

## LEMBAR PENGESAHAN

N a m a : Ahmad Murdillah

Nomor Pokok : P2410204013

Judul Karya Akhir :

**PERBANDINGAN RADIOMORFOMETRI METAKARPAL DAN  
RADIOMORFOMETRI KALKANEUS DALAM MENENTUKAN  
DERAJAT OSTEOPOROSIS**

Pembimbing :

Dr.dr. Muhamad Ilyas,SpRad(K)

dr. Junus Baan, Sp. Rad

Menegetahui dan Menyetujui :

Ketua Bagian

Ketua Program Studi

Prof. Dr.dr.Bachtiar Murtala,SpRad

Dr.dr.Muhamad Ilyas,SpRad(K)

## KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir ini sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Pendidikan Dokter Spesialisasi Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua saya : Ayahanda Drs.H. M. Saberi Ismail, dan Ibunda Hj. Jamilah, yang dengan doa dan kasih sayang membesarkan, membimbing dan mendidik saya.

Juga terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada istri yang saya cintai I Dewa Ayu Putu MS, yang dengan penuh kesabaran, perhatian, pengertian serta doa dan dukungannya dalam mendampingi saya.dalam menghadapi segala cobaan dalam melalui masa pendidikan. Kepada putra-putri saya yang tersayang Nur Azizah Putri, Asma Nadiatul Khaira, dan M. Said Ramadhan yang menjadi sumber semangat saya dalam menyelesaikan karya akhir ini.

Rasa terima kasih saya yang setinggi-tingginya pada Guru dan Pembimbing saya Dr.dr Muhamad Ilyas, SpRad(K), dan dr.Junus Baan, Sp. Rad, yang telah meluangkan waktu dalam membimbing ,

membantu, memberikan semangat dan saran yang berharga demi kesempurnaan karya akhir ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga pula saya haturkan kepada guru-guru saya: Prof.dr.Misbahuddin Adnan, SpRad, Prof.dr.Arief Gella, SpRad(K), Prof. Dr.dr.Bachtiar Murtala, SpRad, Dr.dr.Muh Ilyas, SpRad(K), dr.Nurlaily Idris, SpRad, dr.Frans Liyadi, SpRad (K)KN, dr.H.Hasanuddin, SpRad(K)Onk, dr.Junus Baan, SpRad, dan dr. Luthfi Attamimi, SpRad. Yang dengan sabar, dengan sepenuh hati, tulus dan ikhlas telah membimbing saya selama ini dalam menyelesaikan program pendidikan Spesialis Radiologi.

Terima kasih kepada teman-teman seangkatan, dr.Nikmatia, dr.Nurmin, dr Lidya, dr. Yanti, dr. Rizal, dr. Suci, yang telah bersama-sama membantu dengan tulus .

Masih banyak nama yang tidak sempat saya tuliskan satu persatu yang telah membatu dalam menyelesaikan karya akhir semoga amal tersebut diterima oleh Allah SWT sebagai ibadah.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, Agustus 2008

Ahmad murdillah

## ABSTRAK

Osteoporosis didefinisikan sebagai penyakit skeletal sistemik yang ditandai oleh berkurangnya massa tulang dan memburuknya mikroarsitektur tulang. Osteoporosis merupakan masalah kesehatan dunia dengan prevalensi tertinggi pada kelompok usia tua. Masalah ini semakin menonjol sesuai dengan meningkatnya usia harapan hidup. Di Indonesia dengan terjadinya peningkatan usia harapan hidup dan populasi lanjut usia, menyebabkan kasus-kasus osteoporosis juga meningkat. Diagnosis osteoporosis ditegakkan dengan densitometry seperti alat Dual X-ray Absorptiometry (DXA), namun alat ini belum tersebar merata di Indonesia. Pemeriksaan radiologi konvensional merupakan sarana yang murah dan tersebar merata di Indonesia. Penelitian ini untuk mempelajari kemungkinan radiomorfometri metakarpal dan kalkaneus dapat dijadikan sebagai pemeriksaan alternative dalam mendeteksi adanya osteoporosis

Penelitian ini dilakukan sejak April sampai Agustus 2008 terdiri dari 52 orang laki-laki dan 48 orang perempuan. Total sampel yang memenuhi kriteria inklusi adalah 100 orang. Dilakukan penilaian osteoporosis dengan menggunakan radiomorfometri kalkaneus dan radiomorfometri metakarpal (kriteria modifikasi). Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis dengan studi cross sectional

Hasil dan kesimpulan dari penelitian: Pada kelompok umur 30 sampai 39 tahun 1 orang osteoporosis ditemukan pada radiomorfometri kalkaneus. Pada kelompok umur 40 sampai 49 tahun, 3 orang didapatkan osteoporosis ringan dengan radiomorfometri kalkaneus, 1 orang osteoporosis ringan dengan radiomorfometri metakarpal. Pada kelompok umur 50 sampai 59 tahun didapatkan 12 orang pasien osteoporosis ringan, 2 orang osteoporosis sedang, 1 orang osteoporosis berat dengan radiomorfometri kalkaneus, dan hanya didapatkan 8 orang osteoporosis ringan dengan radiomorfometri metakarpal. Pada kelompok umur 60 sampai 69 tahun didapatkan 13 pasien osteoporosis ringan, 1 pasien osteoporosis sedang dan 2 pasien osteoporosis berat dengan radiomorfometri kalkaneus, dan 4 pasien osteoporosis ringan, 2 pasien osteoporosis sedang dengan radiomorfometri metakarpal. Pada kelompok usia 70 sampai 80 tahun didapatkan 2 orang osteoporosis ringan, 1 pasien osteoporosis sedang dan 3 pasien osteoporosis berat pada radiomorfometri kalkaneus, dan 5 pasien osteoporosis sedang dengan radiomorfometri metakarpal.

Radiomorfometri kalkaneus dan metakarpal (kriteria modifikasi) mampu mendeteksi osteoporosis pada berbagai kelompok umur. Radiomorfometri kalkaneus terlihat mampu lebih dini mendeteksi osteoporosis daripada radiomorfometri metakarpal

Kata Kunci: mendeteksi osteoporosis- Radiomorfometri kalkaneus dan metakarpal

## ABSTRACT

Definition of osteoporosis is a skeletal disease have the character of systematical marked which decrease bone mass and deteriorate microarchitecture of the bone. Osteoporosis is a worldwide health problem with the highest prevalency among the elderly. This problem strongly arises in accordance with the increasing of life expectancy. In Indonesia, the increase of life expectancy among the elderly population, result in increasing case of osteoporosis. Osteoporosis is determined by using densitometry, such as Dual X- Ray Absorptiometry (DXA), however this equipment is not well distributed all over Indonesia. The conventional radiological examination is considered to be a cheap method and in general is practiced extensively in Indonesia. This research was intended to study the possibility of metacarpal and calcaneus radiomorphometry as alternative diagnostic method in diagnosing osteoporosis..

This research was conducted from April 2008 to August 2008, where 52 men and 48 women, totally 100 subjects were included. Calcaneus radiomorphometry and metacarpal radiomorphometry based on modified criteria were conducted for detecting osteoporosis. The results were tabulated and analyzed with cross sectional study.

Results and conclusion of this study: In 30 to 39 years age of group, 1 mild osteoporotic patient were found by result of calcaneus morphometry. In 40 to 49 years age of group, 3 patients mild osteoporotic results in calcaneus morphometry, 1 patient had mild osteoporosis in metacarpal morphometry. In 50 to 59 years age group, 12 patients had mild osteoporotic, 2 patients with gradual osteoporotic 1 patient with severe osteoporotic result in calcaneus morphometry, only 8 mild osteoporotic in metacarpal morphometry. In 60 to 69 years age group, 13 patients had mild osteoporotic, 1 patient gradual osteoporotic and 2 patients severe osteoporotic result of calcaneus radiomorphometry, and 4 patients had mildosteoporotic, 2 patients with gradual osteoporotic in metacarpal radiomorphometry. In 70 to 80 years age group, 2 patients had mild osteoporotic 1 patient with gradual osteoporotic and 3 patients with severe osteoporotic at a calcaneus morphometry, 5 patients had gradual osteoporoticand in metacarpal radiomorphometry.

Calcaneus and metacarpal morphometry with modified criteria, can be use to detect osteoporosis in the specific age group. Calcaneus morphometry showed earlier detection of osteoporosis in comparison to the metacarpal morphometry.

Key words : Detection of osteoporosis-calcaneus and metacarpal radiomorphometry

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GARFIK .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1. 1. Latar Belakang .....	1
1. 2. Rumusan Masalah.....	5
1. 3 Tujuan Penelitian .....	5
1. 4 Hipotesis.....	6
1. 5 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi .....	7
2.2 Epidemiologi .....	7
2.3 Anatomi dan Histologi.....	9
2.4 Patofisiologi .....	10
2.5 Etiologi dan klasifikasi.....	13
2.6 Diagnosis .....	15
2.7 Penatalaksanaan .....	26
<b>BAB III. KERANGKA KONSEP</b>	
3.1 Kerangka Konsep .....	27

<b>BAB IV. METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Desain penelitian .....	28
4.2 Tempat dan Waktu .....	28
4.3 Populasi .....	28
4.4 Sampel dan cara pemilihan sampel .....	28
4.5 Perkiraan besar sampel.....	29
4.6 Ijin penelitian dan ethical clearance.....	29
4.7 Cara kerja.....	30
4.8 Definisi operasional.....	33
4.9 Kriteria obyektif.....	35
4.10 Metode Analisis.....	36
<b>BAB V. ALUR PENELITIAN</b>	
5.1 Alur penelitian.....	37
<b>BAB VI. HASIL PENELITIAN</b>	
6.1 Hasil Penelitian .....	38
<b>BAB VII. PEMBAHASAN</b>	
7.1 Pembahasan .....	43
<b>BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
8.1 Kesimpulan .....	47
8.2 Saran .....	47

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Pola trabekulasi kalkaneus.....	21
Gambar 2: Osteoporosis berdasarkan trabekulasi kalkaneus.....	22



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1: Karakteristik sampel berdasarkan kelompok usia ..... dan jenis kelamin	38
Tabel 2: Perbandingan distribusi derajat osteoporosis berdasarkan Radiomorfometri metakarpal dan kalkaneus.....	41.

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1: Distribusi derajat osteoporosis berdasarkan Radiomorfometri metakarpal.....	39
Grafik 2: Distribusi derajat osteoporosis berdasarkan radiomorfometri kalkaneus. ....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Tulang adalah salah satu organ tubuh yang sangat penting karena selain merupakan organ penunjang tubuh, pemberi bentuk tubuh, penyangga berat badan, pelindung organ vital, dan penunjang pergerakan, tulang juga merupakan organ storage berbagai mineral tubuh terutama kalsium, fosfor, magnesium, dan mineral penting lainnya. Tulang mempunyai proses metabolisme yang sangat aktif. Proses pembentukan dan proses resorpsinya terjadi secara berkesinambungan sepanjang hidup. Keseimbangan antara kedua proses tersebut memberikan integritas dan kekuatan pada tulang, namun ketidakseimbangan pada kedua proses tersebut menimbulkan penyakit yang disebut osteoporosis.<sup>1, 2, 3, 4</sup>

Penyakit osteoporosis adalah penyakit yang dapat dijumpai di seluruh dunia dan sampai saat ini masih merupakan masalah dalam kesehatan masyarakat terutama di negara berkembang<sup>2, 3, 4</sup>

Pada penyakit osteoporosis penderita akan mengalami proses pengurangan massa tulang, penipisan dan rapuh sehingga dapat terjadi fraktur.<sup>4, 5, 6,7</sup>

Proses osteoporosis atau pengurangan massa tulang biasanya sudah dimulai sejak usia 30 tahun, perempuan bahkan lebih cepat terkena osteoporosis<sup>5</sup>

Prevalensi osteoporosis tertinggi pada kelompok usia tua dan sesuai dengan meningkatnya usia harapan hidup maka masalah osteoporosis ini terlihat semakin menonjol.<sup>2, 8, 9</sup>

Saat ini dinyatakan osteoporosis merupakan endemik baru (endemik manusia usia lanjut), di masa sekarang dan akan datang. Di Indonesia osteoporosis memerlukan perhatian khusus karena meningkatnya populasi kelompok usia tua, dan berdasarkan penelitian didapatkan juga adanya peningkatan osteoporosis pada kelompok usia muda.<sup>2, 10, 11, 12</sup>

Di Indonesia mulai dasawarsa 90 an terjadi perubahan demografis yang drastis. Menurut data demografis di Indonesia yang dikeluarkan oleh Bureau of the census USA (1993) pada kurun waktu antara tahun 1990 hingga 2005 di Indonesia akan mempunyai kenaikan jumlah golongan lanjut usia sebesar 414 %. Diperkirakan jumlah penduduk golongan lanjut usia diatas 60 tahun pada tahun 2015 kelak akan mencapai kurang lebih 24 juta orang atau kira-kira 10 % dari jumlah total penduduk Indonesia dan pada tahun 2020 jumlah lansia akan tambah meningkat lagi menjadi 29 juta orang atau 11,4 % dari total penduduk. Para ahli sepakat bahwa dengan meningkatnya usia harapan hidup rakyat Indonesia penyakit osteoporosis ini akan lebih sering dijumpai.<sup>2</sup>

Permasalahan yang sering dihadapi adalah tidak ada gejala-gejala klinis yang khas untuk menegakkan diagnosis dini osteoporosis secara pemeriksaan fisik, sehingga sering kali pasien diketahui menderita osteoporosis setelah terjadi pengeroposan tulang yang parah, bahkan sudah terjadi fraktur. Pemeriksaan baku standar untuk osteoporosis pada stadium awal/dini yang dianjurkan sekarang ini adalah pemeriksaan DEXA, namun ketersediaan alat ini sangat terbatas, bahkan rumah sakit wahidin sebagai rumah sakit pendidikan juga belum memiliki alat ini. Akibat ketersediaan fasilitas pemeriksaan baku standar yang sangat miinim ini banyak kasus-kasus osteoporosis yang tidak terdiagnosis, sehingga berakibat terjadi komplikasi seperti fraktur. Atas dasar permasalahan di atas peneliti menganggap penelitian ini penting, yaitu untuk mendapatkan suatu metode yang bisa dilakukan walaupun di rumah sakit kecil di kabupaten, mudah, murah, sederhana, terjangkau, obyektif dan teruji.

Terdapat beberapa modalitas untuk mendeteksi adanya osteoporosis namun pemeriksaan radiologis konvensional merupakan pilihan yang menguntungkan karena merupakan sarana yang relatif murah, bersifat non infasif, sederhana, praktis, dan dapat dilakukan di banyak rumah sakit kecil di berbagai kabupaten di seluruh Indonesia.<sup>11</sup>

Kekurangan dari pemeriksaan radiologis konvensional adalah karena pemeriksaan ini masih dianggap beberapa ahli bersifat kualitatif dan subyektif

bahkan dianggap sudah tidak bisa diandalkan untuk diagnosis osteoporosis<sup>11,12</sup>

Pemeriksaan radiomorfologi metakarpal merupakan pemeriksaan kualitatif dan kuantitatif sehingga dianggap beberapa ahli lebih tepat dalam menentukan adanya osteoporosis dan didapatkan adanya hubungan yang bermakna antara rasio tebal korteks dan diameter tulang terhadap hasil biopsi<sup>3, 4, 8</sup>. Namun dilaporkan pada penelitian M. Ilyas dan Adrianus R. dengan menggunakan morfometri metakarpal berdasarkan kriteria Smith, didapatkan bahwa morfometri metakarpal lebih terlambat daripada lumbal dalam mendeteksi osteoporosis.<sup>13</sup>

Menurut penelitian Bachtiar Razak, F. Linda yang membandingkan penilaian osteoporosis dengan morfometri metakarpal berdasarkan kriteria Smith dan kriteria WHO didapatkan bahwa kalau kita menggunakan kriteria Smith akan banyak osteoporosis dini yang tidak terdeteksi daripada kalau kita menggunakan kriteria WHO, sehingga untuk kepentingan studi epidemiologi dan untuk kepentingan klinik disarankan morfometri metakarpal dengan menggunakan kriteria WHO<sup>8</sup>

Oleh karena itu kami mencoba meneliti **morfometri metakarpal dengan menggunakan kriteria Smith dan WHO yang dimodifikasi**, dibandingkan dengan **morfometri kalkaneus** dimana kalkaneus ini menurut penelitian Jhamaria dan kawan-kawan merupakan subcutaneous weight bearing trabeculae bone, yang sangat ideal untuk studi osteoporosis

## **1.2 Rumusan masalah**

- Apakah terdapat perbedaan derajat osteoporosis melalui pemeriksaan radiomorfometri metakarpal dibandingkan dengan radiomorfometri kalkaneus?

## **1.3 Tujuan penelitian**

### **1. 3.1. Tujuan Umum**

Mengetahui kemampuan pemeriksaan morfometri metakarpal dan kalkaneus dalam menilai osteoporosis.

### **1. 3. 2. Tujuan Khusus**

- Membandingkan radiomorfometri metakarpal dan radiomorfometri kalkaneus dalam menentukan derajat osteoporosis.

#### **1.4 Hipotesis**

- Terdapat perbedaan antara radiografometri metacarpal dibandingkan dengan radiomorfometri kalkaneus dalam menentukan derajat osteoporosis

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

- Data penelitian diharapkan dapat menjadi pegangan dalam diagnosis osteoporosis.
- Dapat dijadikan alternatif pemeriksaan awal dalam usaha deteksi penyakit osteoporosis pada rumah-sakit sederhana di berbagai kabupaten sehingga dapat mencegah terjadinya komplikasi fraktur akibat osteoporosis.
- Diharapkan mampu membantu kepada klinisi dalam menilai penyakit.
- Osteoporosis dengan pemeriksaan yang relatif lebih murah, praktis, sederhana, terjangkau dan tersedia di berbagai daerah – daerah di Indonesia namun obyektif dan teruji.



## **BAB II**

### **TINJAUAN KEPUSTAKAAN**

#### **2.1. Definisi**

Osteoporosis adalah suatu penyakit skletal sistemik yang ditandai dengan adanya suatu keadaan berkurangnya massa tulang dan berubahnya mikroarsitektur tulang sampai ke tingkat ambang batas patah tulang tanpa keluhan-keluhan klinis . Definisi lain menyebutkan bahwa osteoporosis adalah kelainan tulang sistemik akibat ketidak seimbangan proses remodeling tulang dimana proses resorpsi oleh osteoklas lebih aktif daripada formasi tulang oleh osteoblast, yang ditandai oleh penurunan kekuatan tulang sehingga meningkatkan resiko fraktur. <sup>5, 14, 15, 16, 17, 18, 19</sup>

#### **2.2 Epidemiologi**

Selama ini penyakit osteoporosis merupakan fenomena gunung es, artinya hanya sebagian kecil kasus yang terdeteksi di masyarakat dan masih banyak yang belum terdeteksi dan belum terdata terutama di negara berkembang dengan fasilitas diagnosis yang terbatas <sup>10, 20</sup>

Prevalensi osteoporosis (pada pengukuran densitometer  $< 2,5$  SD) ditemukan pada 30 % dari seluruh wanita di USA. Sedangkan untuk lumbal 16,5 %, femur 16,2% dan radius tengah 17,4%. Data dari pusat penelitian lain ditemukan prevalensi osteoporosis pada ortang kulit putih usia

50 – 57 tahun 24 % dan usia 60 – 75 tahun 62 %, dengan kejadian pada lumbal 32% pada femur 29% dan radius 31%<sup>12</sup>

Sementara di Asia Tenggara, insidens osteoporosis disertai fraktur mengalami peningkatan sesuai dengan peningkatan angka harapan hidup. Di Singapura terjadi peningkatan 50 % fraktur femur. Di Thailand penurunan densitas tulang pada wanita mulai terjadi di usia 49 tahun dan pada usia 65 tahun, kehilangan masa tulang telah terjadi 45 % . Di Makmal terpadu Imunoendokrinologi reproduksi FKUI osteoporosis ditemukan pada sekitar 34 % dan di Surabaya ditemukan 26 %<sup>2, 12</sup>

Di Indonesia usia harapan hidup meningkat dari waktu ke waktu. Berdasarkan data proyeksi penduduk tahun 1990 sampai 2025 dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2000 maka jumlah penduduk usia lanjut mencapai 7,28 % ( sekitar 15,2 juta jiwa dari total jumlah penduduk Indonesia ) dan diproyeksikan pada tahun 2020 bertambah menjadi 11,34 % dari total jumlah penduduk Indonesia. Bahkan data USA Bureau of the Cencus memperkirakan pertambahan warga usia lanjut Indonesia adalah terbesar di dunia yaitu 414 % antara 1990-2025. Dengan semakin bertambahnya usia harapan hidup maka dipastikan angka kejadian osteoporosis dan komplikasi fraktur juga semakin meningkat<sup>2</sup>

### 2.3 Anatomi dan Histologi

Tulang merupakan jaringan yang keras, kuat, yang membuat tubuh dapat tegak, tempat melekatnya otot, tempat primer untuk menyimpan dan mengatur kalsium dan fosfat, melindungi bagian-bagian vital tubuh kita, bahkan ruang di tengah-tengah tulang tertentu berisi jaringan hematopoetik yang membentuk berbagai sel darah <sup>12, 21, 22</sup>

Tulang adalah suatu jaringan dinamis yang tersusun dari tiga jenis sel: osteoblast, osteosit dan osteoklas. Osteoblast membangun tulang dengan membentuk kolagen tipe I dan proteoglikan sebagai matriks tulang atau jaringan osteoid melalui suatu proses yang disebut ossifikasi. Osteosit adalah sel-sel tulang dewasa yang bertindak sebagai suatu lintasan untuk pertukaran kimiawi melalui tulang yang padat. Sedangkan osteoklas adalah sel-sel besar berinti banyak yang memungkinkan mineral dan matriks tulang dapat diabsorpsi <sup>23, 24</sup>

Secara garis besar tulang dibedakan menjadi tulang panjang, tulang pendek dan tulang pipih. Tulang terdiri atas daerah kompak pada bagian luar yang disebut korteks dan bagian dalam yang bersifat spongiosa berbentuk trabekulae dan dibagian luar dilapisi periosteum. <sup>25</sup>

Berdasarkan struktur histologisnya, maka tulang dikenal :

**A. Tulang imatur ( non-lamellar bone )**

Terbentuk dari osifikasi endokondral, perlahan-lahan menjadi tulang yang matur dan pada umur 1 tahun tulang imatur tidak terlihat lagi.

**B. Tulang matur ( lamellar bone )**

- Tulang kortikal ( compacta bone ). Tulang kortikal merupakan 80 % dari masa tulang yang membungkus tulang dan tersusun rapat
- Tulang trabekular ( spongiosa, cancellous bone ) Tulang trabekular merupakan 20 % dari masa tulang membentuk bagian dalam tulang menyerupai jala-jala.<sup>12, 26</sup>

## **2.4 Patofisiologi**

Tulang dibentuk di dalam kandungan mulai pada trimester ke 3 kehamilan disebut tulang woven, yang setelah lahir menjadi tulang lamelar yang hanya mengandung 25 gr kalsium dan selanjutnya berkembang terus karena pengaruh lokal dan sistemik dan peningkatan kalsium sampai 1000 gr maka tulang mencapai kematangan. Selama perkembangan tulang memang membutuhkan kalsium yang tinggi, dan setelah mencapai masa pubertas kematangan hormon reproduksi estrogen pada wanita dan testoteron pada laki-laki mempengaruhi terjadinya proses remodeling tulang.. Keterlambatan dan kegagalan pembentukan gonad (sindrom Turner, sindrom Klinefelter)

merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tidak tercapainya puncak masa tulang dan merupakan ancaman terjadinya osteoporosis dini <sup>12</sup>

Secara normal proses osteogenesis dan resorpsi tulang berjalan seimbang sehingga kekuatan tulang tetap dipertahankan. Proses yang berlangsung secara berkesinambungan ini disebut bone remodeling atau bone turnover. Proses remodeling tulang ini diatur oleh sel osteoblas dan osteoklas. Peranan sel tulang osteoblas dalam membentuk formasi tulang dan osteoklas yang berperan dalam proses meresorpsi tulang menyebabkan terjadinya proses remodeling tulang yang tersusun dalam struktur yang disebut BRU (Bone Remodeling Unit). Struktur dari BRU terdiri dari osteoklas di depan diikuti oleh sel osteoblas, di belakang dan ditengah-tengah terdapat kapiler, jaringan saraf dan jaringan ikat. Panjang BRU 1 – 2 mm dengan lebar 0,2 – 4 mm bekerja memahat tulang, meresorpsi tulang dan membentuk tulang baru. Pada orang dewasa sehat diperkirakan 1 juta BRU aktif bekerja sedangkan 2 – 3 juta BRU dalam keadaan non aktif. BRU bekerja pada tulang kortikal maupun tulang trabekular. Pada tulang trabekular, BRU bergeser melewati permukaan memahat menggali (oleh sel osteoklas ) dan kemudian menutupi bekas galian tadi mengganti sel-sel yang rusak dan membentuk tulang baru (oleh sel osteoblas) dengan membentuk matriks tulang (sel kolagen tipe 1) dibawah pengaruh estrogen dan mineralisasi tulang dibawah pengaruh kalsitriol. Proses yang sama terjadi pada tulang kortikal, penyerapan tulang terjadi dalam 3 minggu sedangkan proses

pembentukan tulang membutuhkan waktu sekitar 3 bulan. Masa hidup BRU 6 – 9 bulan, lebih lama dari dari masa hidup osteoblas (3 bulan) dan osteoklas (2 minggu) sehingga diperlukan persediaan banyak sel osteoblas yang dibentuk oleh sel mesenchym pluripotin dan persediaan banyak sel osteoklas yang dibentuk oleh sumsum tulang progenitor hemapoetik <sup>12</sup>

Dengan bertambahnya umur, keseimbangan antara kecepatan formasi dan resopsi tulang akan berubah. Bila resopsi lebih besar akan terjadi penurunan massa tulang. <sup>12, 15</sup>

Selain gangguan pada proses remodeling tulang, faktor lainnya adalah pengaturan metabolisme kalsium dan fosfat. Walaupun terdapat variasi asupan kalsium yang besar, tubuh tetap memelihara konsentrasi kalsium serum pada kadar yang tetap. Pengaturan hemoestatis kalsium serum dikontrol oleh organ tulang, ginjal dan usus melalui pengaturan paratiroid hormon (PTH), hormon kalsitonin, kalsitriol (1,25 (OH) 2 vitamin D) dan penurunan fosfat serum. Faktor lain yang berperan adalah hormon tiroid, glukokortikoid dan insulin, vitamin C dan inhibitor mineralisasi tulang (pirofosfat dan pH darah). Pertukaran kalsium sebesar 1000 mg/harinya antara tulang dan cairan ekstraseluler dapat bersifat kinetik melalui fase formasi dan resopsi tulang yang lambat. Absorpsi kalsium dari gastrointestinal yang efisien tergantung pada asupan kaslium harian, status vitamin D dan umur. Di dalam darah absorpsi tergantung kadar protein tubuh,

yaitu albumin, karena 50 % kalsium yang diserap oleh tubuh terikat oleh albumin, 40 % dalam bentuk kompleks sitrat dan 10 % terikat fosfat <sup>12</sup>

## 2.5 Etiologi dan Klasifikasi

Berdasarkan etiologinya dikenal osteoporosis primer ( idiopatik ) dan osteoporosis sekunder. Dikenal ada dua jenis osteoporosis primer yaitu osteoporosis pada wanita pasca menopause, yang biasanya terjadi 20 – 25 tahun pasca menopause, bentuk ini disebut juga osteoporosis tipe 1. Bentuk yang kedua adalah osteoporosis senile yang terjadi pada pria maupun wanita usia > 75 tahun, disebut juga osteoporosis tipe 2.<sup>25, 26, 27, 28, 29, 30</sup>

Osteoporosis sekunder adalah osteoporosis yang disebabkan oleh penyakit lain yang mengakibatkan kelainan pada tulang, diantaranya:

### 1. Endokrin

- Korteks adrenal : Penyakit Cushing

Penyakit Addison

- Kelainan gonad : Hipogonadism

- Hipofise : Akromegali

Hipopituitarism

- Pankreas : Diabetes mellitus

- Tiroid : Hipertiroid

Hipotiroid

- Para tiroid : Hiperparatiroid

2. Perubahan dan ekspansi pada sumsum tulang.

Mieloma, leukimia, limfoma, metastase pada tulang belakang, anemia.

3. Obat-obatan dan zat tertentu

Steroid, heparin, antikonvulsan, immunosupresan, alkohol.

4. Penyakit kronik.

Penyakit ginjal kronik, insufisiensi hepar, sindroma malabsorpsi saluran cerna.

5. Keadaan defisiensi

Defisiensi vitamin D, defisiensi vitamin C, defisiensi kalsium, malnutrisi.

6. Gangguan metabolisme sejak lahir : homosistinuria.

Beberapa faktor-faktor resiko terjadinya osteoporosis diantaranya <sup>27, 28</sup>

- Usia menopause. Makin dini usia menopause makin tinggi resiko osteoporosis
- Masa puncak tulang. Makin tinggi massa puncak tulang, makin sedikit kemungkinan mendapatkan osteoporosis.
- Kecepatan kehilangan tulang (fast loss)
- Ras. Penelitian di USA mendapatkan wanita ras kaukasia dan Asia lebih besar kemungkinan untuk mendapatkan terjadinya osteoporosis dan patah tulang osteoporotik daripada wanita negro.
- Perokok dan peminum alkohol
- Postur badan. Wanita kurus lebih beresiko osteoporosis dari pada wanita gemuk. Jaringan lemak selain berfungsi sebagai bantalan pelindung



tulang dari benturan, juga meningkatkan hormon estrogen biologis di jaringan lemak.

- Amenorhea. Apapun penyebabnya, amenorrhea menyebabkan kehilangan tulang yang dini. Pada wanita yang menjalani pembedahan kedua indung telur sebelum usia 45 tahun, terbukti mengalami osteoporosis dalam kurun waktu 6 tahun setelah pembedahan.
- Nutrisi. Intake kalsium cukup penting dalam pencapaian dan pemeliharaan massa tulang puncak. Bila kebutuhan kalsium tidak terpenuhi dari diet, maka tubuh akan membongkar cadangan kalsium dalam tulang.

## **2.6 Diagnosis**

### **2.6.1. Manifestasi Klinis**

Manifestasi klinis yang dapat mengarahkan kita kepada osteoporosis dini sangat minim. Pada umumnya osteoporosis berlangsung secara tersamar. Keluhan dapat timbul dengan jelas pada osteoporosis yang sudah lanjut. Beberapa gejala dan tanda-tanda yang perlu diwaspadai sebagai manifestasi klinis osteoporosis antara lain : tubuh terasa makin pendek, kifosis dorsal bertambah, nyeri tulang, gangguan otot, kaku dan lemah seperti didapat pada penderita osteomalasia atau hipotiroidisme, patah tulang akibat trauma ringan, atau secara kebetulan ditemukan gambaran radiologik yang khas. Nyeri punggung bawah adalah salah satu keluhan penderita, biasanya

timbul mendadak. Hal ini disebabkan fraktur kompresi korpus vertebra. Yang sering kali terjadi pada vertebra torakal XII dan lumbal I<sup>3, 4, 5, 15, 31</sup>

## **2.6.2. Pemeriksaan Radiologik**

### **A. Radiologi Konvensional**

Pemeriksaan radiologis banyak mempunyai peranan. Pemeriksaan radiologis konvensional selain dapat mendeteksi adanya osteoporosis, juga dapat menyingkirkan penyakit tulang lain yang bukan osteoporosis tetapi mempunyai gejala yang sama, seperti metastasis tulang, tumor tulang, defisiensi vitamin D dan lain-lain.<sup>11</sup>

Dalam praktek klinik, radiologi konvensional adalah metode yang mudah didapat dan paling sering digunakan. Metode ini cukup akurat, representatif, murah, dosis radiasinya cukup rendah. Informasi tentang struktur tulang yang diberikan dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif.<sup>8 11</sup>

Dasar diagnosis osteoporosis radiologis berdasarkan Peningkatan radiolusensi tulang dan penjarangan trabekula spongiosa, serta korteks yang menipis<sup>8 11</sup>

### **Foto Vertebrae**

Pada tulang vertebrae dasar diagnosis osteoporosis radiologis konvensional dilihat berdasarkan perubahan bentuk corpus vertebrae akibat penurunan stabilitas tulang. Dapat memberikan bentuk baji atau bikonkaf (end plate). Peningkatan radiolusensi tulang dan penjarangan trabekulasi spongiosa<sup>11</sup>

Terdapat beberapa kriteria yang digunakan dalam menentukan osteoporosis vertebrae yaitu: menentukan densitas vertebrae melalui foto lateral setinggi Lumbal 2, 3, atau 1. Vertebrae lumbal 2 lebih disukai kecuali bila terdapat kelainan. Secara radiologis akan tampak tumpang tindih bayangan trabekulae vertikal dan horizontal di dalam korteks tipis yang membungkus korpus vertebrae. Normalnya bayangan ini opaq homogen. Dengan berkurangnya massa tulang, korpus vertebrae menjadi radiolusen secara progresif. Pada proses trabekula transversa lebih cepat hilang sehingga gambaran trabekula vertikal menjadi lebih menonjol. Dengan memperhatikan gambaran tersebut dibuat grading sebagai berikut:

Grade I: Korpus vertebrae radiolusen, pola trabekula tidak dapat dibedakan, garis korteks agak kabur

Grade II: Pola trabekula vertikal menonjol dalam korpus yang relatif radiolusen

Grade III: Korteks masih terlihat, bagian tengah korpus tidak lagi homogen akibat trabekula vertikal yang tampak samar-samar.

Grade IV: Korpus vertebrae padat homogen, opak, end plates dan korteks tidak dapat dibedakan dari korpus.<sup>11</sup>

Rigg memberikan skor pada perubahan bentuk baji korpus atau kompresi sentral berdasarkan beratnya perubahan bentuk dan terkompresi:<sup>11</sup>

- Korpus terkompresi sentral < 25 % Skor 1
- Korpus terkompresi sentral antara 25 % - 50 % Skor 2
- Korpus terkompresi sentral > 50 % atau skor 3
- Korpus bentuk baji > 50 % Skor 4

Meunier memberi skor berdasarkan derajat deformitas dan jumlah korpus vertebra yang terkena (15 buah korpus) pada posisi foto lateral<sup>11</sup>

Skor 1: Normal

Skor 2: Korpus bikonkaf atau baji atau gepeng(Flat)

Skor 4: Korpus vertebrae sudah kolaps

Tulang yang normal memberi skor sebesar 15

Genant dan Minne masing-masing menghitung SDI (Spinal deformity index) berdasarkan VDS (vertebral deformity score). Genant membagi VDS dalam 3 tingkatan :<sup>12</sup>

Grade 0: Normal

Grade 1: Fraktur minimal korpus, sekitar 20 % - 25 % pengurangan tinggi korpus

Grade 2: Fraktur sedang korpus, kira-kira 25 % - 40 % pengurangan tinggi korpus

Grade 3: Fraktur berat, lebih 40 % pengurangan tinggi korpus.

Perhitungan SDI adalah jumlah skor dari korpus yang mengalami deformitas dibagi dengan jumlah korpus tersebut.

SDI Minne mengukur jumlah rata-rata tinggi vertebra anterior, tengah dan posterior dibandingkan tinggi normal<sup>11</sup>

#### **- Foto Metakarpal**

Pengukuran morfometri metakarpal merupakan teknik yang paling sederhana, praktis cepat serta bisa dilakukan di semua rumah sakit kabupaten walaupun hanya dengan menggunakan pesawat rontgen yang sederhana<sup>8,11</sup>

Pemeriksaan radiomorfologi metakarpal merupakan pemeriksaan kualitatif dan kuantitatif dianggap lebih tepat dalam menentukan adanya osteoporosis dan didapatkan hasil hubungan yang bermakna antara rasio tebal korteks dan diameter tulang terhadap hasil biopsi<sup>3, 4, 8</sup>. Menurut penelitian Bachtiar Razak, yang membandingkan penilaian osteoporosis dengan morfometri metakarpal berdasarkan kriteria Smith dan kriteria WHO didapatkan bahwa apabila menggunakan kriteria Smith akan banyak

osteoporosis dini yang tidak terdeteksi daripada kalau kita menggunakan kriteria WHO<sup>8</sup>

Pengukuran yang dilakukan adalah dengan menilai Tebal Total Tulang (TT) dan Tebal Medulla (TM) pada pertengahan metakarpal, paling sering dilakukan pada metakarpal 2 . Selanjutnya dari variabel-variabel hasil pengukuran tersebut didapatkan Skor Tangan ST dilakukan perhitungan sebagai berikut yaitu :

$$ST = \frac{(TT - TM)}{TT} \times 100 \%$$

Dari hasil pengukuran tersebut dilakukan pengelompokan kriteria osteoporosis berdasarkan kriteria WHO :

- ST  $\geq$  50,8 % = Normal
- ST < 50,8 % tapi  $\geq$  44, 1 % = Osteoporosis ringan atau osteopenia
- ST < 44, 1 % Tanpa Fraktur = Osteoporosis sedang
- ST < 44, 1 % Disertai Fraktur = Osteoporosis berat

Dari studi Smith dapat pula dilakukan pengelompokan berdasarkan kriteria Smith:

- ST  $\geq$  44,0 % = Normal
- ST < 44, 0 % Tapi  $\geq$  36,5 % = Osteoporosis sedang
- ST < 36,5 % = Osteoporosis berat<sup>8, 11</sup>

## **Foto Kalkaneus**

Tulang trabekular merupakan jaringan 3 dimensi yang kompleks dan terdiri dari susunan lempeng serta penyangga yang saling berpotongan. Tulang pada setiap trabekular merupakan lapisan tulang lamellar matang dengan osteoid yang terletak secara konsentrik dan memiliki jaringan kanalikular sempurna<sup>32</sup>.

Pada pemeriksaan foto polos kalkaneus dapat dilihat densitas tulang yang rendah atau dengan memperhatikan trabekular dari tulang tersebut.<sup>32</sup> Komponen trabekulasi kalkaneus terdiri dari :<sup>32</sup>



- 1.Trabekula kompresi utama**
- 2.Tabekula kompresi sekunder**
- 3.Trabekula tensil utama**
- 4.Trabekula tensil sekunder**

### **Gambar 1. Pola trabekulasi kalkaneus**

Pola trabekula pada calcaneus dibagi dalam 5 tingkat (grade)<sup>32</sup>

Grade V : Semua komponen trabekula terlihat dan saling menyilang dan distribusinya merata

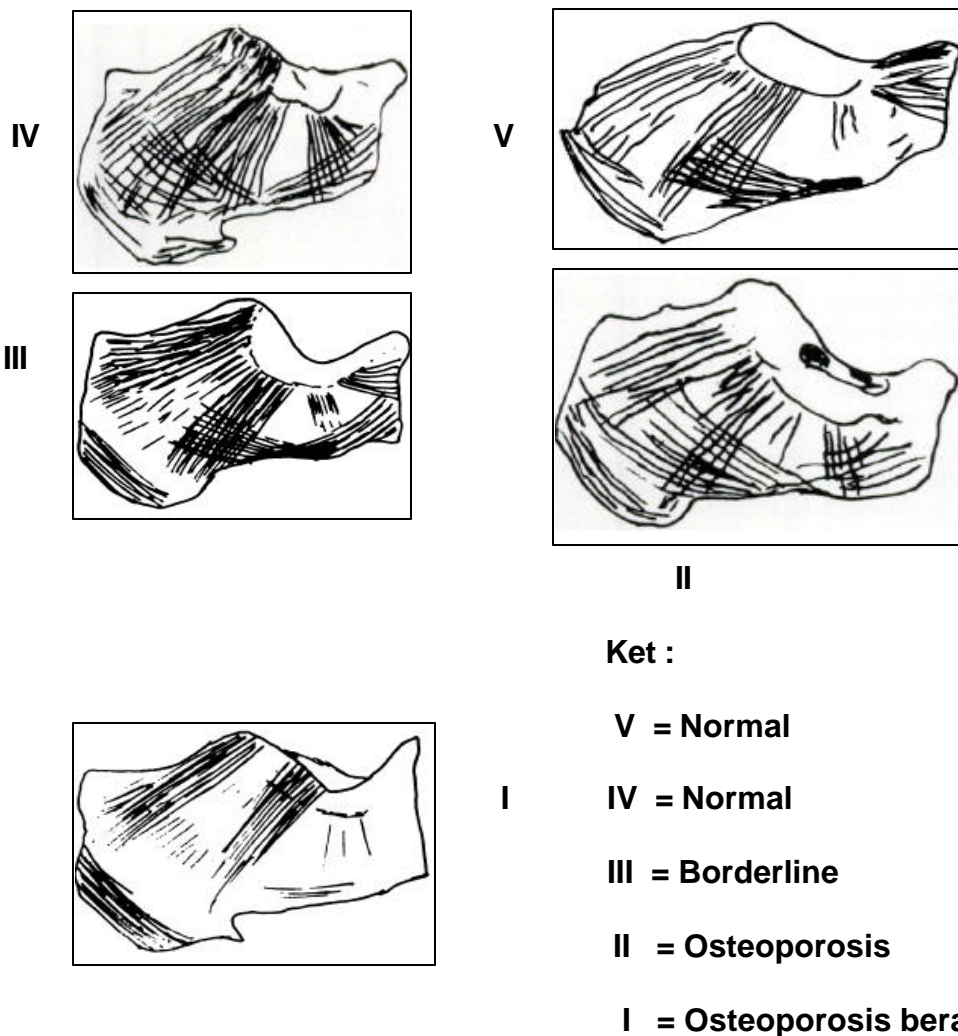
Grade IV : Pola trabekula kompresi terlihat melewati trabekula tensil namun tampak area lusent pada bagian tengah calcaneus

Grade III : Pengurangan trabekular tensil dan hanya sebagian

melewati tabekula kompresi.

Grade II : Pengurangan trabekular tensil baik bagian anterior maupun Posterior

Grade I : Pengurangan trabekular yang banyak antara trabekular kompresi dan trabekular tensil



**Gambar 2: Osteoporosis berdasarkan trabekulasi kalkaneus**



## **B. Pemeriksaan Ultrasonografi (Sonodensitometry)**

Pengukuran densitas tulang dengan kecepatan gelombang suara atau disebut quantitative ultrasound (QUS) pada saat ini hanya mengukur tulang perifer saja. Cara ini tidak menggunakan paparan radiasi, alatnya mobile, pengukuran cepat dan relative murah.<sup>4, 11, 12</sup>

Daya elastisitas tulang telah terbukti berkaitan dengan kecepatan gelombang suara dan kekuatan tulang berkaitan dengan atenuasi ultrasound<sup>4, 11, 12</sup>

## **C. Radioisotop**

Dikenal dua teknik pemeriksaan yaitu single photon absorptiometry (SPA) dan dual photon absorptiometry (DPA). SPA digunakan untuk memeriksa tulang perifer, biasanya pada radius atau kalkaneus. Kendatipun demikian beberapa peneliti telah membuktikan bahwa pemeriksaan densitas tulang di perifer seperti radius dan kalkaneus dapat memprediksi resiko fraktur di tempat lain. Pada SPA digunakan radioisotope I 125 yang mempunyai energi photon rendah sekitar 28 keV. Dosis absorpsi yang diperoleh sekitar 5 mrad (50mGy). Kelemahannya adalah sumber radioisotop yang harus diganti tiap 6 bulan.<sup>4, 11, 12</sup>

Metode DPA mempunyai cara yang sama dengan SPA. Perbedaannya berupa sumber energi yang mempunyai photon dengan 2 tingkat energi yang berbeda sehingga dapat dipakai pada tulang dengan

jaringan lunak yang cukup tebal. Seperti pemeriksaan vertebrae dan femur. Sumber energi yang paling sering digunakan adalah Gd 53 yang mempunyai energi 44 keV dan 100 keV, dosis yang diabsorpsi sekitar 15 mRad (150mGy) dan dapat digunakan untuk selama 13 – 15 bulan. <sup>4, 11, 12</sup>

#### **D. Quantitative Computed Tomography ( QCT )**

QCT adalah densitometri yang cukup ideal karena kemampuannya yang dapat menilai hanya daerah trabekula saja dan tidak terpengaruh oleh adanya artefak klasifikasi ekstra dan intraosius seperti kalsifikasi aorta dan osteofit serta ukuran tinggi, berat badan pasien. Namun kekurangan teknik ini hanya untuk penelitian karena biaya yang besar, dosis radiasi yang dihasilkan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode DXA. <sup>4, 12</sup>

#### **E. Dual Energy X-Ray Absorptiometry ( DXA )**

Secara komersial DXA diperkenalkan tahun 1987, saat ini alat tersebut merupakan salah satu teknik terdepan dan terluas penggunaannya, karena alat ini memberikan hasil yang akurat dalam mengukur Bone Mineral Density ( BMD ), dengan dosis radiasi terhadap pasien yang sangat rendah. Prinsip kerja DXA hampir sama dengan DPQ, dengan cara mengukur transmisi sinar X melalui tubuh dengan dua energi berbeda. Tingkat energi dihasilkan antara 70kVp dan 140 kVp dalam dua sistem yang dapat berganti dengan cepat satu sama lain. Dalam interpretasi hasil DXA harus diperhatikan kelemahan-

kelemahannya seperti software DXA tidak dapat membedakan tulang dengan material beratenuasi tinggi atau kalsifikasi ekstra tulang yang berada dalam lapangan scanning. Hal-hal yang dapat mengurangi keakuratan hasil DXA berasal dari tulang (osteofit, fraktur kompresi vertebra, kalsifikasi aorta yang nyata, skoliosis berat ) dan non tulang (Barium intra luminal, protesa, obat-obatan yang mengandung kalsium, pergerakan pasien ).<sup>4, 12</sup>

Pada wanita dewasa, nilai penentu 2,5 selisih pokok dibawah rata-rata massa tulang untuk orang dewasa yang sehat, atau skor T kurang dari 2,5, merupakan titik penentu yang layak bagi kebanyakan pasien.<sup>4, 12</sup>

Pemeriksaan dengan DXA ini relatif mahal dibandingkan dengan foto konvensional, oleh karenanya sulit dilakukan untuk pasien-pasien yang tidak mampu.<sup>4, 12</sup>

#### **F. Magnetic Resonance Imaging ( MRI )**

Merupakan alat yang tidak ada paparan radiasi. Dengan MRI resolusi tinggi dapat diperoleh imaging struktur trabekula tulang yang baik. Didapatkan adanya korelasi dengan signifikan yang tinggi antara morfologi yang didapat dengan MRI dengan histomorfologi namun pemeriksaan MRI ini relative mahal<sup>4, 12</sup>

## 2.7 Penatalaksanaan

Penanganan yang dapat dilakukan pada penderita osteoporosis :<sup>9</sup>

- Pemeliharaan/Penjagaan tulang yang sudah rapuh
- Diet
- Mencegah jatuh atau kecelakaan
- Hindari Immobilisasi
- Rahabilitasi Medik
- Pemasangan penyanggah tulang belakang

Untuk Menghindari terjadinya osteoporosis dapat dilakukan pencegahan, yaitu dengan menghindari osteoporosis sejak masih anak-anak. Faktor genetik, endokrin, nutrisi dan mekanik, mempunyai sumbangan yang besar pada pembentukan dan pengembangan tulang yang baik dan adekuat. Sangat penting untuk mencapai masa tulang yang optimal selama masa anak-anak dan masa remaja, sehingga kalau nantinya terjadi kehilangan masa tulang, tabungan tulang sudah cukup dan osteoporosis dapat dihindari. Kurangnya nutrisi yang adekuat , aktivitas fisik yang kurang akibat perubahan gaya hidup akan memberi peluang terjadinya osteoporosis<sup>9</sup>