena paparan radiasinya kecil dan akurasi serta sensitifitasnya yang tinggi. Akan tetapi alat ini belum tersebar merata di Indonesia karena harga dan biaya pemasangannya masih cukup mahal. DXA merupakan teknik BMD yang digunakan secara luas. DXA merupakan baku emas untuk pengukuran BMD agar dapat mengukur tulang-tulang pada bagian sentral yang meliputi tulang belakang dan tulang panggul maupun tulang-tulang perifer seperti lengan bawah, bahkan dapat mengukur BMD seluruh bagian tubuh. Data-data epidemiologi osteoporosis dengan menggunakan DXA juga sudah banyak dipublikasikan dan secara *invitro* diketahui berkorelasi baik dengan kekuatan tulang. Tujuan pengukuran BMD adalah untuk mendiagnosis osteoporosis, memprediksi resiko terjadinya fraktur, dan memonitor terapi (Wiweka, 2005)

DXA (*Dual energy X-ray Absorptiometry*), merupakan pengukuran BMD yang paling akurat. Pengukuran ini menggunakan *dual x-ray* yang berbeda untuk menilai densitas tulang pada tulang panggul dan tulang belakang. *X-ray beam* dipantulkan oleh tulang dan jaringan lunak untuk mengukur sedikitnya 2% pengeroposan tulang tiap tahunnya (Poinier, 2012).



Gambar 2.1 Alat *Bone Mineral Densitometry* milik RSU Dr Saiful Anwar

Kepadatan tulang dinamakan dengan *Bone Mineral Density* (BMD), yang diukur dengan satuan gram tulang per sentimeter persegi. Semua perempuan berusia 65 tahun ke atas, post menopause, kekurangan estrogen, yang pernah patah tulang, atau yang banyak mengonsumsi steroid perlu melakukan pemeriksaan BMD (Hans, 2009).

*Bone Mineral Density* (BMD) biasanya digunakan sebagai data untuk standar deviasi skor, *z-score* sebagai angka standar tinggi atau rendahnya deviasi usia dan jenis kelamin dan *t-score* sebagai nilai untuk dewasa muda. Standar deviasi tersebut untuk mengurangi masalah perbedaan kalibrasi diantara instrumen. Jika *z-score* digunakan untuk mendefinisikan osteoporosis, bagaimanapun juga kekacauan prevalensi tidak akan meningkat bersama dengan usia. Walaupun itu tidak dipungkiri akan meningkatkan resiko dari fraktur tulang dan densitas tulang menurun bersamaan dengan usia. Potong nilai dinyatakan sebagai *t-score* sebagian dan penggunaannya sebagai definisi dari osteoporosis, meskipun mereka tidak menangkap dampak buruk dari penuaan itu sendiri pada resiko fraktur. Osteoporosis didefinisikan dengan *t-score* dibawah -2,5 dan termasuk perempuan yang pernah mengalami patah tulang. Osteoporosis dianggap sebagai indikasi intervensi kasus fraktur yang paling sering terjadi (Compston *et al.*, 1995).

### 2.2.1 T-Score

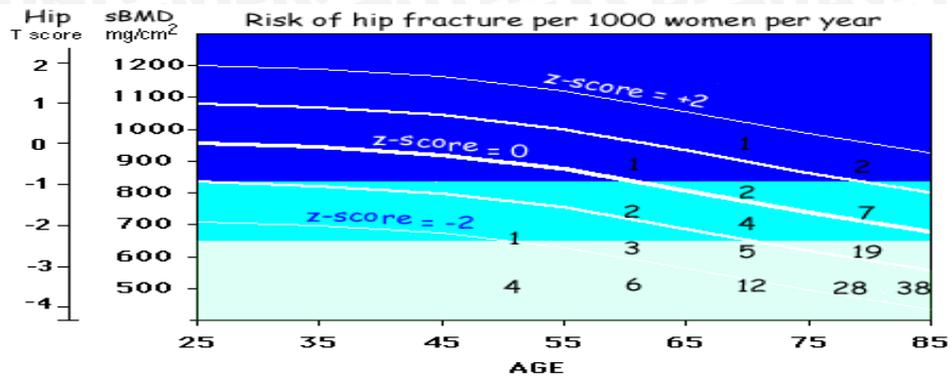
Istilah yang dipakai untuk hasil pemeriksaan BMD adalah *t-score*. Yang dimaksud dengan *t-score* adalah jumlah standar deviasi (SD) dimana BMD turun atau naik dibandingkan dengan kontrol. Yang menjadi kontrol adalah orang muda dengan tulang yang sehat. Formula perhitungan *t-score* adalah:

$$T\text{-score} = \frac{(\text{BMD pasien} - \text{BMD rata-rata orang muda normal})}{\text{Standar deviasi rata-rata orang muda normal}}$$

Hasil *t-score* bisa plus atau minus. Bila hasil nol, artinya densitas tulang anda sama dengan orang muda normal. Bila plus, artinya tulang anda lebih padat daripada orang muda normal. Bila minus, densitas tulang anda lebih rendah daripada orang muda normal. Tiap penurunan *t-score* satu poin (1,0) akan meningkatkan resiko fraktur sebesar dua kali lipat. *T-score* anda akan berbeda untuk tulang di daerah satu dengan tulang di daerah lainnya. Sebenarnya *t-score* ini juga berbeda untuk ras yang berlainan. Di negara-negara yang sudah maju telah memiliki *t-score* standar untuk populasi normal, berdasarkan hasil survey yang mereka lakukan. Diantaranya ada dua survey yang paling besar, yaitu pertama terdapat di negara Amerika Serikat, yaitu *National Health and Nutrition Examination Suvery (NHNESIII)*, dan yang kedua adalah survei yang telah dilakukan di Kanada oleh *Canadian Government-Funded Epidemiological Study* (Hans, 2009).

### 2.2.2 BMD Tulang Panggul

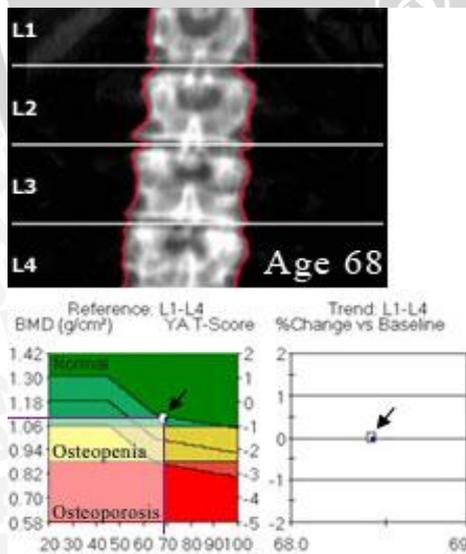
Ini merupakan grafik pengukuran seluruh tulang panggul menggunakan DXA. Angka terjadinya tulang panggul fraktur hingga 1000/tahun. Densitas tulang menggunakan *standart unit* dan juga menggunakan *t-score*. Data ini juga digunakan untuk menilai resiko dari fraktur tulang panggul (susan, 2011).



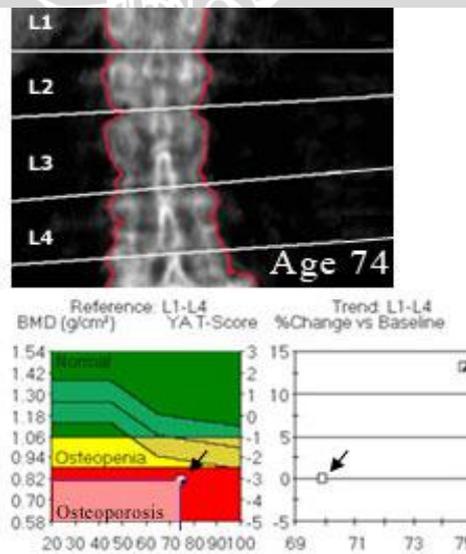
**Gambar 2.2 Resiko Fraktur Tulang Panggul**

Patah tulang akan meningkat pada perempuan usia >45 tahun, sedangkan pada laki-laki baru meningkat pada usia >75 tahun. Resiko terjadinya jatuh dan patah tulang menjadi bertambah seiring bertambahnya usia. Semakin bertambahnya usia maka semakin tinggi resiko terkena osteoporosis. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya usia seseorang, maka tulang akan berkurang kekuatan dan kepadatannya (Baziad, 2003; Purwanti, 2008).

**2.2.3 BMD Tulang belakang**



**Figure 1**



**Figure 2**

**Gambar 2.2 BMD Tulang Belakang**

Dari gambar 2.2 menunjukkan *bone mineral density test* perempuan sehat dan perempuan osteoporosis. Pada *figure 1* menunjukkan nilai densitas tulang, zona hijau (normal), sedangkan pada *figure 2* menunjukkan zona merah (osteoporosis).

