

**HUBUNGAN ASUPAN KALSIMUM, AKTIVITAS
FISIK, PARITAS, INDEKS MASSA TUBUH DAN
KEPADATAN TULANG
PADA WANITA PASCAMENOPAUSE**

***ASSOCIATION BETWEEN CALCIUM INTAKE,
PHYSICAL ACTIVITY, PARITY, BODY MASS INDEX
AND BONE DENSITY ON POSTMENOPAUSAL
WOMEN***



Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat S-2

Magister Gizi Masyarakat

**AI SRI KOSNAYANI
E4E 002 0076**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
Maret
2007**

TESIS
HUBUNGAN ASUPAN KALSIMUM, AKTIVITAS
FISIK, PARITAS, INDEKS MASSA TUBUH DAN
KEPADATAN TULANG
PADA WANITA PASCAMENOPAUSE

DISUSUN OLEH

AI SRI KOSNAYANI
E4E 002 0076

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 2 Maret 2007
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Menyetujui
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr.dr. Hertanto WS, MS, Sp.GK
NIP. 130 808 729

Ir. Suyatno, M.Kes.
NIP. 132 090 148

Mengetahui
Program Studi Magister Gizi Masyarakat
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro
Ketua

Prof. dr. S. Fatimah Muis, M.Sc. Sp.GK
NIP. 130 368 067

Tesis ini Telah Diuji
Oleh Panitia Penguji
Program Studi Magister Gizi Masyarakat
Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro
pada tanggal 2 Maret 2007

Moderator : dr. Martha Irene K., M.Sc.
Notulis : Kris Diyah Kurniasari, SE
Penguji : I. Dr. dr. Hertanto WS, MS, Sp. GK
II. Ir. Suyatno, M.Kes.
III. dr. Ika Syamsul Huda MZ, Sp.PD
IV. dr. S. Fatimah Pradigdo, M.Kes.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Maret 2007

Ai Sri Kosnayani

ABSTRAK

HUBUNGAN ASUPAN KALSIMUM, AKTIVITAS FISIK, PARITAS, INDEKS MASSA TUBUH DAN KEPADATAN TULANG PADA WANITA PASCAMENOPAUSE

AI SRI KOSNAYANI

Latar Belakang : Osteoporosis pada wanita pascamenopause merupakan risiko dari menurunnya kepadatan tulang yang dapat disebabkan oleh kurangnya asupan kalsium, aktivitas fisik, indeks massa tubuh dan besarnya paritas, selain karena disebabkan oleh berkurangnya hormon estrogen yang menyebabkan meningkatnya resorpsi tulang.

Tujuan : Menjelaskan hubungan antara asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, indeks massa tubuh dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

Metode : Metode penelitian ini adalah survey dengan pendekatan *cross-sectional*. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik nonprobabilitas sampel kuota sebanyak 97 orang. Data yang diteliti meliputi asupan kalsium aktivitas fisik, paritas, indeks massa tubuh dan kepadatan tulang. Analisis korelasi bivariat ditentukan dengan menggunakan uji *Product Moment* dari *Pearson*. Untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap kepadatan tulang dianalisis dengan regresi linier ganda.

Hasil : Sebanyak 50,52 % wanita pascamenopause masih beraktivitas fisik ringan dengan rata-rata 717 ($\pm 122,4$) kkal/hari. Sebanyak 63,9 % wanita pascamenopause yang indeks massa tubuhnya normal dengan rata-rata 22,3 ($\pm 3,42$). Rata-rata asupan kalsium 783 ($\pm 185,7$) mg/hari, rata-rata paritas 3 (± 2) kali, dan rata-rata kepadatan tulang yang kecil yaitu 0,7 ($\pm 0,15$) g/cm². Hasil penelitian menunjukkan kepadatan tulang 84,7 % disebabkan oleh asupan kalsium, aktivitas fisik dan paritas, sedangkan 15,3 % dapat dijelaskan oleh sebab lain, dengan model regresi : Kepadatan Tulang = $0,156 + 4,7 \cdot 10^{-4}$ (asupan kalsium) + $3,1 \cdot 10^{-4}$ (aktivitas fisik) - $1,5 \cdot 10^{-2}$ (paritas).

Kesimpulan : Terdapat hubungan positif antara asupan kalsium, aktivitas fisik, dan hubungan negatif antara paritas dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

Kata Kunci : asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, IMT, kepadatan tulang, pascamenopause.

ABSTRACT

ASSOCIATION BETWEEN CALCIUM INTAKE, PHYSICAL ACTIVITY, PARITY, BODY MASS INDEX AND BONE DENSITY ON POSTMENOPAUSAL WOMEN

AI SRI KOSNAYANI

Background : Osteoporotic on postmenopause women are risk from bone density decrease because no adequate calcium intake, the low of physical activity, too large parity, and the low of Body Mass Index. The other risk factor of osteoporotic on postmenopause women is estrogen decrease.

Objective : To explore the association of calcium intake, physical activity, parity, BMI and bone density on postmenopausal women.

Method : This cross sectional study was conducted in a survey method. Sample were taken by nonprobability quota. The total number of postmenopausal women involved in this research were 97. Data on calcium intake were collected by interview using food frequency questionnaire, physical activity data were collected by asking daily activities questionnaire, parity data were collected by questionnaire. Data on bone density were collected by Quantitative Ultrasounds Bone Densitometry. Association between various variable : calcium intake, physical activity, parity, BMI and bone density, were analyzed using Pearson Bivariate Correlation Analysis. The impact of the those variables on bone density was further analyzed by Linear Regression Method.

Result : 50,5 % of postmenopausal women has adequate physical activity with the average 717 ($\pm 122,4$) Cal/day. 63,9 % of postmenopausal women has normal Body Mass Index with a mean 22,3 ($\pm 3,41$). The mean calcium intake was 783 ($\pm 185,7$) mg/day. The mean parity was 4 (± 2), and the mean bone density was 0,7 (± 0.15) g/cm². The study showed that 84,7 % bone density variation can be explained by calcium intake, physical activity, and parity. The final regression model was bone density = $0.156 + 4.7 \cdot 10^{-4}$ (calcium intake) + $3,1 \cdot 10^{-4}$ (physical activity) - $1,5 \cdot 10^{-2}$ (parity).

Conclusion : There was positive association between calcium intake, physical activity, and negative association between parity and bone density on postmenopausal women.

Key word : calcium intake, physical activity, parity, BMI, bone density, postmenopausal

RINGKASAN

HUBUNGAN ASUPAN KALSIUM, AKTIVITAS FISIK, PARITAS, INDEKS MASSA TUBUH DAN KEPADATAN TULANG PADA WANITA PASCAMENOPAUSE

AI SRI KOSNAYANI

Data Departemen Kesehatan tahun 1999 - 2002 mengungkapkan tingkat osteoporosis di Indonesia mencapai tahap yang perlu diwaspadai, yaitu sebesar 19,7% dari seluruh penduduk Indonesia atau sekitar 44.035.295 jiwa (Murden, 1994). Prevalensi ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan di Amerika yang menyerang 44 juta jiwa penduduk (Budisantoro, dan Pradana, 1994). Di Asia seperti dilaporkan oleh WHO (Sankaran, 2000), patah tulang yang disebabkan oleh osteoporosis akan mengalami peningkatan yaitu dari 84.000 orang pada tahun 1986 menjadi 6,26 juta orang pada tahun 2050, dan 71% patah tulang akan terjadi di negara berkembang. Tingginya kejadian osteoporosis pada wanita menyebabkan kondisi ini menjadi masalah kesehatan masyarakat.

Penurunan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause terjadi karena indung telur mengalami penurunan dalam produksi hormon estrogen. Penurunan produksi hormon estrogen akan diikuti dengan meningkatnya kalsium yang terbuang dari tubuh seorang wanita (Perry and O'Hanlan, 2003). Hal ini secara berangsur akan menyebabkan penurunan kepadatan tulang atau terjadi pengurangan dalam massa jaringan tulang per unit volum (g/cm^2), sehingga tulang menjadi tipis, lebih rapuh dan mengandung sedikit kalsium atau tulang semakin keropos. Proses pengeroposan tulang ini disebut

osteoporosis (Murden, 1994). Penurunan kepadatan tulang dengan risiko osteoporosis pada wanita meningkat secara nyata di usia 50 tahun yaitu sekitar usia menopause (Reitz, 1993).

Budisantoro dan Pradana (1994) menjelaskan bahwa penurunan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause selain disebabkan karena menurunnya kadar estrogen, juga dapat disebabkan oleh faktor lain yang ikut mempengaruhi kepadatan tulang yaitu aktivitas fisik, asupan kalsium, asupan vitamin D, asupan fluorida, dan asupan kalium. Begitu pula pengaruh paritas, lamanya menyusui, kebiasaan merokok, mengkonsumsi alkohol dan kafein, serta asupan fosfor (pospat), berat badan kurang dan asupan protein juga dianggap sebagai faktor yang dapat menyebabkan osteoporosis.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

Penelitian ini adalah penelitian observasional yang menggunakan metode survey dengan pendekatan *cross-sectional* untuk mengetahui hubungan antara asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, dan indeks massa tubuh dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause. Asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, indeks massa tubuh dan kepadatan tulang diukur satu kali dalam waktu yang bersamaan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh wanita pascamenopause di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya tahun 2006. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik nonprobabilitas sampel kuota, dengan pertimbangan

sampel lebih representatif untuk diamati dan dianalisis karena karakteristik sampel sudah jelas (Sastroasmoro, 2002). Sampel dalam penelitian ini sebanyak 97 orang dengan kriteria inklusi : wanita pascamenopause minimal 1 (satu) tahun yang berusia ≥ 44 tahun; sukubangsa yang berdomisili minimal 6 (enam) bulan di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya; dan kriteria eksklusi : mengkonsumsi alkohol, mengkonsumsi kopi berlebihan, mengkonsumsi obat-obatan dari kelompok *steroid*, *fenobarbital*, *fenitonin*, diterapi hormon estrogen; dan mengidap penyakit diabetes, diare kronis, penyakit ginjal atau hati.

Asupan kalsium diukur dengan menggunakan kuesioner frekuensi pangan semikuantitatif yang berisi informasi mengenai bahan makanan yang mengandung kalsium dengan ukuran berat, porsi, dan frekuensi asupannya. Dengan menggunakan DKBM 2005 dihitung jumlah asupan kalsium. Data aktivitas fisik diperoleh dengan metoda wawancara menggunakan kuesioner aktivitas fisik yang berisi semua aktivitas responden selama 24 jam terakhir dalam satuan jam. Selanjutnya data dikalikan dengan kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas. Paritas diperoleh dari jawaban kuesioner. Indeks Massa Tubuh dihitung dari pengukuran berat badan dan tinggi badan. Sedangkan kepadatan tulang dihitung dengan mengkonversikan data *Bone Mineral Density (BMD)* yang dihasilkan dari rata-rata tiga kali pengukuran pada tulang telapak kaki dengan menggunakan *Quantitative Ultrasound Bone Densitometry* pada angka kepadatan tulang dalam satuan g/cm^2 dengan menggunakan konversi data dari Meilnikow (2005).

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata umur responden adalah 56 (\pm 7,8) tahun, yang termuda berumur 44 tahun dan yang tertua 76 tahun. Responden rata-rata telah menopause cukup lama yaitu 8 (\pm 7,1) tahun dengan kisaran 1 – 26 tahun. Dilihat dari umurnya, ternyata responden banyak yang telah mengalami menopause dalam umur yang relatif masih muda, karena menurut Perry dan O'Hanlan (2003) menopause umumnya terjadi pada rentang usia 48 – 52 tahun.

Responden mempunyai rata-rata berat badan sebesar 55 (\pm 0,9) kilogram dengan kisaran 37 – 75 kg. Rata-rata tinggi badan responden termasuk cukup untuk orang asia yaitu 1,5 (\pm 0,07) meter, dengan kisaran 1,44 – 1,78 meter. Dari data berat badan dan tinggi badan maka dihitung Indeks Massa Tubuh. Rata-rata Indeks Massa Tubuh responden adalah 22,3 (\pm 3,42) dengan kisaran 14,64 – 31,58. Dengan menggunakan ambang batas IMT untuk Indonesia (Supriasa, Bachyar, Ibnu, 2002), 63,9 % responden tergolong normal, dan hanya 2,1 % yang obesitas.

Rata-rata asupan kalsium responden hanya 783 (\pm 185,7) mg/hari dengan asupan terendah 459,1 mg/hari dan yang tertinggi 1210,7 mg/hari. Jika merujuk pada jumlah Angka Kecukupan Kalsium untuk orang Indonesia (Muhilal, dkk 2004) yaitu 800 mg/hari maka 36% asupan kalsium responden sudah memenuhi Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan.

Rata-rata aktivitas fisik responden sebesar 717 (\pm 122,4) kkal/hari dengan kisaran 449,5 kkalori – 975,5 kkal/hari. Dengan menggunakan

batasan menurut Muhilal dkk (1994) 50,5 % responden beraktivitas ringan, 42,2 % beraktivitas sedang, dan sisanya beraktivitas berat. ,

Rata-rata paritas responden adalah 4 (\pm 2) kali dengan rentang 0 – 8 kali. Dibandingkan dengan anjuran pemerintah untuk memiliki anak cukup dua orang, paritas responden tergolong masih terlalu tinggi.

Rata-rata kepadatan tulang responden 0,7 (\pm 0.15) g/cm² dengan rentang 0.412 – 0.998 g/cm². Pada umumnya kepadatan tulang responden kurang normal, karena batas kepadatan tulang yang normal adalah 1,18 g/cm².

Berdasarkan hasil analisis hubungan bivariat, diketahui terdapat hubungan positif yang kuat ($r = 0,873$) antara jumlah asupan kalsium yang dikonsumsi oleh responden dengan kepadatan tulang ($p = 0,000$) yang berarti semakin banyak asupan kalsium yang dikonsumsi responden maka kepadatan mineral tulang responden semakin besar. Kalsium dibutuhkan untuk pembentukan mineral tulang dan penting untuk pengaturan proses fisiologik dan biokimia. Kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan densitas tulang yang normal (Shroff and Pai, 2000).

Untuk melihat kekuatan hubungan antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang dilakukan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* dan hasilnya menunjukkan terdapat hubungan positif yang kuat ($r = 0,757$, $p = 0,000$) antara aktivitas fisik responden sehari-hari dengan kepadatan tulang, yang berarti semakin berat aktivitas fisik sehari-hari maka tulang responden

semakin padat. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik seperti berjalan kaki, berenang dan naik sepeda pada dasarnya memberikan pengaruh melindungi tulang dan menurunkan *demineralisasi* tulang karena penambahan umur. Hasil penelitian Recker *et.al*, membuktikan pada mahasiswa wanita aktivitas fisik berhubungan dengan penambahan kepadatan mineral tulang belakang (Groff and Groppe, 2000).

Dengan menggunakan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* diperoleh hasil terdapat hubungan negatif yang cukup kuat ($r = -0,701$; $p = 0,000$) antara paritas responden dengan kepadatan tulang, yang berarti semakin sering melahirkan kepadatan tulang responden semakin rendah. Menurut Katz (2000) bahwa kehamilan berhubungan dengan kepadatan tulang, karena kurang lebih 30 g kalsium dari ibu di ambil oleh janin.

Dengan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* diperoleh hasil ada hubungan positif rendah ($r = 0,203$) dan signifikan ($p = 0,046$) antara Indeks Massa Tubuh responden dengan kepadatan tulang, hal ini berarti semakin besar Indeks Massa Tubuh maka tulang responden semakin padat. Hal ini sesuai dengan pendapat Groff. and Gropper (2000) bahwa badan semakin kurus dan kecil, maka makin berisiko mengalami keropos tulang. Pendapat ini juga didukung oleh Shroff dan Pai (2000) bahwa berat badan kurang merupakan salah satu faktor risiko keropos tulang. Karena sebagaimana kita ketahui Indeks Massa Tubuh dihitung dengan membagi berat badan responden oleh kuadrat tinggi badan, jadi makin besar berat badan responden, Indeks Massa Tubuh semakin besar.

Baru 36 % responden yang asupan kalsiumnya memenuhi jumlah yang dianjurkan yaitu 800 mg/hari untuk wanita pascamenopause Indonesia tanpa terapi hormon. Ada hubungan positif yang kuat dan bermakna pada $p < 0.01$ ($r = 0,873$ dan $p = 0.008$) antara asupan kalsium.

50,5% responden memiliki aktivitas fisiknya ringan, 42,37 % sedang dan 7,2 % beraktivitas fisik berat. Ada hubungan positif yang kuat dan bermakna pada $p < 0.01$ ($r = 0,757$ dan $p = 0.000$) antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang responden.

Rata-rata paritas responden cukup banyak yaitu $4 (\pm 2)$ kali dengan rentang 0 – 8 kali yang mengakibatkan berkurangnya kepadatan tulang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya hubungan negatif yang kuat ($r = -0,701$; $p = 0.000$)

63,9 % Indeks Massa Tubuh responden normal, sedikit yang kurus 14,4 % dan obesitas 2,06 %. Ada hubungan positif antara Indeks Massa Tubuh dengan kepadatan tulang responden ($r = 0,203$; $p = 0,046$).

Pengaruh asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas terhadap kepadatan tulang cukup kuat (*adjusted R*² = 0,847). Asupan kalsium dan aktivitas fisik memberikan pengaruh positif terhadap kepadatan tulang sedangkan paritas memberikan pengaruh negatif.

Pengaruh asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas dapat dinyatakan dengan model regresi : Kepadatan Tulang = $0,156 + 4,7 \cdot 10^{-4}$ (asupan kalsium) + $3,1 \cdot 10^{-4}$ (aktivitas fisik) - $1,5 \cdot 10^{-2}$ (paritas). Model regresi ini menunjukkan kenaikan asupan kalsium sebanyak 1 mg/hari maka akan

menambah kepadatan tulang sebesar $4,7 \cdot 10^{-4}$ g/cm²; setiap kenaikan aktivitas fisik sebesar 1 kkal/hari, maka akan menambah kepadatan tulang sebesar $3,1 \cdot 10^{-4}$ g/cm²; setiap kenaikan paritas sebanyak 1 kali, maka kepadatan tulang akan berkurang sebanyak $1,5 \cdot 10^{-2}$ g/cm². Dan nilai determinasi 0,847 menunjukkan 84,7 % kepadatan tulang responden dapat dipengaruhi oleh asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas dan 15,3 % oleh sebab lain seperti asupan fluorida, natrium, dan protein.

Berkaitan dengan hasil penelitian ini, penulis memiliki beberapa saran, yaitu (1) para wanita pascamenopause agar lebih memperhatikan asupan kalsium, dan asupan gizi makanan lainnya terutama vitamin D, karena pada wanita pascamenopause resorpsi tulang berlangsung lebih cepat karena berkurangnya hormon estrogen dan aktivitas fisik sehari-hari; (2) pemeriksaan kepadatan tulang hendaknya dilakukan rutin enam bulan sekali, untuk mengetahui kondisi tulang yang berisiko osteoporosis untuk mencegah akibat yang lebih parah berupa patah tulang; dan (3) untuk wanita yang masih dalam usia di bawah 35 tahun, hendaknya memperhatikan proses pembentukan tulang yang kuat dan padat dengan mengonsumsi kalsium sesuai anjuran, beraktivitas fisik yang cukup dan yang menumpu beban seperti berjalan kaki atau bersepeda, serta memperhatikan paritas, sebagai upaya pencegahan keropos tulang karena penurunan kepadatan tulang pada pascamenopause.

Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati (fikiran) agar kamu bersyukur (QS An-Nahl : 78)

Dengan segenap kasih aku persembahkan untuk :

- 1. Ibunda, yang senantiasa membimbingku untuk berbagi kasih*
- 2. Almarhum ayahanda, yang senantiasa mendorongku untuk melangkah*
- 3. Suamiku, yang senantiasa mengajarku keihlasan*
- 4. Putra-putriku, yang senantiasa memotivasiku untuk bangkit*
- 5. Guru-guruku, yang senantiasa mengajarku ilmu*

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Ai Sri Kosnayani
Tempat, Tanggal Lahir : Tasikmalaya, 4 September 1970
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Jl. Raya Malangbong no. 4 Pasirhuni
Ciawi Tasikmalaya

B. Riwayat Pendidikan

1. SDN Ciawi I Tasikmalaya, tamat tahun 1982
2. SMPN I Ciawi Tasikmalaya, tamat tahun 1985
3. SMAN II Tasikmalaya, tamat tahun 1988
4. Sarjana Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Bandung tamat tahun 1993

C. Riwayat Pekerjaan

1. Dosen Kopertis Wilayah IV Jawa Barat dpk FKIP Universitas Siliwangi Tasikmalaya, tahun 1994 s/d sekarang.
2. Dosen Luar Biasa Daerah di Poltekes Tasikmalaya, tahun 1996 s/d sekarang.
3. Dosen Luar Biasa Daerah di STIKES Respati Tasikmalaya, tahun 2002 s/d sekarang

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Alloh SWT, karena atas berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Hubungan Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik, Paritas, Indeks Massa Tubuh Dan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pascamenopause”**.

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan studi S2 di Program Magister Gizi Masyarakat Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini, masih banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Namun berkat bantuan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. dr. Hertanto WS, M.Si, selaku pembimbing dan penguji I yang telah memberikan motivasi, pengetahuan, dan bimbingan dalam penyusunan tesis ini;
2. Suyatno, Ir., M.Si., selaku pembimbing dan penguji II yang telah memberikan motivasi, pengetahuan, dan bimbingan dalam penyusunan tesis ini;

3. dr. Ika Syamsul Huda MZ, Sp.PD, selaku Penguji III atas semua masukannya;
4. dr. S. Fatimah Pradigdo, M.Kes. selaku penguji IV atas semua masukannya;
5. dr. Martha Irene Kartasurya, M.Sc., selaku Moderator atas semua masukannya;
6. Prof. dr. H. S. Fatimah Muis, M.Sc., Sp. GK, selaku Ketua Program Magister Gizi Masyarakat Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang;
7. Dosen beserta staf karyawan Program Magister Gizi Masyarakat Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang;
8. Asep Andi dan seluruh staf Aventis yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian pengukuran Kepadatan Tulang;
9. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk menempuh pendidikan S2; dan
10. Rekan-rekan kerja di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Siliwangi yang senantiasa memberikan dorongan kepada penulis;
11. Keluarga tercinta, ayahanda (alm), ibunda, suami, putra-purti, kakak dan keponakan, yang selalu mendoakan penulis; dan
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis ini.

Semoga segala amal dan kebaikan semuanya mendapat balasan dari Alloh SWT. Akhirnya penulis berharap, semoga tesis ini dapat diambil

manfaatnya khususnya oleh penulis dan oleh pembaca pada umumnya.
Amin.

Tasikmalaya, Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN KOMISI PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
RINGKASAN.....	vii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvii
KATA PENGANTAR	xviii
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR GAMBAR	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
1. Tujuan Umum.....	6
2. Tujuan Khusus	6
D. Manfaat Penelitian	7
1. Manfaat Teoritis	7
2. Manfaat Praktis	7
E. Keaslian Penelitian.....	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Osteoporosis	9
1. Pengertian Osteoporosis.....	9
2. Klasifikasi Osteoporosis	10
3. Faktor Risiko Osteoporosis	13
4. Pembentukan dan <i>Resorpsi</i> Tulang	20
5. Gizi dan Kepadatan Tulang	22
6. Pengukuran Kepadatan Tulang.....	27
B. Metabolisme Kalsium dan Kepadatan Tulang	33
C. Aktivitas Fisik dan Kepadatan Tulang	39
D. Paritas dan Kepadatan Tulang.....	41
E. Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang.....	42
F. Kerangka Teori.....	43
G. Kerangka Konsep	45
H. Hipotesis Penelitian	45
BAB III METODE PENELITIAN	46
A. Rancangan dan Lokasi Penelitian	46
B. Populasi dan Sampel	46
1. Populasi.....	46
2. Sampel	46
3. Kriteria Sampel	47
a. Kriteria Inklusi	47
b. Kriteria Eksklusi	48
C. Definisi Operasional	48
1. Variabel Terikat	48
2. Variabel Bebas.....	49
D. Prosedur Pengumpulan Data	50
1. Jenis Data	50
2. Cara Pengumpulan Data.....	50

E. Instrumen Penelitian	51
F. Pengolahan dan Analisis Data	52
1. Pengolahan Data	52
2. Analisis Data	54
G. Jadwal Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	56
B. Karakteristik Responden	57
1. Umur	57
2. Ukuran Antropometri	57
3. Asupan Kalsium	59
4. Aktivitas Fisik	60
5. Paritas	61
6. Kepadatan Tulang	62
C. Hubungan Asupan Kalsium dengan Kepadatan Tulang	63
D. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kepadatan Tulang.....	65
E. Hubungan Paritas dengan Kepadatan Tulang	66
F. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Kepadatan Tulang	68
G. Hubungan Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik, Paritas dan Indeks Massa Tubuh dengan Kepadatan Tulang.....	70
H. Keterbatasan Hasil Penelitian	73
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	74
A. Simpulan.....	74
B. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Penelitian yang Relevan	8
2. Perbedaan Osteoporosis Tipe I dan II	12
3. Osteoporosis Berdasarkan <i>T-score</i> Kepadatan Mineral Tulang	31
4. Konversi <i>T-score</i> menjadi Kepadatan Mineral Tulang (g/cm ²).....	32
5. Kebutuhan Energi Untuk Berbagai Aktivitas	40
6. Kategori Ambang Batas IMT Untuk Indonesia	42
7. Jadwal Penelitian.....	55
8. Jumlah Penduduk Kecamatan Ciawi Berdasarkan Umur	56
9. Hasil Uji Normalitas Distribusi Data dengan KS-test	62
10. Ringkasan Hasil Uji Statistik	70
11. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda	71
12. Lanjutan Hasil Analisis Regresi Linier Berganda	71

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Kontruksi Tulang Normal dan Keropos pada Hip.....	28
2. Metabolisme Kalsium (Pencernaan, Absorpsi, Transpor).....	38
3. Kerangka Teori.....	42
4. Kerangka Konsep.....	45
5. Persentase Responden Berdasarkan Indeks Massa Tubuh.....	58
6. Persentase Responden Berdasarkan Asupan Kalsium.....	60
7. Persentase Responden Berdasarkan Aktivitas Fisik.....	61
8. <i>Scatter Plot</i> Hubungan Asupan Kalsium dan Kepadatan Tulang.....	63
9. <i>Scatter Plot</i> Hubungan Aktivitas Fisik dan Kepadatan Tulang.....	65
10. <i>Scatter Plot</i> Hubungan Paritas dan Kepadatan Tulang.....	66
11. <i>Scatter Plot</i> Hubungan Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang	68

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Pernyataan Kesiediaan Menjadi Responden Penelitian	81
2. Kuesioner Penapisan	82
3. Kuesioner	83
4. Kuesioner Frekuensi Pangan Semikuantitatif	84
5. Kuesioner Aktivitas Fisik.....	86
6. Surat Keterangan Penelitian.....	87
7. Data Penelitian	88
8. Analisis Data Penelitian	97
9. Dokumentasi.....	111

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Osteoporosis berarti tulang keropos (*porous bone*) yaitu adanya pengurangan dalam massa jaringan tulang per unit volume, tulang menjadi tipis, lebih rapuh dan mengandung sedikit kalsium (Liliana, 2000). Jika seseorang terkena osteoporosis maka lapisan luar tulang yang keras akan menipis dan rongga-rongga di dalam tulang akan membesar Gallagher (2002).

Data Departemen Kesehatan tahun 1999 - 2002 mengungkapkan tingkat osteoporosis di Indonesia mencapai tahap yang perlu diwaspadai, yaitu sebesar 19,7% dari seluruh penduduk Indonesia atau sekitar 44.035.295 jiwa (Murden, 1994). Prevalensi ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan di Amerika yang menyerang 44 juta jiwa penduduk, yang terbagi ke dalam kelompok yang telah mengalami osteoporosis sebanyak 10 juta orang dan sisanya kelompok yang mempunyai massa tulang yang rendah, sehingga menempatkan mereka pada risiko osteoporosis dan patah tulang sebanyak 34 juta orang. Ditambahkan juga, bahwa di Amerika Serikat setiap tahun terjadi 1.500.000 patah tulang dikarenakan osteoporosis. Australia yang berpenduduk 17 juta melaporkan bahwa 20.000 patah tulang juga disebabkan oleh osteoporosis. Patah tulang karena osteoporosis sering terjadi pada pergelangan tangan, tulang pangkal paha dan tulang belakang

(Budisantoro dan Pradana, 1994). Di Asia seperti dilaporkan oleh WHO dalam (Sankaran, 2000) patah tulang yang disebabkan oleh osteoporosis akan mengalami peningkatan yaitu dari 84.000 orang pada tahun 1986 menjadi 6,26 juta orang pada tahun 2050, dan 71% patah tulang akan terjadi di negara berkembang. Kejadian osteoporosis tertinggi terjadi pada wanita. Satu dari dua wanita dan satu dari delapan laki-laki akan terkena osteoporosis dalam hidupnya. Tingginya kejadian osteoporosis pada wanita menyebabkan kondisi ini menjadi masalah kesehatan masyarakat.

Penurunan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause terjadi karena indung telur mengalami penurunan dalam memproduksi hormon estrogen. Penurunan produksi hormon estrogen akan diikuti dengan meningkatnya kalsium yang terbuang dari tubuh seorang wanita (Perry and O'Hanlan, 2003). Hal ini secara berangsur akan menyebabkan penurunan kepadatan tulang atau terjadi pengurangan dalam massa jaringan tulang per unit volum (gram/cm^2), sehingga tulang menjadi tipis, lebih rapuh dan mengandung sedikit kalsium atau tulang semakin keropos. Proses pengeroposan tulang ini disebut osteoporosis (Murden 1994). Penurunan kepadatan tulang dengan risiko osteoporosis pada wanita meningkat secara nyata di usia 50 tahun yaitu sekitar usia menopause (Reitz, 1993).

Budisantoro, dan Pradana (1994) menjelaskan bahwa penurunan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause selain disebabkan karena menurunnya kadar estrogen, juga dapat disebabkan oleh faktor

lain yang ikut mempengaruhi kepadatan tulang yaitu aktivitas fisik, asupan kalsium, asupan vitamin D, asupan fluorida, dan asupan kalium. Begitu pula pengaruh paritas, lamanya menyusui, kebiasaan merokok, mengkonsumsi alkohol dan kafein, serta asupan fosfor (fosfat), berat badan kurang dan asupan protein juga dianggap sebagai faktor yang dapat menyebabkan osteoporosis. Puncak pembentukan massa tulang (*peak bone mass*) terjadi pada usia 10 – 35 tahun dan sangat tergantung pada asupan kalsium dan aktivitas fisik (Liliana, 2000).

Kalsium merupakan salah satu makromineral dan merupakan unsur mineral terbanyak dalam tubuh manusia yaitu kurang lebih 1000 gram (Groff and Gropper, 2000). Fungsi utama kalsium adalah untuk pembentukan tulang dan gigi. Kebutuhan kalsium harus dipenuhi dari asupan makanan karena kalsium pada makanan diserap pada usus halus dengan proses transport aktif (Martin, 1985). Selanjutnya Chaney (1993) menambahkan bahwa faktor-faktor yang membantu penyerapan kalsium adalah Vitamin D3 (kalsitriol), hormon-hormon (paratiroid, hormon pertumbuhan, kalsitonin), pH yang asam, diet tinggi protein dan banyak laktosa. Sedangkan faktor-faktor yang menghambat penyerapan kalsium adalah pH yang alkalis, gangguan absorpsi lemak, dan adanya pitat, fosfat, dan oksalat.

Kalsium dan vitamin D selalu identik dengan susu dan makanan lain yang merupakan produk susu, seperti keju dan yogurt. Tingginya kejadian osteoporosis dewasa ini digunakan oleh produsen susu untuk

memproduksi susu yang tinggi kalsium, seperti anlene, produgen, dan *Hi-lo* yang ditawarkan kepada para lansia. Sebagaimana kita ketahui mulai usia 50 - 70 tahun terjadi penghilangan massa tulang yang dapat dipercepat dengan diet asam, tinggi kalium, kafein, alkohol, kebiasaan merokok, dan menurunnya kadar estrogen pada wanita pascamenopause (Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia, 2002).

Faktor lain yang sangat mempengaruhi pembentukan dan penghilangan massa tulang adalah aktivitas fisik. Aktivitas fisik dapat mengurangi kehilangan massa tulang bahkan menambah massa tulang dengan cara meningkatkan pembentukan tulang lebih besar daripada resorpsi tulang (Henrich, 2003). Aktivitas fisik yang bermanfaat adalah yang menumpu beban seperti berjalan kaki, bersepeda dan *aerobik*. Kegiatan sehari-hari yang kurang aktif agar diperbaiki untuk mencegah pengurangan kepadatan tulang yang berisiko osteoporosis (Liliana, 2000).

Paritas merupakan salah satu faktor risiko osteoporosis, karena pembentukan kerangka tulang janin akan mengambil 3% kalsium tulang ibu. Selama kehamilan trisemester pertama kurang lebih 5 mmol/hari (200 mg/hari) kalsium diperlukan untuk pertumbuhan janin. Kebutuhan kalsium ibu meningkat dimulai pada kehamilan trimester kedua untuk memenuhi kebutuhan janin dan sebagai simpanan untuk dikeluarkan dalam ASI. Jika asupan kalsium ibu kurang, maka kalsium untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan janin diambil dari tulang ibu (Weaver and Henaey, 2000).

Selain ketiga faktor di atas, salah satu faktor risiko osteoporosis adalah Indeks Massa Tubuh, karena menurut Groof dan Gropper (2000) semakin kurus dan kecil tubuh seseorang maka makin berisiko mengalami osteoporosis.

Di Kabupaten Tasikmalaya, khususnya Kecamatan Ciawi kelompok usia lanjut wanita banyak yang telah bungkuk. Penulis berasumsi bungkuk para lansia mungkin disebabkan oleh osteoporosis pada tulang belakang. Selain itu di Kecamatan Ciawi paritas cukup tinggi dengan kebiasaan masyarakat yang kurang menyukai susu, dan kurang mengkonsumsi ikan laut. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti merasa tertarik untuk mengetahui hubungan asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya.

B. Perumusan Masalah

Dengan berbagai pertimbangan yang telah diuraikan, penelitian ini dilaksanakan untuk menjelaskan hubungan asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause. Secara eksplisit rumusan masalah yang diajukan adalah "apakah terdapat hubungan antara asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause?"

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menjelaskan hubungan antara asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

2. Tujuan Khusus

- a. Menjelaskan hubungan asupan kalsium dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
- b. Menjelaskan hubungan aktivitas fisik dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
- c. Menjelaskan hubungan paritas dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
- d. Menjelaskan hubungan Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Menjadi bahan informasi mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

2. Manfaat Praktis

Dijadikan bahan pertimbangan dalam memberikan pengarahan kepada masyarakat betapa pentingnya memperhatikan asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh karena terkait

dengan menurunnya kepadatan tulang pada saat memasuki usia menopause yang berisiko osteoporosis.

E. Keaslian Penelitian

Berdasarkan telaah literatur yang ada, penelitian yang dilakukan penulis yang belum pernah ada sebelumnya. Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan seperti tersaji pada Tebal 1.

Tabel 1
Penelitian-penelitian yang Pernah Dilakukan

Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Jenis Penelitian	Hasil Penelitian (Kesimpulan)
Gage, Deych, Radford, Nilasena, Binder Maret 1998 – April 1999	<i>Risk of Osteoporosis Fracture in Elderly Women Patients Taking Warfarin</i>	Restrospective Cohort	Penggunaan <i>Warfarin</i> yang terlalu lama berhubungan dengan kejadian patah tulang osteoporotik
Hery Winarsi, Christianti, Slamet Priyanto (1998)	Pemanfaatan Ikan Sarden Sebagai Bahan Pangan Pencegah Terjadinya Osteoporosis	Eksperimen	Mengonsumsi ikan sarden dengan rutin kan menambah kandungan kalsium darah sebagai upaya pencegahan osteoporosis
Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi dan Makanan (1998 – 2000)	Risiko Osteoporosis pada Laki-laki dan Wanita	Deskripsi	Wanita berisiko lebih tinggi dibanding laki-laki yaitu 21,7

Ensrud, et all (2006)	<i>Renal Function and Risk of Hip and Vertebral Fractures in Older Women</i>	a case-cohort study	% berbanding 14,8% Wanita dengan gangguan pencernaan mempunyai peningkatan risiko patah tulang pangkal paha
--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Osteoporosis

1. Pengertian Osteoporosis

Osteoporosis adalah suatu kondisi yang disebabkan oleh proses penuaan dimana tulang melemah dan kehilangan massanya, menjadi tipis, rapuh, dan mudah patah (Budisantoro dan Pradana, 1994). Osteoporosis juga diartikan sebagai demineralisasi tulang yang luas atau penyusutan tulang (Liliana, 2000).

Menurut Hilmy (1995) osteoporosis merupakan terminologi yang dipakai untuk penyakit dengan etiologi pengurangan massa tulang per unit volume. Pada osteoporosis terjadinya pengurangan massa tulang tersebut tanpa disertai penurunan rasio mineral-fase organik yang bermakna, abnormalitas mineral tulang dan matriks organik tidak diketahui. Osteoporosis berarti tulang keropos (*porous bone*) dalam arti adanya pengurangan di dalam massa jaringan tulang per unit volume, tulang menjadi tipis, lebih rapuh, dan mengandung lebih sedikit kalsium (Murden, 1994).

Pengertian osteoporosis yang telah disepakati oleh *Consensus Development Conference Diagnosis Prophylaxis and Treatment of Osteoporosis* tahun 1991 adalah suatu penyakit yang ditandai dengan berkurangnya massa tulang dan menurunnya mikroarsitektur jaringan

tulang, yang menyebabkan peningkatan fragilitas tulang dan peningkatan risiko *fracture* (Hilmy, 1995). *World Health Organization* menentukan *Established Osteoporosis* bila BMD (*Bone Mineral Density*) lebih besar dari 2,5 SD di bawah rata-rata puncak massa tulang (*Peak Bone Mass*) wanita muda yang normal dan didapatkan *fracture*; dikategorikan osteoporosis bila BMD lebih besar dari 2,5 SD di bawah mean, Osteopenia bila BMD antara 1 dan 2,5 SD di bawah mean; dan kategori normal bila BMD tidak lebih dari 1 SD di bawah mean (Meilnikow, 2005).

2. Klasifikasi Osteoporosis

Ada beberapa pendapat tentang klasifikasi osteoporosis. Yang paling dikenal ada dua tipe osteoporosis (Sankaran, 2000), yaitu

- a. Osteoporosis tipe I ditandai dengan demineralisasi pada tulang belakang terutama pada bagian lumbar dan tulang lengan. Osteoporosis tipe I lebih banyak terjadi pada wanita pascamenopause yang berumur antara 51 – 65 tahun atau 10 – 15 tahun sesudah menopause. Karena itu osteoporosis tipe I sering disebut osteoporosis pascamenopause, yang berhubungan dengan menopause dan penurunan produksi estrogen.
- b. Osteoporosis tipe II ditandai dengan *demineralisasi* pada tulang belakang, pelvis, humerus, dan tibia. Terjadi pada laki-laki dan wanita yang berumur diatas 70 – 75 tahun. Pada osteoporosis tipe II, tulang trabekular dan kortikal dipengaruhi oleh peningkatan umur

yang mengakibatkan menurunnya aktivitas sel tulang terutama aktivitas osteoblas. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi terjadinya osteoporosis tipe II adalah penurunan sintesis kalsitriol yang disebabkan oleh menurunnya aktivitas enzim *1-hydroxylase* dalam ginjal dan penurunan absorpsi kalsium intestinal karena penuaan. Jika hal ini terjadi, keadaan akan berlipat apabila ditambah dengan rendahnya asupan kalsium dan atau tingginya asupan fosfor yang memacu peningkatan konsentrasi hormon paratiroid. Karena tingginya konsentrasi hormon paratiroid darah akan merangsang resorpsi tulang dan meningkatkan *demineralisasi* tulang.

Menurut Tjokropawiro (1994) osteoporosis tipe II disebut juga *Senile Osteoporosis*, dimana osteoporosis tipe I dan tipe II mempunyai perbedaan sebagai berikut :

Tabel 2
Perbedaan Osteoporosis tipe I dan II

Parameter	Osteoporosis	
	Tipe I (Menopause)	Tipe II (<i>Senile</i>)
Umur	55 – 57 tahun	≥ 75 tahun
Ratio wanita : pria	6 : 1	2 : 1

<i>Bone loss</i>	trabekular > kortek	trabekular = kortek
Patah tulang	spinal	femur tulang panjang
Penyebab utama	estrogen berkurang	umur
Pentingnya kalsium dalam diet	kurang	sangat penting
Absorpsi kalsium	turun	turun
Hormon Parathyroid	turun	naik

Liliana (2000) mengutip pendapat beberapa orang ahli dalam mengkalsifikasikan osteoporosis. Pertama mengutip pendapat Francis yang membagi osteoporosis ke dalam osteoporosis primer dan sekunder. Pada osteoporosis primer tidak ada kelainan yang mendasar. Osteoporosis primer dibagi dua yaitu osteoporosis tipe I dan tipe II. Sedangkan osteoporosis sekunder terdapat pada keadaan seperti : pengobatan *steroid*, *myeloma*, *metastasis* pada tulang, *hipogonadisme*, *alkoholisme*, *imobilisasi*, *osteogenesis imperfekta* dan sebagainya. Berbeda dengan Francis, Meuriner mengklasifikasikan osteoporosis ke dalam tiga tipe yaitu sebagai berikut : 1) osteoporosis dengan tingkat *remodelling* tinggi; 2) osteoporosis dengan *depresi osteoblastik*, dan 3) osteoporosis dengan *remodelling* yang tidak berubah .

3. Faktor Risiko Osteoporosis

Shroff dan Pai (2000) membagi faktor risiko osteoporosis menjadi dua kelompok, yaitu faktor risiko yang dapat diubah dan faktor risiko yang tidak dapat diubah.

- a. Faktor risiko yang dapat diubah, meliputi : merokok, peminum alkohol, kekurangan asupan kalsium, kurang *exercise*, berat badan kurang, dan penggunaan obat seperti *steroid*, *fenobarbital*, *fenitonin*.
- b. Faktor risiko yang tidak dapat diubah, meliputi : gender perempuan (umumnya perempuan lebih ringan, tulang lebih kecil dibandingkan laki-laki), usia lanjut, riwayat osteoporosis pada keluarga : pada umumnya adalah tipe perawakan tubuh dalam anggota keluarga saling mirip satu sama lainnya, ras : perempuan Asia dan Kaukasia lebih mudah terkena osteoporosis dibandingkan perempuan Australia, dan mengidap beberapa penyakit seperti diabetes, diare kronis, penyakit ginjal atau hati.

Sedangkan Groff dan Gropper (2000) menyebutkan bahwa faktor risiko osteoporosis adalah sebagai berikut :

- a. Kadar estrogen

Estrogen berpengaruh positif terhadap mineralisasi tulang. Kecepatan *resorpsi* dan *deposisi* tulang baru untuk menggantikan yang hilang dipengaruhi oleh sirkulasi kadar estrogen. Pada saat kadar estrogen rendah yang biasanya terjadi pada wanita pascamenopause, atlet dan yang mengkonsumsi obat-obat tertentu seperti *steroid*, *fenobarbital*, *fenitonin* maka kemampuan pembentukan tulang akan menurun sedangkan *resorpsi* tulang akan meningkat.

b. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik sangat mempengaruhi pembentukan massa tulang. Beberapa hasil penelitian menunjukkan aktivitas fisik seperti berjalan kaki, berenang dan naik sepeda pada dasarnya memberikan pengaruh melindungi tulang dan menurunkan *demineralisasi* tulang karena pertambahan umur. Hasil penelitian Recker *et.al* dalam Groff dan Gropper (2000), membuktikan bahwa aktivitas fisik berhubungan dengan penambahan kepadatan tulang spinal.

c. Asupan kalsium

Kalsium merupakan mineral terbanyak dalam tubuh yaitu kurang lebih 1000 gram. Kalsium dibutuhkan untuk *mineralisasi* tulang dan penting untuk pengaturan proses fisiologik dan biokimia. Kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan densitas tulang yang normal (Groff and Gropper, 2000).

d. Asupan vitamin D

Vitamin D mempercepat penyerapan kalsium dalam system pencernaan. Secara khusus vitamin dan hormon berinteraksi dengan reseptor dalam *enterocyte* dan masuk ke dalam inti sel, meningkatkan transkripsi gen berkode *calbindin*. Fungsi *calbindin* sebagai suatu kalsium binding protein dan meningkatkan absorpsi kalsium (Katz, 2000).

e. Asupan fluorida

Fluorida biasanya ditemukan sebagai natrium fluorida (40 – 80 mg/hari) dan berfungsi untuk merangsang pembentukan tulang (aktivitas osteoblas). Sebagai tambahan, dilaporkan bahwa fluorida dapat meningkatkan lebih banyak massa tulang trabekular dan untuk beberapa tulang kortikal dan menurunkan kecepatan patah tulang pada wanita yang menerima fluorida bersamaan dengan kalsium. Tetapi lebih lanjut dijelaskan bahwa suplementasi 75 mg fluorida bersamaan dengan 1.500 mg kalsium gagal untuk mengurangi risiko patah tulang belakang dan meningkatkan risiko *fracture nonvertebral* pada wanita pascamenopause.

f. Asupan Natrium

Natrium mengganggu kalsium tubuh. Natrium diekskresikan dalam urin bersama dengan kalsium. Berat natrium lebih dari 1 mmol (40 mg) per hari akan meningkatkan kalsium urin 1 mmol per hari. Pada wanita yang berumur 8 – 13 tahun, ekskresi natrium urin ditemukan sebagai penentu utama ekskresi kalsium urin. Eksresi natrium urin berhubungan negatif dengan perubahan pada massa tulang bagian panggul pada wanita pascamenopause. Pada kenyataannya pengurangan setengah asupan natrium atau melipatgandakan asupan kalsium diperkirakan akan mengurangi kehilangan massa tulang secara ekivalen. Untuk mengurangi risiko osteoporosis dianjurkan untuk mengurangi asupan natrium.

g. Asupan fosfat (fosfor)

Secara nyata beberapa penelitian memperlihatkan bahwa asupan fosfat (fosfor) yang tinggi akan menurunkan *mineralisasi* tulang. Selain itu fosfat (fosfor) juga mendorong sekresi hormon paratiroid yang secara langsung dapat meningkatkan resorpsi kalsium oleh *renal tubules* sehingga kalsium akan keluar bersama urin.

h. Asupan protein

Protein dan beberapa jenis asam amino terutama yang mengandung sulfur seperti metionin dan sistein dapat meningkatkan ekskresi kalsium dalam urin. Peningkatan asupan protein sebanyak dua kali lipat tanpa mengubah asupan zat gizi lain akan meningkatkan kalsium urin sebanyak 50%. Suatu hubungan positif yang signifikan antara asupan protein dan ekskresi kalsium urin ditemukan pada orang dewasa yang berumur 20 – 79 tahun. Protein dan asam amino pada umumnya dalam makanan alami berkombinasi dengan zat yang mempunyai efek terhadap ekskresi kalsium, karena makanan yang mengandung protein juga biasanya mengandung fosfor. Hasil studi pada suatu kelompok wanita kecepatan pembesaran massa tulang spinal berhubungan positif dengan ratio kalsium : asupan protein.

i. Kebiasaan merokok

Merokok berhubungan dengan massa tulang yang rendah, mempercepat masa menopause dan meningkatkan kehilangan massa tulang pada pascamenopause. Selain itu pada wanita, merokok juga dapat menurunkan sirkulasi konsentrasi estrogen yang dapat meningkatkan kerja osteoklas dalam meresorpsi tulang sehingga menyebabkan tulang kehilangan massanya (Massey and Whiting 1993).

j. Kebiasaan minum kopi

Kafein berhubungan dengan kerusakan keseimbangan kalsium. Kafein dapat mengurangi penyerapan kembali kalsium ginjal, yang mana akan meningkatkan kehilangan kalsium lewat urin. Diperkirakan satu cangkir kopi mengandung cukup kafein yang dapat menyebabkan hilangnya 6 mg kalsium dalam urin (Hernandez, Colditz, Stanipfer, Rosner, 1991). Massey dan Whiting (1993) mengatakan bahwa 300 - 400 mg kafein akan meningkatkan urin kalsium sebanyak 0,25 mmol atau 10 mg/hari dan meningkatkan sekresi kalsium ke dalam usus. Asupan kafein juga berhubungan positif dengan risiko patah tulang pinggul pada wanita paruh baya.

k. Kebiasaan minum alkohol

Menurut Slemenda, Read, Williams, and Johnson (1992) kebiasaan mengkonsumsi alkohol berhubungan dengan

peningkatan kecepatan kehilangan massa tulang pada laki-laki. Sedangkan Laitinen dan Valimiki (1991) menemukan bahwa orang-orang yang meminum alkohol secara berlebihan pada umumnya akan mempunyai massa tulang yang rendah dan menurunnya aktivitas osteoblas. Selain itu juga akan meningkatkan risiko fraktur pada tulang panggul. Kadar hormon paratiroid (HPT) yang tinggi juga berhubungan dengan asupan alkohol.

l. Paritas

Paritas (jumlah anak yang dilahirkan) merupakan faktor risiko osteoporosis, karena pembentukan kerangka tulang janin akan mengambil 3% kalsium tulang ibu. Selama kehamilan trimester pertama kurang lebih 5 mmol/hari (200 mg/hari) kalsium diperlukan untuk pertumbuhan janin. Kebutuhan kalsium ibu meningkat dimulai pada kehamilan trimester kedua untuk memenuhi kebutuhan janin dan sebagai simpanan untuk dikeluarkan dalam ASI. Jika asupan kalsium ibu kurang, maka kalsium untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan janin diambil dari tulang ibu (Weaver and Henaey, 2000).

m. Menyusui

Menurut Kazt (2000) menyusui dapat menjadi faktor risiko osteoporosis, karena menyusui berhubungan dengan kehilangan mineral tulang. Sedangkan Weaver dan Henaey (2000) mengatakan konsentrasi kalsium dalam air susu relatif konstan

yaitu $7 \pm 0,65$ mmol/L (280 ± 26 mg(L). Transfer kalsium harian dari serum ibu ke air susu meningkat dari 4,2 mmol/hari atau 168 mg/hari pada 3 bulan setelah melahirkan menjadi 7 mmol/hari atau 280 mg/hari pada 6 bulan setelah melahirkan. Untuk memenuhi kebutuhan ini, kepadatan tulang ibu akan berkurang dengan kecepatan 1% per bulan, kehilangan ini tidak dapat dicegah dengan suplementasi kalsium dan vitamin D.

4. Proses Pembentukan dan Resorpsi Tulang

Massa tulang dibentuk oleh osteoblas dan diresorpsi oleh osteoklas. Secara normal kedua aktivitas ini masih menunjukkan hal yang positif dimana pembentukan masih lebih banyak dibandingkan dengan resorpsi. Pembentukan massa tulang ini masih menunjukkan angka yang positif sampai mencapai puncaknya pada usia sekitar 35 – 40 tahun. Pada wanita puncak pembentukan tulang ini dicapai lebih awal dibanding pria. Setelah mencapai usia puncak, karena proses penuaan resorpsi tulang oleh osteoklas lebih banyak dibanding pembentukan oleh osteoblas, sehingga terjadi penurunan kepadatan tulang. Penurunan kepadatan tulang pada pria maupun wanita rata-rata 0,3 % per tahun. Tetapi osteoporosis lebih cepat terjadi pada wanita karena setelah menopause, kadar estrogen wanita akan berkurang. Menurut Tjokrowiro (1994) berkurangnya kadar

estrogen berarti akan mempengaruhi peranan estrogen dalam tubuh, yaitu antara lain:

- a. Menghambat resorpsi tulang secara tidak langsung dengan jalan :
 - 1) menghambat hormon para tiroid (HPT) yang merangsang proses resorpsi tulang oleh osteoklas.
 - 2) Merangsang sekresi kalsitonin yang mempunyai efek menghambat resorpsi tulang.
- b. Memperbaiki absorpsi kalsium di usus
- c. Berpengaruh pada metabolisme Vitamin D. Pada wanita pascamenopause terdapat penurunan absorpsi kalsium di usus yang mungkin disebabkan karena menurunnya kadar *1,25-Hidroksi D₃*.
- d. Mungkin didapatkan reseptor estrogen di dalam osteoblas.

Pembentukan tulang oleh osteoblas dirangsang oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Aktivitas (penggunaan otot-otot antigravitasi)
- b. Hormon : Estrogen, Testosteron, Hormon Pertumbuhan, Hormon Tiroid dalam kadar fisiologis, dan Insulin.

Sedangkan resorpsi tulang oleh osteoklas dirangsang oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Immobilisasi (terlalu lama berbaring tanpa aktivitas)
- b. Hormon :

- 1) Glukokortikoid (hormon untuk menekan absorpsi kalsium di usus)
 - 2) Hormon Tiroid yang berlebihan (*Tirotoksikosis*)
 - 3) Paratiroid dirangsang oleh kadar kalsium rendah dan asidosis.
- c. Asidosis (selain merangsang langsung osteoklas, juga dapat melalui rangsangan pada Paratiroid)

5. Gizi dan Kepadatan Tulang

Tulang yang sehat sangat penting untuk pola hidup yang aktif, karena tulang membentuk tubuh, melindungi organ tubuh dan membuat tubuh dapat bergerak, berpindah, berdiri, duduk, dan aktivitas lainnya. Salah satu langkah yang penting untuk menjaga tulang tetap sehat adalah gizi yang baik. Gizi yang baik untuk tulang dimulai dengan diet seimbang terdiri beberapa jenis makanan yang mengandung kalsium, vitamin D, magnesium, fosfor, kalium dan vitamin C (Massey, 1993).

a. Kalsium

Kalsium adalah mineral yang sangat penting untuk memperkaya puncak massa tulang pada masa kanak-kanak dan menjaga tulang tetap kuat selama hidup. Kalsium juga diperlukan untuk menjaga fungsi hati, otot, dan sistem syaraf serta diperlukan untuk membentuk jaringan tulang yang baru. Jika asupan kalsium harian kurang dari yang dianjurkan, maka kalsium akan dikeluarkan

dari tulang masuk ke dalam aliran darah. Hal ini akan menyebabkan tulang menjadi tipis dan lemah. Adapun asupan kalsium yang dianjurkan untuk wanita pascamenopause tanpa terapi hormon menurut *NIH Consensus Conference* dalam Berdanier (1998) adalah 1.500 mg/hari. Sedangkan menurut Angka Kecukupan Gizi Indonesia tahun 2004, asupan kalsium yang dianjurkan untuk wanita yang berumur lebih dari 30 tahun adalah 800 mg/hari (Muhilal, dkk, 2004).

Makanan yang kaya dengan kalsium adalah susu dan produk susu, seperti keju dan yogurt; sayuran yang berwarna hijau gelap, seperti kale, sawi, brokoli; kacang *almond* dan *hazelnuts*; ikan sarden dan salmon; dan makanan yang difortifikasi kalsium seperti jus jeruk, sereal kering, dan roti (Henrich, 2003).

b. Vitamin D

Vitamin D berfungsi bersama-sama dengan kalsium, yaitu membantu membebaskan kalsium dari sistem pencernaan masuk ke dalam aliran darah, membuat kalsium diabsorpsi tulang. Selain itu juga vitamin D membantu menyelamatkan kalsium dari ginjal sebelum dikeluarkan dari tubuh dalam urin (Henrich, 2003).

Makanan yang kaya dengan Vitamin D, diantaranya : lemak dan minyak ikan salmon, makarel, sarden, dan minyak hati ikan cod; sumber makanan alami : kuning telur dan hati; dan makanan yang difortifikasi vitamin D, seperti susu, margarin dan sereal.

Asupan vitamin D yang dianjurkan untuk wanita berumur 25 tahun - > 51 tahun menurut *NIH Consensus Conference* dalam Berdanier (1998) adalah 5 µg/hari. Sedangkan menurut Angka Kecukupan Gizi Indonesia tahun 2004, asupan Vitamin D yang dianjurkan untuk wanita dengan umur 30 – 49 tahun adalah 5 µg/hari, 50 – 64 tahun 10 µg/hari, dan untuk yang 65 tahun atau lebih adalah 15 µg/hari (Muhilal, dkk, 2004).

c. Magnesium

Magnesium adalah suatu mineral yang merangsang produksi hormon kalsitonin yaitu suatu hormon yang meningkatkan kadar kalsium dalam tulang dan mencegah kalsium terabsorpsi oleh bagian lain tubuh. Magnesium juga penting karena membantu mengurangi keasaman darah. Tulang akan mudah kehilangan mineral dan menjadi lemah ketika darah sangat asam. Adapun asupan magnesium yang dianjurkan *NIH Consensus Conference* dalam Berdanier (1998) untuk wanita berumur di atas 21 tahun adalah 280 µg/hari.

d. Kalium

Seperti halnya magnesium, kalium juga mengurangi keasaman darah, kalium membantu memperlambat penghilangan kalsium dan meningkatkan pembentukan tulang. Kalium juga membantu denyut jantung dan menghubungkan impuls syaraf

selain merupakan elektrolit interseluler yang penting (Henrich, 2003).

Makanan yang banyak mengandung kalium antara lain : sayuran hijau berdaun banyak, kacang-kacangan, jeruk, kentang, pisang, padi-padian, sereal, daging, ikan, susu, dan yogurt.

e. Fosfor

Fosfor bekerja bersama-sama dengan kalsium dalam memperkuat dan membentuk tulang dan gigi. Fosfor juga membantu konversi makanan menjadi energi. Diet yang seimbang akan menjaga kecukupan jumlah fosfor. Karena fosfor bekerja bersamaan dengan kalsium, maka yang perlu diperhatikan bahwa kelebihan fosfor secara nyata akan menurunkan kadar kalsium dalam darah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa remaja putri yang mempunyai kebiasaan minum minuman bersoda lebih dari minum susu akan mempunyai kemungkinan tiga sampai lima kali lebih besar untuk mengalami patah tulang dibandingkan dengan yang mendapat asupan fosfor yang cukup (Henrich, 2003).

Makanan yang banyak mengandung fosfor, antara lain produk susu, kuning telur, buncis, daging, ikan, daging ayam, sereal, kacang-kacangan, dan *soft drink*. Asupan fosfor yang dianjurkan *NIH Consensus Conference* dalam Berdanier (1998) untuk wanita berumur di atas 21 tahun adalah 800 µg/hari.

Sedangkan menurut Angka Kecukupan Gizi Indonesia tahun 2004, asupan fosfor yang dianjurkan untuk wanita dengan umur 30 sampai 65 tahun atau lebih adalah 600 μg /hari (Muhilal, dkk, 2004).

f. Vitamin C

Vitamin C membantu pertumbuhan dan menjaga kesehatan tulang, seperti juga halnya pada gigi, gusi, sendi, dan pembuluh darah (Henrich, 2003).

Makanan yang banyak mengandung vitamin C antara lain buah-buahan seperti jeruk, stroberi, semangka, sayuran seperti cabe hijau atau merah, kol, brokoli, dan tomat.

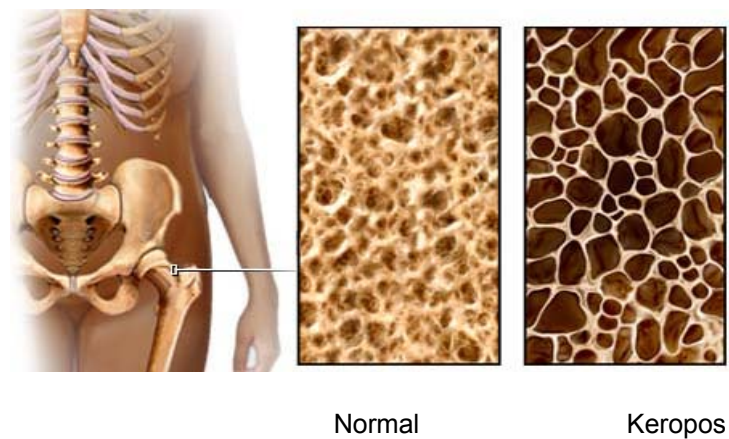
Asupan Vitamin C yang dianjurkan *NIH Consensus Conference* dalam Berdanier (1998) untuk wanita berumur lebih dari 25 tahun adalah 60 μg /hari. Sedangkan menurut Angka Kecukupan Gizi Indonesia tahun 2004, asupan fosfor yang dianjurkan untuk wanita dengan umur 30 sampai 65 tahun atau lebih adalah 75 μg /hari (Muhilal, dkk, 2004).

6. Pengukuran Kepadatan Tulang

Pengukuran kepadatan tulang adalah pengukuran kepadatan mineral (seperti kalsium) pada tulang dengan menggunakan sinar-X spesial, *CT scan*, atau *ultrasounds*. Dari hasil pengukuran kepadatan tulang ini dapat diperkirakan kekuatan tulang (Nissl, 2004).

Pengukuran kepadatan tulang sebaiknya mulai dilakukan pada usia dengan risiko terjadi pengeroposan, yaitu mulai usia 35 tahun. Sejak usia 35 tahun resorpsi tulang lebih dominan dibandingkan dengan proses pembentukan tulang. Sebagaimana dikemukakan oleh Tjokprawiro (1994), puncak pembentukan massa tulang (*peak bone mass*) terjadi pada usia 10 – 35 tahun dan sangat tergantung pada asupan kalsium dan aktivitas fisik.

Gambar 1 (Meilnikow, 2005) menunjukkan perbedaan kepadatan tulang pangkal paha yang normal dengan yang keropos :



Gambar 1

Konstruksi Tulang Normal dan Keropos pada Tulang Pangkal Paha

Beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengukur kepadatan mineral tulang adalah sebagai berikut (Nissl, 2004) :

- a. *Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)*, menggunakan dua sinar-X berbeda, dapat digunakan untuk mengukur kepadatan tulang belakang dan pangkal paha. Sejumlah sinar-X dipancarkan pada bagian tulang dan jaringan lunak yang dibandingkan dengan

bagian yang lain. Tulang yang mempunyai kepadatan tulang tertinggi hanya mengizinkan sedikit sinar-X yang melewatinya. *DEXA* merupakan metode yang paling akurat untuk mengukur kepadatan mineral tulang. *DEXA* dapat mengukur sampai 2% mineral tulang yang hilang tiap tahun. Penggunaan alat ini sangat cepat dan hanya menggunakan radiasi dengan dosis yang rendah tetapi lebih mahal dibandingkan dengan metode *ultrasounds*.

- b. *Peripheral dual-energy X-ray absorptiometry (P-DEXA)*, merupakan hasil modifikasi dari *DEXA*. Alat ini mengukur kepadatan tulang anggota badan seperti pergelangan tangan, tetapi tidak dapat mengukur kepadatan tulang yang berisiko patah tulang seperti tulang belakang atau pangkal paha. Jika kepadatan tulang belakang dan pangkal paha sudah diukur maka pengukuran dengan *P-DEXA* tidak diperlukan. Mesin *P-DEXA* mudah dibawa, menggunakan radiasi sinar-X dengan dosis yang sangat kecil, dan hasilnya lebih cepat dan konvensional dibandingkan *DEXA*.
- c. *Dual photon absorptiometry (DPA)*, menggunakan zat radioaktif untuk menghasilkan radiasi. Dapat mengukur kepadatan mineral tulang belakang dan pangkal paha, juga menggunakan radiasi sinar dengan dosis yang sangat rendah tetapi memerlukan waktu yang cukup lama.
- d. *Ultrasounds*, pada umumnya digunakan untuk tes pendahuluan. Jika hasilnya mengindikasikan kepadatan mineral tulang rendah

maka dianjurkan untuk tes menggunakan *DEXA*. *Ultrasounds* menggunakan gelombang suara untuk mengukur kepadatan mineral tulang, biasanya pada telapak kaki. Sebagian mesin melewatkan gelombang suara melalui udara dan sebagian lagi melalui air. *Ultrasounds* dalam penggunaannya cepat, mudah dan tidak menggunakan radiasi seperti sinar-X. Salah satu kelemahan *Ultrasounds* tidak dapat menunjukkan kepadatan mineral tulang yang berisiko patah tulang karena osteoporosis. Penggunaan *Ultrasounds* juga lebih terbatas dibandingkan *DEXA*.

- e. *Quantitative computed tomography (QTC)*, adalah suatu model dari *CT-scan* yang dapat mengukur kepadatan tulang belakang. Salah satu model dari *QTC* disebut *peripheral QCT (pQCT)* yang dapat mengukur kepadatan tulang anggota badan seperti pergelangan tangan. Pada umumnya pengukuran dengan *QCT* jarang dianjurkan karena sangat mahal, menggunakan radiasi dengan dosis tinggi, dan kurang akurat dibandingkan dengan *DEXA*, *P-DEXA*, atau *DPA*.

Hasil pengukuran kepadatan mineral tulang dapat dilaporkan dalam beberapa bentuk, yaitu :

- a. *T-score*

T-score hasil pengukuran kepadatan tulang dibandingkan dengan nilai rata-rata kepadatan tulang sehat pada umur 30 tahun.

Nilai kepadatan mineral tulang selanjutnya dilaporkan sebagai standar deviasi dari mean kelompok yang direferensikan.

- 1) Nilai negatif (-) mengindikasikan bahwa tulang mempunyai kepadatan yang lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata kepadatan tulang sehat pada usia 30 tahun.
- 2) Nilai positif (+) mengindikasikan bahwa tulang mempunyai kepadatan mineral yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kepadatan tulang sehat pada usia 30 tahun.

Tabel 3 menunjukkan definisi osteoporosis berdasarkan *T-score* menurut *World Health Organization*.

Tabel 3

Osteoporosis berdasarkan <i>T-score</i> Kepadatan Mineral Tulang	
	<i>T-score</i>
Normal	$-1 \leq SD < 2,5$
Kepadatan mineral tulang rendah (osteopenia)	$-2,5 \leq SD < -1$
Osteoporosis	$< - 2,5$
Osteoporosis parah	$< - 2,5$ dan adanya satu atau lebih <i>fracture</i>

Dari berbagai hasil penelitian dan pengukuran diperoleh konversi nilai *T-score* dengan nilai kepadatan mineral tulang (g/cm^2), sebagaimana terlihat pada Tabel 4 (Meilnikow, 2005).

Tabel 4

Konversi *T-score* menjadi Kepadatan Mineral Tulang (g/cm^2)

T-score	KMT	T-score	KMT	T-score	KMT
- 5.0	0.580	-2.7	0.856	-0.4	1.132
- 4.9	0.592	- 2.6	0.868	-0.3	1.144
- 4.8	0.604	- 2.5	0.880	-0.2	1.156
- 4.7	0.616	-2.4	0.892	-0.1	1.168
- 4.6	0.628	-2.3	0.904	0	1.180
-4.5	0.640	-2.2	0.916	0.1	1.192
-4.4	0.652	-2.1	0.928	0.2	1.204
-4.3	0.664	-2.0	0.940	0.3	1.216
-4.2	0.676	-1.9	0.952	0.4	1.228
-4.1	0.688	-1.8	0.964	0.5	1.240
-4.0	0.700	-1.7	0.976	0.6	1.252
- 3.9	0.712	-1.6	0.988	0.7	1.264
- 3.8	0.724	-1.5	1.000	0.8	1.276
-3.7	0.736	-1.4	1.012	0.9	1.288
-3.6	0.748	-1.3	1.024	1.0	1.300
-3.5	0.760	-1.2	1.036	1.1	1.312
- 3.4	0.772	-1.1	1.048	1.2	1.324
-3.3	0.784	-1.0	1.060	1.3	1.336
-3.2	0.796	-0.9	1.072	1.4	1.348
-3.1	0.808	-0.8	1.084	1.5	1.360
-3.0	0.820	-0.7	1.096	1.6	1.372
-2.9	0.832	-0.6	1.108	1.7	1.384
-2.8	0.844	-0.5	1.120	1.8	1.396

b. Z-score

Nilai kepadatan mineral tulang yang diperoleh dibandingkan dengan hasil yang lain dari kelompok orang yang mempunyai umur, jenis kelamin, dan ras yang sama. Hasilnya disebut (*Z-score*). Nilai ini diberikan dalam standar deviasi (SD) dari nilai rata-rata kelompoknya.

- 1) Nilai negatif (-) mengindikasikan bahwa tulang mempunyai kepadatan yang lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata kepadatan tulang yang lain dalam kelompoknya.

2) Nilai positif (+) mengindikasikan bahwa tulang mempunyai kepadatan mineral yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kepadatan tulang yang lain dalam kelompoknya.

Yang dijadikan sebagai acuan dalam penentuan kepadatan tulang adalah hasil pengukuran dalam *T-score* karena ada referensi dari hasil penelitian.

B. Metabolisme Kalsium dan Kepadatan Tulang

Kalsium merupakan mineral terbanyak dalam tubuh yaitu kurang lebih 1000 gram. Kalsium dibutuhkan untuk pembentukan mineral tulang dan penting untuk pengaturan proses fisiologik dan biokimia. Kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan kepadatan tulang yang normal. Terdapat beberapa hormon yang mengatur keseimbangan kalsium darah, yaitu hormon paratiroid, kalsitriol dan kalsitonin (Granner, 1993) :

1. Hormon Paratiroid

Hormon paratiroid mengembalikan kadar kalsium cairan ekstraseluler dengan bekerja langsung pada tulang dan ginjal, dan secara tidak langsung pada usus yaitu dengan menstimulasi sintesis kalsitriol. Hormon ini melakukan fungsinya dengan cara :

- a. meningkatkan kecepatan disolusi tulang melalui fase organik dan anorganik, yang diikuti dengan perpindahan kalsium ke dalam cairan ekstraseluler;
- b. mengurangi ekskresi kalsium dari ginjal sehingga meningkatkan kadar kalsium dalam cairan *ekstraseluler*; dan
- c. meningkatkan absorpsi kalsium oleh usus dengan meningkatkan pembentukan kalsitriol.

Efek hormon paratiroid paling cepat pengaruhnya pada ginjal, akan tetapi efek paling besar pada tulang. Hormon paratiroid dapat mencegah *hipokalsemia* pada waktu terjadi kekurangan kalsium melalui pengaruhnya pada substansi tulang, yaitu yang merangsang osteoklas untuk meresorpsi tulang.

2. Homon Kalsitriol

Kalsitriol adalah metabolit vitamin D berupa *1,25-dihidroksi* vitamin D. Vitamin D yang diperlukan untuk sintesis kalsitriol sebagian besar dihasilkan dalam lapisan *malpighi epidermis* kulit dari *7-dihidroksikolesterol* melalui reaksi fotolisis tanpa enzim dan memerlukan sinar matahari atau ultra violet. Berkurangnya *7-dihidroksikolesterol* pada lapisan epidermis mempunyai hubungan dengan keseimbangan negatif kalsium, yang terjadi pada usia lanjut. Adanya vitamin D yang mengikat protein, dapat mengikat vitamin D3 dari kulit atau usus dan membawanya ke hati. Vitamin D3 di hati

mengalami hidroksilasi yaitu suatu reaksi utama dalam pembentukan kalsitriol untuk membentuk *1,25-dihidroksi D3*, dan selanjutnya masuk sirkulasi dan diangkut ke ginjal oleh vitamin D yang mengikat protein.

Dalam ginjal terjadi hidroksilasi lebih lanjut pada posisi C1 oleh enzim *1 α -hidroksilase*, membentuk *1,25-dihidroksi D3* yang aktif secara biologik (kalsitriol). Proses ini terjadi di dalam mitokondria sel-sel *tubulus kontortis proksimalis* ginjal melalui suatu kompleks reaksi yang memerlukan NADPH, Mg^{2+} , molekul oksigen dan enzim-enzim : feredoksin, feredoksin reduktase dan sitokrom P450.

Enzim *1 α -hidroksilase* terdapat pula pada jaringan ekstrarenal, terutama plasenta dan berbagai jaringan antara lain jaringan tulang. Hormon estrogen, progestin, dan endrogen meningkatkan aktivitas *1 α -hidroksilase* pada burung yang sedang ovulasi, namun peranan hormon-hormon tersebut bersama-sama, dengan insulin, hormon pertumbuhan dan *prolaktin* pada mamalia masih belum pasti.

Keadaan kadar kalsium rendah menyebabkan peningkatan aktivitas *1 α -hidroksilase* dan hormon paratiroid. Kerja hormon paratiroid masih belum jelas, tetapi pada suatu penelitian ditemukan dapat merangsang aktivitas *1 α hidroksilase*, baik pada hewan yang kekurangan vitamin D maupun yang diobati dengan vitamin D.

Hormon kalsitriol adalah satu-satunya hormon yang dapat meningkatkan perpindahan kalsium melintasi membran sel usus. Menurut para peneliti, efek kalsitriol untuk meningkatkan absorpsi

kalsium dalam usus adalah dengan meningkatkan salah satu atau seluruh tahap-tahap berikut :

- a. pengambilan kalsium lewat membran mikrovilli;
- b. perpindahan kalsium melintasi membran sel mukosa; dan
- c. aliran keluar (*refluks*) melintasi membran lateral basalis ke dalam cairan ekstraseluler.

Produksi kalsitriol diatur dengan ketat dan ada mekanisme yang sangat sempurna untuk pengendalian kadar kalsium dalam cairan ekstraseluler, yang menjamin konsentrasi kalsium dan fosfat yang sesuai supaya dapat disimpan dalam serabut kolagen tulang sebagai kristal hidroksiapatit, walaupun terdapat fluktuasi yang nyata dari kalsium dalam makanan.

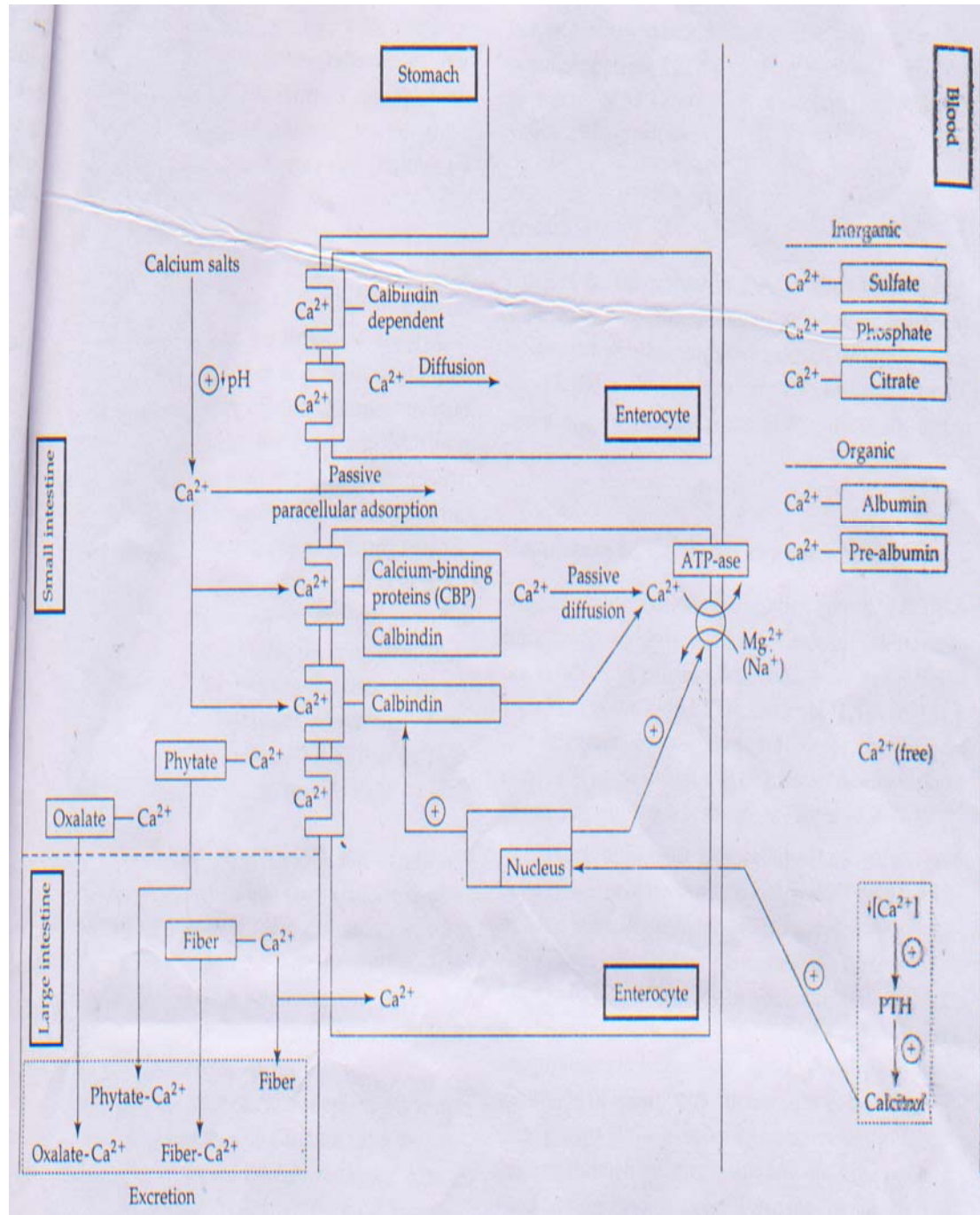
3. Hormon Kalsitonin

Kalsitonin adalah hormon polipeptida dengan 32 asam amino, disekresi terutama oleh sel-sel C parafolikuler kelenjar tiroid, juga terdapat dalam paru-paru, timus, dan otak. Ditemukan oleh Capp, Davidson, Cheney pada tahun 1961 sebagai hormon *hipokalsemik*. Pada hasil penelitian *invitro* dan *invivo* didapatkan bahwa efek hipokalsemik Kalsitonin terjadi oleh karena penghambatan langsung pada resorpsi tulang oleh sel osteoblast dan osteosit. Beberapa bukti menunjukkan bahwa kalsitonin juga merangsang pembentukan tulang oleh sel osteoblast. Kerja hipokalsemik dan penghambatan produksi

tulang tidak mutlak dan penderita hiperkalsitonin tidak akan mengalami hipokalsemik (Hilmy, 1995).

Faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi metabolisme kalsium tulang antara lain adalah faktor pertumbuhan yang juga merupakan polipeptida yang disintesis oleh sel-sel jaringan termasuk tulang, mempunyai efektifitas mitogenik dan sebagai pengatur metabolisme jaringan. Diperkirakan faktor-faktor pertumbuhan ini mempunyai peranan penting dalam metabolisme tulang, mungkin sebagai perantara dalam efek-efek hormon sistemik.

Untuk lebih jelasnya metabolisme kalsium dalam tubuh kita dapat dilihat pada Gambar 2 (Groff and Gropper, 2000).



Gambar 2

Metabolisme Kalsium (Pencernaan, Absorpsi, Transpor)

C. Aktivitas Fisik dan Kepadatan Tulang

Menurut Henrich (2003) aktivitas fisik sangat mempengaruhi pembentukan massa tulang. Beberapa hasil penelitian menunjukkan aktivitas fisik seperti berjalan kaki, dan naik sepeda pada dasarnya memberikan pengaruh melindungi tulang dan menurunkan *demineralisasi* tulang karena pertambahan umur. Hasil penelitian Recker *et.al.* dalam Groff dan Gropper (2000), membuktikan bahwa aktivitas fisik berhubungan dengan penambahan kepadatan tulang belakang .

Aktivitas fisik harus mempunyai unsur pembebanan pada tubuh atau anggota gerak dan penekanan pada aksis tulang, seperti jalan kaki, *jogging*, *aerobik* (termasuk dansa) atau jalan naik turun bukit (Nuhonni, 2000). Aktivitas fisik juga dapat dilihat dari kebutuhan energi untuk aktivitas yang dilakukan sehari-hari dengan cara mencatat semua waktu kegiatan dalam satuan jam dan selanjutnya dikalikan dengan kebutuhan energi untuk tiap jenis aktivitas dalam satuan kalori/kg berat badan/jam. Kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Kebutuhan Energi untuk Berbagai Aktivitas

Aktivitas	kal/kg/ jam	Aktivitas	kal/kg /jam
Bersepeda (cepat)	7,6	Main piano (sedang)	1,4
Bersepeda (sedang)	2,5	Membaca keras	0,4
Bertukang/kayu (berat)	2,3	Berlari	7,0
Menyulam	0,4	Menjahit, tangan	0,4
Berdansa (cepat)	3,8	Menjahit mesin jahit tangan	0,6
Berdansa (lambat)	3,0	Menjahit mesin jahit motor	0,4
Mencuci piring	1,0	Menyanyi, keras	0,8
Mengganti baju	0,7	Duduk diam	0,4
Menyetir mobil	0,9	Berdiri tegap	0,6
Makan	0,4	Berdiri relaks	0,5
Mencuci pakaian	1,3	Menyapu lantai	1,4
Tiduran	0,1	Berenang 3 ½ km/jam	7,9
Mengupas kentang	0,6	Mengetik, cepat	1,0
Main pingpong	4,4	Berjalan 3 km/jam	2,0
Menulis	0,4	Berjalan 6,8 km/jam (cepat)	3,4
Mengecat kursi	1,5	Berjalan 10 km/jam (sangat cepat)	9,3

Sumber : Guthrie (1986)

Menurut Muhilal dkk (1994), melalui perhitungan Angka Metabolisme Basal (AMB) responden dengan menggunakan persamaan menurut FAO (1985) :

Wanita dengan usia 30 – 60 tahun : 8,7 BB + 829 kkal

Wanita dengan usia > 60 tahun : 10,5 BB + 596 kkal

aktivitas fisik dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

- 1) ringan (jenis kegiatan 25% waktu digunakan untuk duduk atau berdiri, 75 % untuk berdiri atau bergerak) untuk wanita kebutuhan energi totalnya (AMB + aktivitas fisik) atau sebesar 1,55 AMB;

- 2) sedang (jenis kegiatan 40% waktu digunakan untuk duduk atau berdiri, 60 % untuk berdiri atau bergerak) untuk wanita kebutuhan energi totalnya (AMB + aktivitas fisik) atau sebesar 1,70 AMB;
- 3) berat (jenis kegiatan 75% waktu digunakan untuk duduk atau berdiri, 25 % untuk berdiri atau bergerak) untuk wanita kebutuhan energi totalnya (AMB + aktivitas fisik) atau sebesar 2,00 AMB.

D. Paritas dan Kepadatan Tulang

Paritas (jumlah anak yang dilahirkan) akan menurunkan kepadatan tulang ibu, karena pembentukan kerangka janin akan mengambil 3% kalsium tulang ibu. Selama kehamilan trisemester pertama kurang lebih 5 mmol/hari (200 mg/hari) kalsium diperlukan untuk pertumbuhan janin. Kebutuhan kalsium ibu meningkat dimulai pada kehamilan trimester kedua untuk memenuhi kebutuhan pembentukan kerangka tulang janin dan sebagai simpanan untuk dikeluarkan dalam ASI. Jika asupan kalsium ibu kurang, maka kalsium untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan janin diambil dari tulang ibu (Weaver and Henaey, 2000).

Anak yang telah dilahirkan selalu dilanjutkan dengan menyusui. Menyusui juga dapat mengurangi kepadatan tulang, karena menyusui berhubungan dengan kehilangan mineral tulang. Konsentrasi kalsium dalam air susu relatif konstan yaitu $7 \pm 0,65$ mmol/L (280 ± 26 mg/L). Transfer kalsium harian dari serum ibu ke air susu meningkat dari 4,2

mmol/hari (168 mg/hari) pada 3 bulan setelah kelahiran menjadi 7 mmol/hari (280 mg/hari) pada 6 bulan setelah melahirkan (Katz, 2000).

E. Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang

Indeks Massa Tubuh (IMT) menurut Bender (1997) dapat dihitung dari data berat badan dan tinggi badan dengan menggunakan persamaan berikut :

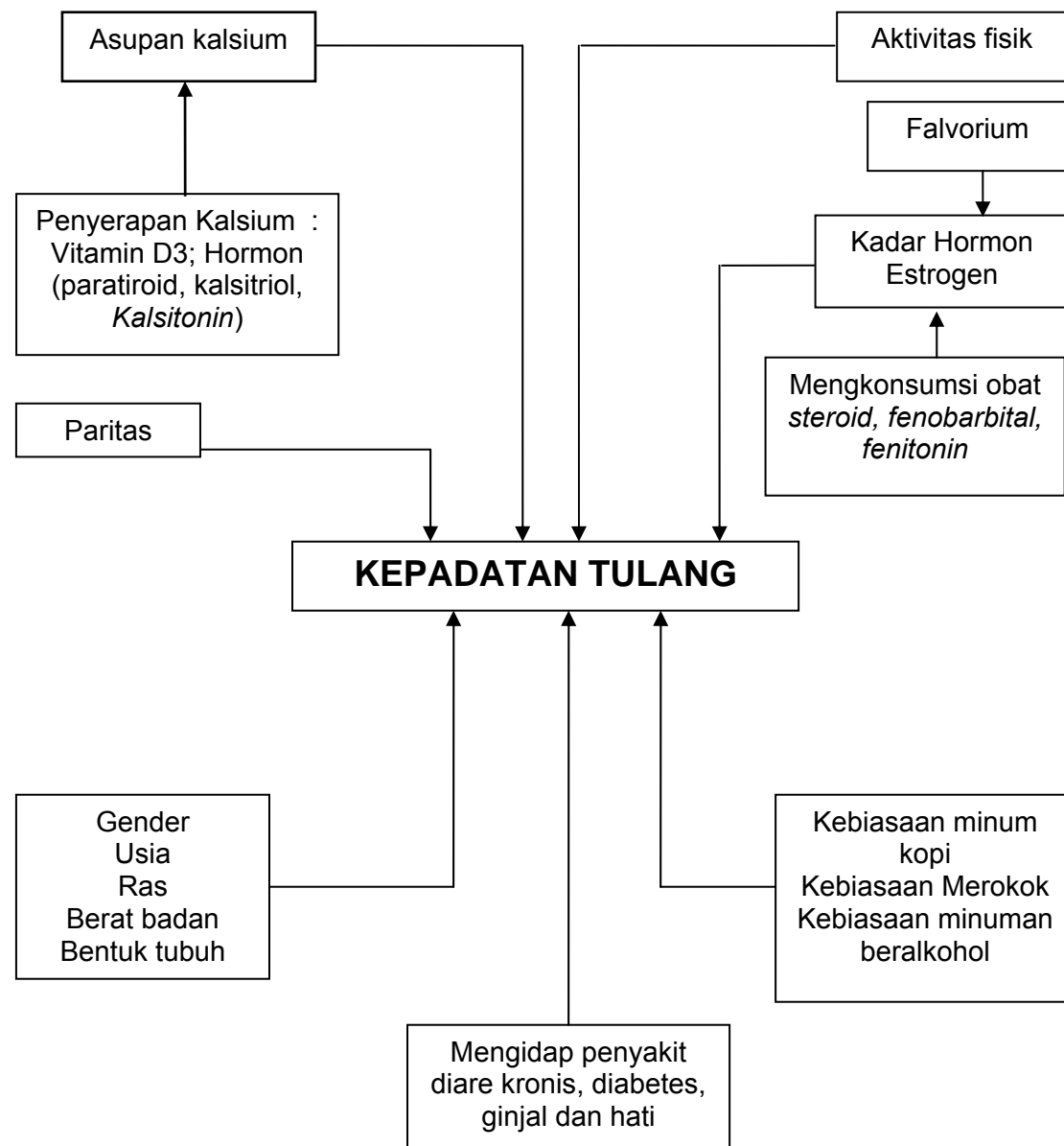
$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan}^2 \text{ (m)}}$$

selanjutnya Indeks Massa Tubuh dapat dikelompokkan dengan menggunakan pedoman praktis memantau status gizi dewasa menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia dalam Supriasa, Bachyar, dan Fajar (2002) seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6
Kategori Ambang Batas IMT Untuk Indonesial

BMI	Status Gizi
< 18,5	Kurus
18,5 <25	Normal
25 s.d 27	Gemuk
> 27	Obesitas

F. Kerangka Teori



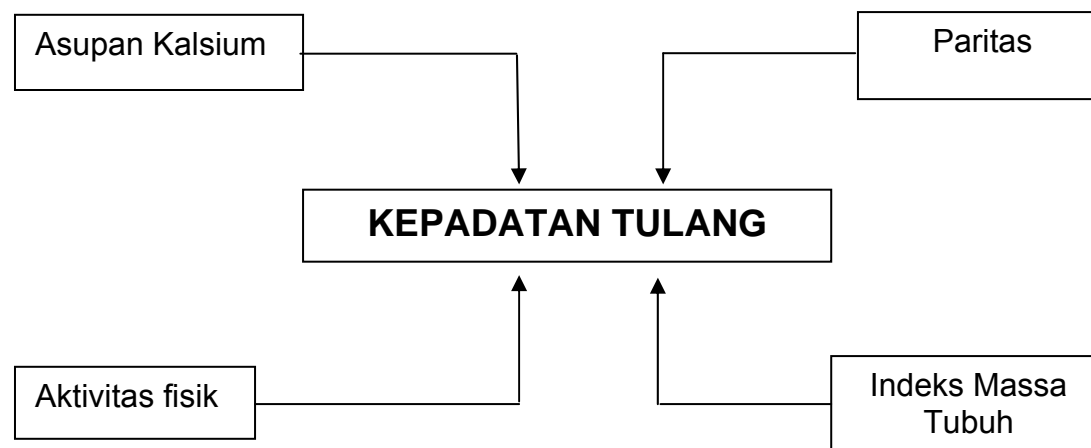
Gambar 3
Kerangka Teori

Kepadatan tulang merupakan variabel terikat yang diukur dengan menggunakan alat *Quantitative Ultrasound Bone Densitometry*. Asupan kalsium responden dihitung berdasarkan jawaban responden pada

Kuesioner Frekuensi Pangan *Semi Quantitative*, jumlah anak yang dilahirkan berdasarkan jawaban responden melalui kuesioner, aktivitas fisik diukur dengan menggunakan Kuesioner Aktivitas Fisik, sedangkan dari data berat badan dan tinggi badan langsung dihitung Indeks Massa Tubuh responden.

Sedangkan variabel lain yang mempengaruhi hasil penelitian ini dikendalikan dengan cara memasukkannya pada kriteria inklusi sampel. Variabel ras, menopause, gender, dan usia dikendalikan dengan cara membatasi sampel dengan menentukan semua sampel adalah wanita asia pascamenopause yang telah berusia ≥ 44 tahun. Variabel-variabel lain seperti kebiasaan meminum kopi, minuman beralkohol, kebiasaan merokok, dan kebiasaan mengkonsumsi obat dari golongan *steroid*, *fenobarbital*, dan *fenitonin* dihilangkan dengan cara memberikan kriteria inklusi sampel yang diteliti adalah yang tidak memiliki kebiasaan meminum kopi, minuman beralkohol, kebiasaan merokok, dan kebiasaan mengkonsumsi obat dari golongan *steroid*, *fenobarbital*, dan *fenitonin*. Sedangkan variabel penyakit-penyakit yang mempengaruhi kepadatan tulang adalah diabets, ginjal, hati, dan diare kronis dihilangkan dengan mengambil sampel yang tidak mengidap penyakit-penyakit tersebut.

G. Kerangka Konsep



Gambar 4
Kerangka Konsep

H. Hipotesis

1. Asupan kalsium berhubungan dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
2. Aktivitas fisik berhubungan dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
3. Paritas berhubungan dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.
4. Indeks Massa Tubuh berhubungan dengan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasional yang menggunakan metode survey dengan pendekatan *cross-sectional* untuk mengetahui hubungan asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang pada wanita pascamenopause. Asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, Indeks Massa Tubuh dan kepadatan tulang diukur satu kali dalam waktu yang bersamaan.

Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Nopember 2006 dan bertempat di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya.

B. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah seluruh wanita pascamenopause di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya tahun 2006.

2. Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik nonprobabilitas sampel kuota, dengan pertimbangan sampel lebih representatif untuk diamati dan dianalisis karena karakteristik sampel sudah jelas (Sastroasmoro, 2002) :

Besar sampel untuk penelitian ini ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 PQ}{d^2}$$

Keterangan :

n : besar sampel

Z_{α} : tingkat kepercayaan ($\alpha = 95\%$) 1,96

P : perkiraan proporsi pada populasi 50 % = 0,50

Q : $P - 1 = (1 - 0,50) = 0,50$

d : ketepatan relatif / presisi (10% = 0,1)

Dengan memasukkan angka-angka tersebut ke dalam rumus, maka diperoleh besar sampel minimal adalah 97 orang wanita pascamenopause.

3. Kriteria Sampel

a. Kriteria Inklusi

Sampel dalam penelitian ini adalah wanita pascamenopause dengan kriteria sebagai berikut :

- a. wanita pascamenopause minimal 1 (satu) tahun yang berusia \geq 44 tahun;
- b. sukubangsa Sunda yang berdomisili minimal 6 (enam) bulan di Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya;

b. Kriteria Eksklusi

- 1) mengkonsumsi alkohol, kopi berlebihan, obat-obatan dari kelompok *steroid*, *fenobarbital*, *fenitoinin*, dan tidak juga diterapi hormon estrogen; dan
- 2) mengidap penyakit diabetes, diare kronis, penyakit ginjal atau hati.

C. Definisi Operasional

1. Variabel Terikat

Kepadatan Tulang adalah nilai rata-rata dari tiga kali pengukuran kepadatan mineral tulang dengan menggunakan alat *Quantitative Ultrasound Bone Densitometry*. Bagian tulang diukur adalah tulang kaki. Pengukuran berupa *T-score* kemudian dikonversi ke dalam angka kepadatan mineral tulang (g/cm^2) dengan menggunakan konversi menurut Meilnikow (2005). Pengukuran dilakukan oleh operator *Quantitative Ultrasound Bone Densitometry* dari Aventis.

Skala : rasio

2. Variabel Bebas

a. Asupan Kalsium

Adalah banyaknya kalsium yang dikonsumsi oleh responden dihitung dalam satuan mg/hari. Data diperoleh dari *Food Frequency Questionnaire (FFQ)* semikuantitatif, yang kemudian data diolah dengan menggunakan DKBM tahun 2005.

Skala : Rasio

b. Aktivitas Fisik

Adalah setiap pergerakan tubuh akibat aktivitas otot-otot skelet yang mengakibatkan pengeluaran energi. Diukur dengan menggunakan kuesioner aktivitas fisik, yang meliputi jenis dan lama kegiatan sekarang selama 24 jam. Data diolah berdasarkan catatan sehari dalam jam yang kemudian dikalikan dengan angka kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas per kg berat badan per jam;

Skala : Rasio

c. Paritas

Adalah banyaknya anak yang dilahirkan oleh responden. Data diambil berdasarkan jawaban responden terhadap kuesioner.

Skala : Rasio

d. Indeks Massa Tubuh

Adalah Indeks Massa Tubuh tiap responden yang dihitung dari data berat badan (kg) dan tinggi badan responden (m) dengan menggunakan persamaan :

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan}^2 \text{ (m)}}$$

Skala : rasio

D. Prosedur Pengumpulan Data

1. Jenis Data

a. Data Primer

Terdiri dari identitas responden, berat badan, tinggi badan, lama menopause, asupan kalsium, aktivitas fisik, *Paritas*, dan kepadatan tulang.

b. Data Sekunder

Gambaran umum Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya.

2. Cara Pengumpulan Data

a. Tahap Pertama

Adalah pengumpulan data dasar untuk mengumpulkan responden yang memenuhi kriteria sejumlah 97 orang.

b. Tahap Kedua

Adalah pengumpulan data variabel bebas, meliputi aktivitas fisik, asupan kalsium, *Paritas*, dan Indeks Massa Tubuh. Untuk mengetahui asupan kalsium digunakan kuesioner frekuensi pangan semikuantitatif, dan untuk aktivitas fisik digunakan kuesioner aktivitas fisik sedangkan data *Paritas* diperoleh dari hasil wawancara dan Indeks Massa Tubuh dihitung dari hasil pengukuran antropometri yang meliputi berat badan dan tinggi badan.

c. Tahap ketiga

Adalah pengukuran kepadatan tulang dengan menggunakan *Quantitative Ultrasound Bone Densitometry*. Untuk memperoleh data yang valid pengukuran diulang tiga kali untuk tiap sampel.

E. Instrumen Penelitian

Alat pengumpul data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kuesioner penapisan yang disusun untuk memilih responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi;
2. Kuesioner yang disusun untuk mengetahui data responden dan paritas;
3. Kuesioner frekuensi pangan semikuantitatif berisi informasi mengenai bahan makanan yang mengandung kalsium serta mengukur berat, porsi, dan frekuensi konsumsi;
4. Kuesioner aktivitas fisik untuk mengetahui aktifitas fisik responden sehari-hari;
5. *Food Models* untuk menanyakan porsi makan responden;
6. Timbangan badan dengan ketelitian 0,1 kg untuk mengukur berat badan responden, sebelum dipergunakan dilakukan kalibrasi agar diperoleh hasil yang akurat;
7. *Microtoise* dengan panjang 2 meter dan ketelitian 0,1 cm yang digunakan untuk mengukur tinggi badan responden;
8. *Quantitative Ultrasound Bone Densitometri*, merupakan alat hasil teknologi untuk mengukur kepadatan tulang, dengan beberapa manfaat seperti mobilitas tinggi, pengoperasian mudah, waktu pemeriksaan singkat, bebas radiasi, murah, memberi informasi tentang struktur tulang, dan dapat dipercaya.

F. Pengolahan dan Analisa Data

1. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah dan dianalisis melalui beberapa tahapan yang dimulai dengan meneliti kelengkapan data yang diberikan responden kemudian diberi kode dan dikumpulkan dalam sebuah kartu koding. Data yang diperoleh setiap hari dibersihkan di lapangan. Setiap ada kesalahan data diklarifikasi besoknya kepada responden. Untuk menghitung nilai gizi konsumsi pangan digunakan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM) tahun 2005.

Langkah berikutnya adalah mengelompokkan data menjadi beberapa kelompok, yaitu sebagai berikut :

- a. data umur responden (UMUR) dihitung dalam satuan tahun;
- b. data berat badan Responden (BEBADAN) dihitung dalam satuan kilogram;
- c. data tinggi badan responden (TB) dihitung dalam satuan meter sampai 2 desimal di belakang koma;
- d. data asupan kalsium (ASKAL) merupakan asupan kalsium tiap hari yang dihitung dalam satuan mg berdasarkan jawaban responden pada kuesioner frekuensi pangan semikuantitatif;
- e. data aktivitas fisik (AKFIS) diperoleh dari jawaban tentang aktivitas keseharian responden beracuan pada kuesioner aktivitas fisik dalam satuan jam yang kemudian dikalikan dengan angka

kebutuhan energi untuk berbagai aktivitas per kg berat badan per jam;

- f. data paritas (JMLANAK), diperoleh dari jawaban responden mengenai paritas;
- g. data kepadatan tulang (PDTTLNG), nilai hasil konversi dari rata-rata data *T-score* yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan *Quantitative Ultrasounds Bone Densitometry* dengan menggunakan bentuk Tabel 4.

2. Analisis Data

Setelah data selesai dikelompokkan barulah data dianalisis dengan tahapan sebagai berikut :

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik responden yang meliputi asupan kalsium, paritas, frekuensi kelompok responden berdasarkan IMT, aktivitas fisik, dan kepadatan tulang. Pada analisis univariat dilakukan perhitungan nilai mean, standar deviasi, maksimum, dan minimum. Selanjutnya sebelum dilakukan analisis bivariat dilakukan dahulu uji normalitas distribusi data dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov test* (K-S test).

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat yang dilakukan adalah uji korelasi untuk mengetahui hubungan variabel tergantung yang meliputi asupan kalsium, aktifitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh dengan kepadatan tulang.

Karena hasil uji normalitas distribusi dengan *Kolmogorov-Smirnov test* (K-S test) menunjukkan semua data berdistribusi normal ($p > 0,05$) maka uji korelasi menggunakan uji *Product Moment* dari Pearson.

c. Analisis Multivariat

Setelah diketahui terdapat hubungan yang signifikan antara variabel tergantung yang meliputi asupan kalsium, aktifitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh dengan kepadatan tulang dalam analisis bivariat, selanjutnya analisis diteruskan dengan menggunakan analisis multivariat yaitu untuk mengetahui berapa besar pengaruh keempat variabel bebas tersebut terhadap kepadatan tulang. Analisis multivariat yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda.

G. Jadwal Penelitian

Penelitian dapat dilaksanakan sesuai dengan jadwal yang tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7
Jadwal Penelitian

Kegiatan Penelitian	Bulan ke				
	Okt 06	Nop 06	Des 06	Jan 07	Peb 07
Persiapan lapangan dan pengurusan ijin	■				
Pengambilan sampel (pemeriksaan)		■			
Pengumpulan Data		■			
Pengolahan data dan analisis		■	■	■	
Penulisan Hasil Penelitian				■	■
Seminar Hasil Penelitian					■

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

B. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Kecamatan Ciawi Kabupaten Tasikmalaya Propinsi Jawa Barat, yang memiliki luas 4.523,93 ha dengan batas sebelah utara Kecamatan Kadipaten, sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Jamanis dan Kecamatan Sukaresik, sebelah Barat dengan Kabupaten Garut, dan sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Sukahening. Secara administratif Kecamatan Ciawi terbagi menjadi 11 desa.

Jumlah penduduk 56.335 jiwa terdiri dari 28.284 laki-laki dan 28.051 wanita yang tersebar pada 15.903 Kepala Keluarga. Adapun pengelompokkan penduduk Kecamatan Ciawi berdasarkan umur dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8
Penduduk Kecamatan Ciawi Berdasarkan Umur

No.	Kelompok Umur	Jumlah Penduduk
1.	0 – 4 tahun	4.973
2.	5 – 14 tahun	10.650
3.	15 – 59 tahun	34.132
4.	≥ 60 tahun	6.580
Jumlah		56.335

Sarana kesehatan yang ada di wilayah Kecamatan Ciawi adalah satu buah Puskesmas Induk yang lengkap dengan sarana rawat inap dan

lima buah Puskesmas Pembantu yang terdapat di Desa Pasirhuni, Bugel, Citamba, Gombong, dan Ciawi.

B. Karakteristik Reponden

1. Umur

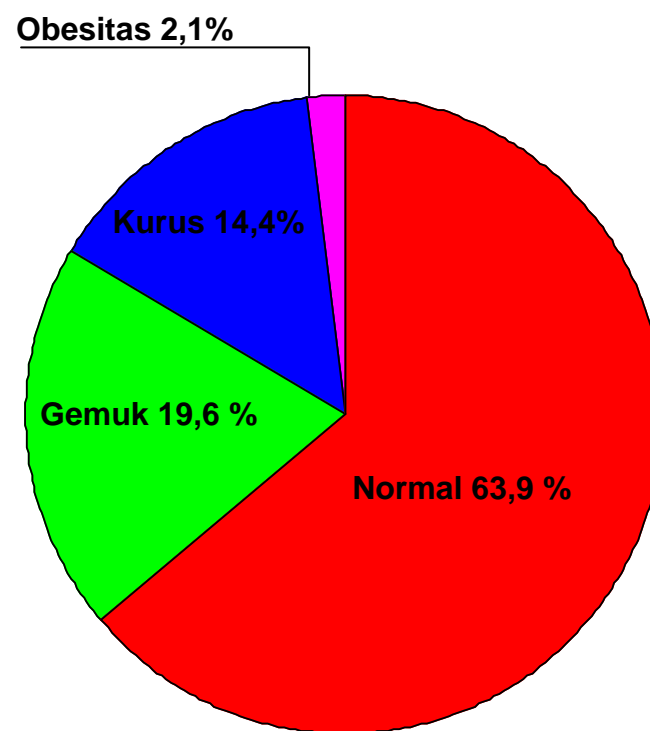
Rata-rata umur responden adalah 56 ($\pm 7,9$) tahun, tetapi ada yang masih berusia 44 tahun dan yang tertua adalah berusia 76 tahun. Responden rata-rata telah menopause cukup lama yaitu 8 ($\pm 7,1$) tahun dengan kisaran 1 – 26 tahun. Dilihat dari umurnya, ternyata responden banyak yang telah mengalami menopause dalam umur yang relatif masih muda, karena menurut Perry and Katherine (2003) menopause umumnya terjadi pada rentang usia 48 – 52 tahun.

2. Ukuran Antropometri

Responden mempunyai rata-rata berat badan sebesar 55 ($\pm 9,1$) kilogram dengan kisaran 37 – 75 kg. Sedangkan rata-rata tinggi badan responden juga cukup untuk orang asia yaitu 1,5 ($\pm 0,07$) meter, dengan kisaran 1,44 – 1,78 meter.

Dari data berat badan dan tinggi badan maka dihitung Indeks Massa Tubuh. Rata-rata Indeks Massa Tubuh responden adalah 22 ($\pm 3,4$) dengan kisaran 14,6 – 31,6. Dengan menggunakan ambang batas IMT untuk Indonesia ternyata responden lebih dari setengahnya (63,9 %) mempunyai Indeks Massa Tubuh yang cukup, dan hanya sedikit

(2,1 %) yang obesitas. Untuk lebih jelas persentase responden berdasarkan Indeks Massa Tubuh dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5

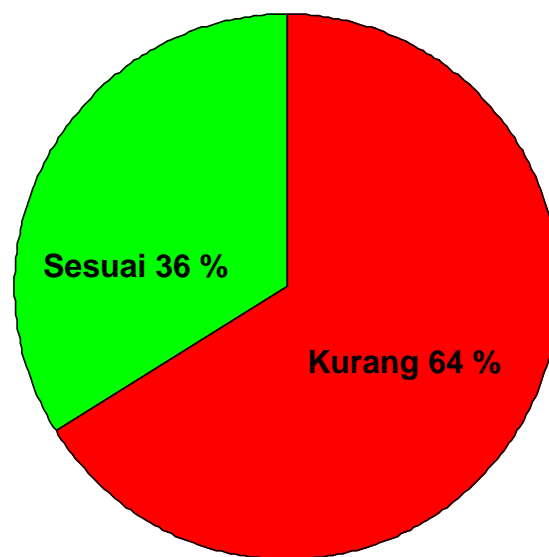
Persentase Responden Berdasarkan Indeks Massa Tubuh

Dilihat dari Indeks Massa Tubuh responden yang lebih dari setengahnya normal, dapat disimpulkan bahwa status gizi responden pada umumnya cukup baik (Supariasa, Bachyar, dan Ibnu, 2002).

3. Asupan Kalsium

Rata-rata asupan kalsium responden hanya 783 (\pm 185,7) mg/hari dengan asupan terendah 459,1 mg/hari dan yang tertinggi 1210,7 mg/hari. Jika dibandingkan dengan asupan kalsium yang

dianjurkan menurut batasan Amerika, asupan kalsium responden masih kurang dari jumlah yang dianjurkan untuk wanita pascamenopause tanpa terapi hormon yaitu 1.500 mg/hari (Berdainer and Carolyne, 1998), tetapi jika menggunakan batasan asupan kalsium untuk orang Indonesia yaitu 800 mg/hari (Muhilal, dkk , 2004) hampir setengahnya (36%) sudah sesuai. Untuk lebih jelas melihat persentase responden berdasarkan kecukupan asupan kalsium dapat dilihat pada Gambar 6.



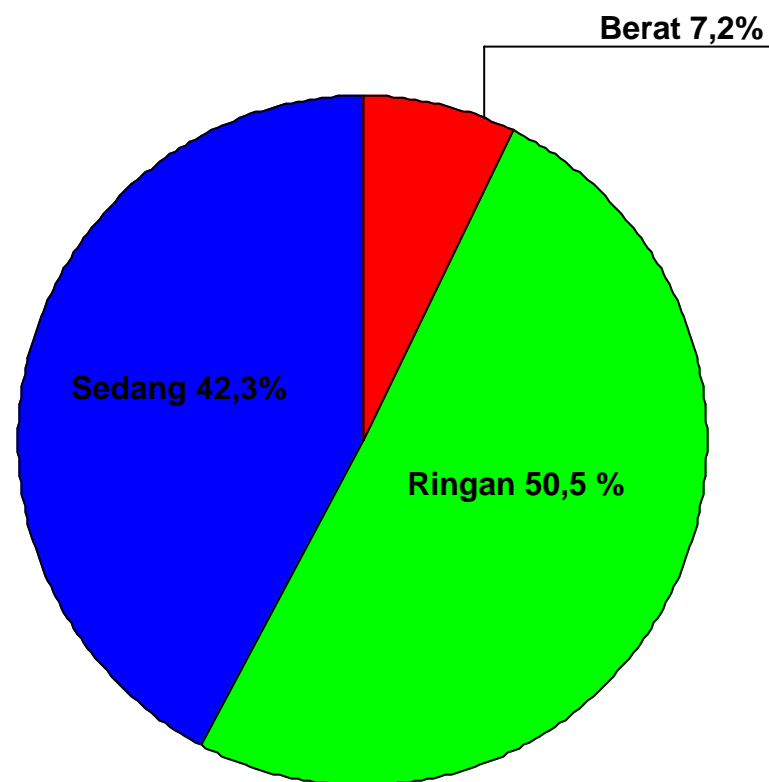
Gambar 6

Persentase Responden Berdasarkan
Kecukupan Asupan Kalsium

4. Aktivitas Fisik

Rata-rata aktivitas fisik responden sebesar 717 ($\pm 122,4$) kkal dengan kisaran 449,5 kkal – 975,5 kkal.

Dengan menggunakan batasan menurut Muhilal dkk (1994) diperoleh persentase responden berdasarkan aktivitas fisik sebagaimana terlihat dalam Gambar 7.



Gambar 7

Persentase Responden Berdasarkan Kelompok Aktivitas Fisik

5. Paritas

Rata-rata responden pernah melahirkan anak sebanyak 3 (\pm 2) kali dengan rentang 0 – 8 kali. Dibandingkan dengan anjuran

pemerintah untuk memiliki anak cukup dua orang, paritas responden tergolong masih terlalu tinggi .

6. Kepadatan Tulang

Rata-rata kepadatan tulang responden $0,7 (\pm 0,15)$ gram/cm² dengan rentang $0,412 - 0,998$ g/cm². Pada umumnya kepadatan tulang responden tidak normal, karena batas kepadatan tulang yang normal adalah $1,18$ g/cm² (Meilnikow, 2005).

Setelah data diketahui frekuensi dan deskriptif statistiknya, kemudian untuk data yang termasuk ke dalam variabel bebas yaitu asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas dan Indeks Massa Tubuh diuji Normalitas Distribusi Datanya dengan *Kolmogorov Smirnov-test*, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9.

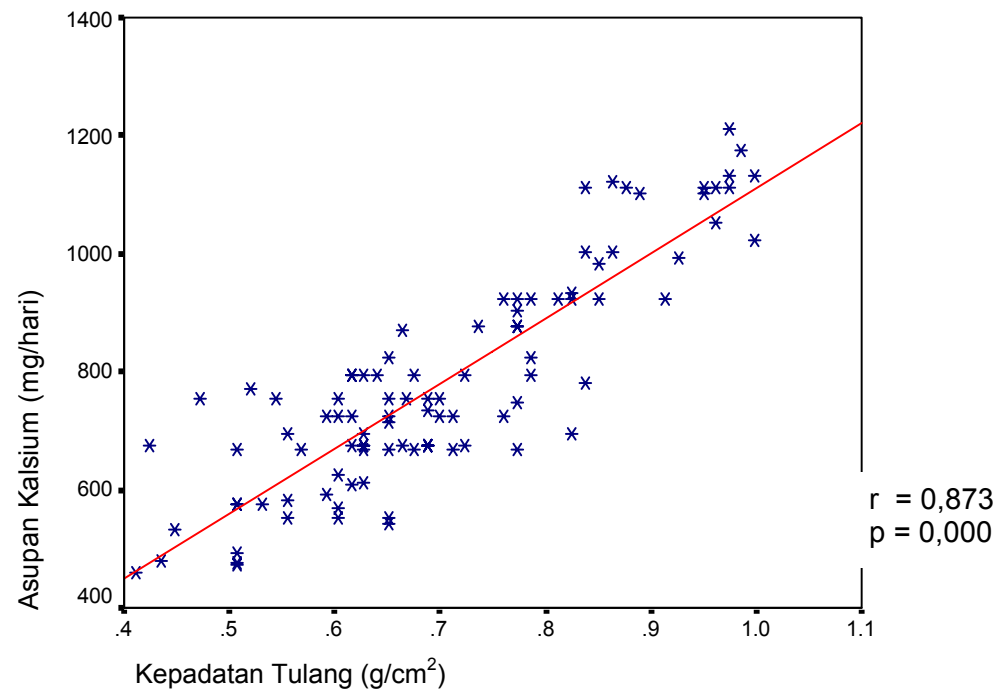
Tabel 9

Hasil Uji Normalitas Distribusi Data dengan K-S test

Variabel Penelitian	Nilai p
Asupan Kalsium	0,051
Aktifitas Fisik	0,051
Paritas	0,052
Indeks Massa Tubuh	0,993
Kepadatan Tulang	0,313

Data pada Tabel 9 menunjukkan bahwa semua data berdistribusi normal ($p > 0,05$), maka untuk mengetahui hubungan tiap variabel bebas dengan variabel terikat digunakan Uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson*.

C. Hubungan Asupan Kalsium dengan Kepadatan Tulang



Gambar 8

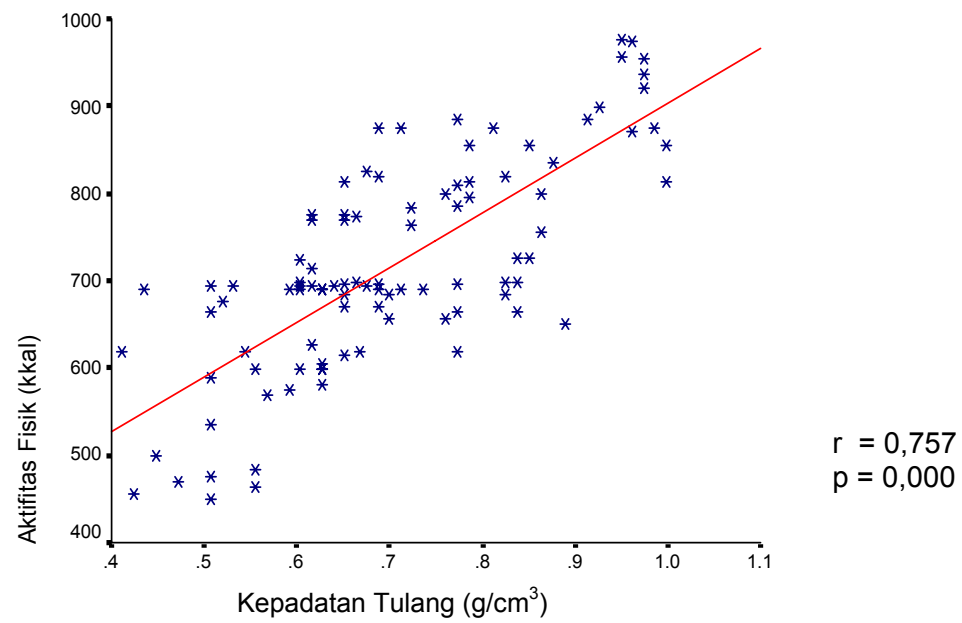
Scatter Plot Hubungan Asupan Kalsium dengan Kepadatan Tulang

Scatter Plot pada Gambar 8 menggambarkan data cenderung berkumpul pada garis membentuk linier positif, hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara asupan kalsium dengan kepadatan tulang. Untuk melihat kekuatan hubungan, dapat dilihat dari hasil uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* yaitu $r = 0,873$ ($p = 0,000$), yang menunjukkan bahwa ada hubungan positif yang kuat dan signifikan antara jumlah asupan kalsium yang dikonsumsi oleh responden dengan kepadatan tulang hal ini berarti semakin banyak asupan kalsium yang dikonsumsi responden maka kepadatan mineral tulang responden semakin besar.

Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Shroff and Paii (2000) bahwa kalsium merupakan mineral terbanyak dalam tubuh yaitu kurang lebih 1000 gram. Kalsium dibutuhkan untuk pembentukan mineral tulang dan penting untuk pengaturan proses fisiologik dan biokimia. Kalsium diperlukan untuk memaksimalkan puncak massa tulang dan mempertahankan densitas tulang yang normal.

Katz (2000) merekomendasikan asupan kalsium sebesar 1.200 – 1.500 gram/hari berdasarkan pada jumlah kalsium yang hilang melalui keringat sebanyak 200 – 250 gram/hari pada orang dewasa, jumlah yang diabsorpsi 30 % - 40 %, dan jumlah kalsium yang masuk ke dalam tulang selama perkembangan tulang 140 – 500 mg per hari. Pada akhirnya jumlah asupan yang dianjurkan harus meninjau banyaknya mineral tulang yang hilang pada usia lanjut, sejalan dengan berkurangnya absorpsi dari hasil pencernaan kalsium oleh tubuh.

D. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kepadatan Tulang



Gambar 9

Scatter Plot Hubungan Aktifitas Fisik dengan Kepadatan Tulang

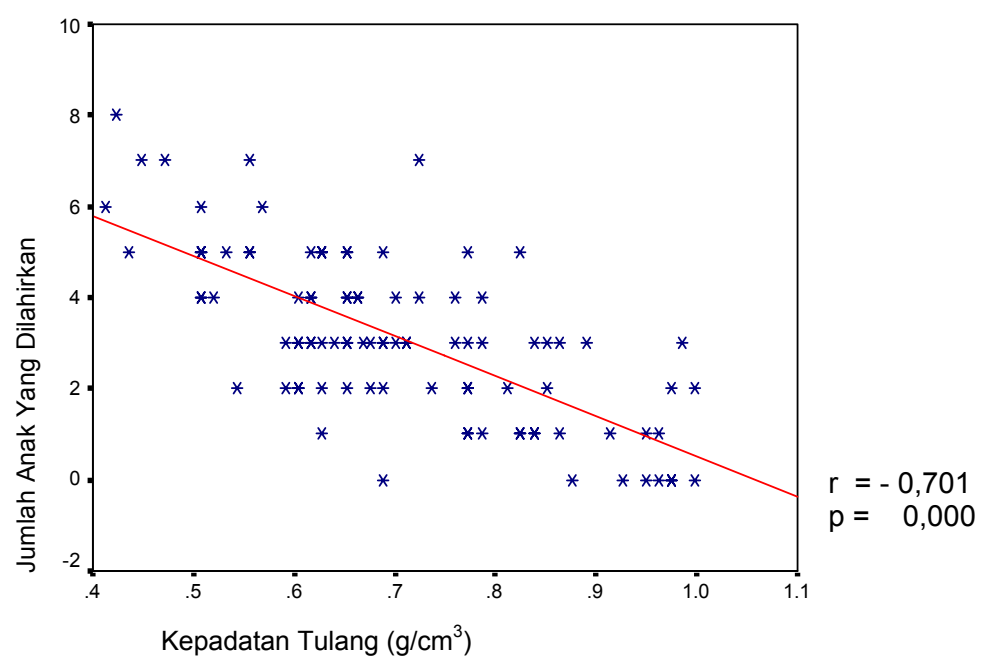
Scatter Plot pada Gambar 9 memperlihatkan data berkumpul di sekitar garis linier positif. Untuk melihat kekuatan hubungan antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang dilakukan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* dan hasilnya menunjukkan terdapat hubungan positif yang kuat ($r = 0,757$) dan signifikan ($p = 0,000$) antara aktivitas fisik responden sehari-hari dengan kepadatan tulang, hal ini berarti semakin berat aktivitas fisik sehari-hari maka tulang responden semakin padat.

Aktivitas fisik sangat mempengaruhi pembentukan massa tulang (kepadatan tulang). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik seperti berjalan kaki dan naik sepeda pada dasarnya

memberikan pengaruh melindungi tulang dan menurunkan *demineralisasi* tulang karena pertambahan umur. Hasil penelitian Recker *et.al*, membuktikan bahwa aktivitas fisik yang mengeluarkan energi berhubungan dengan penambahan kepadatan mineral tulang belakang Groff dan Gropper (2000).

Katz (2000) menambahkan bahwa aktivitas fisik, khususnya aktivitas yang menumpu beban, dan latihan yang rutin akan menambah kepadatan dan kekuatan tulang sejalan dengan bagusnya asupan zat gizi.

E. Hubungan Paritas dengan Kepadatan Tulang



Gambar 10

Scatter Plot Hubungan Paritas dengan Kepadatan Tulang

Scatter plot pada Gambar 10 dengan jelas menggambarkan data berkumpul pada garis linier negatif. Dari hasil penelitian ini dengan

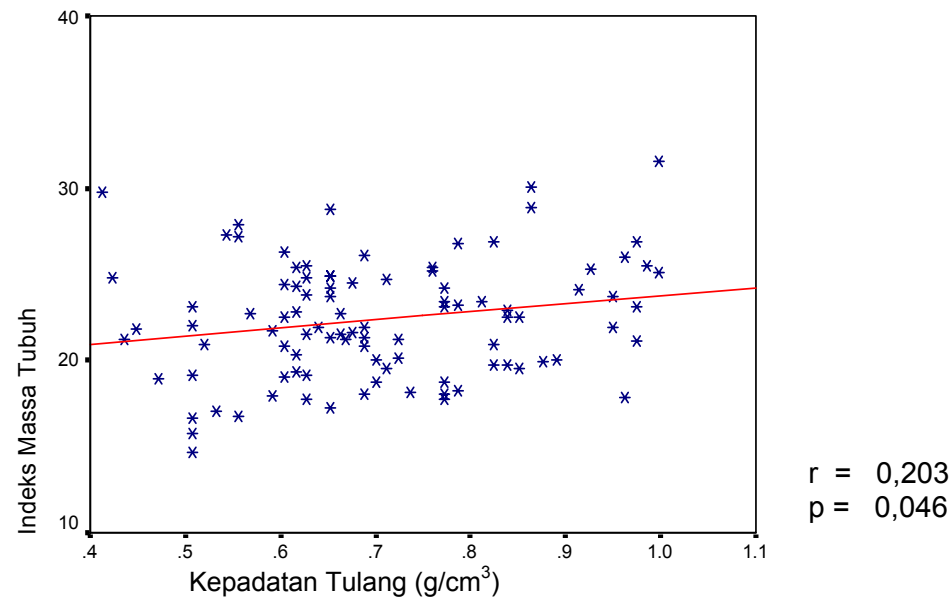
menggunakan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* diperoleh hasil terdapat hubungan negatif yang cukup kuat ($r = - 0,701$; $p = 0,000$) antara paritas responden dengan kepadatan tulang. Hal ini berarti semakin sering responden melahirkan maka kepadatan tulang responden semakin kecil.

Menurut Kazt (2000) bahwa kehamilan berhubungan dengan kepadatan tulang, karena kurang lebih 30 gram kalsium dari ibu di ambil oleh janin. Hal ini menjadikan kehamilan merupakan faktor risiko osteoporosis. Berkurangnya kepadatan tulang karena kehamilan karena pembentukan kerangka tulang janin akan mengambil 3% kalsium tulang ibu. Selama kehamilan trisemester pertama kurang lebih 5 mmol/hari (200 mg/hari) kalsium diperlukan untuk pertumbuhan janin. Kebutuhan kalsium ibu meningkat dimulai pada kehamilan trimester kedua untuk memenuhi kebutuhan janin dan sebagai simpanan untuk dikeluarkan dalam ASI. Jika asupan kalsium ibu kurang, maka kalsium untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan janin diambil dari tulang ibu (Weaver and Henaey, 2000).

Ketika ditanyakan kepada responden, ternyata semua responden menyusui anak-anaknya, hal ini juga mempengaruhi kepadatan tulang responden yaitu kepadatan tulang responden semakin kecil hal ini karena menyusui dapat menjadi faktor risiko osteoporosis, karena menyusui berhubungan dengan kehilangan mineral tulang (Katz, 2000). Konsentrasi kalsium dalam air susu relatif konstan yaitu $7 \pm 0,65$ mmol/L (280 ± 26 mg(L). Transfer kalsium harian dari serum ibu ke air susu

meningkat dari 4,2 mmol/hari (168 mg/hari) pada 3 bulan setelah kelahiran menjadi 7 mmol/hari (280 mg/hari) pada 6 bulan setelah melahirkan. Untuk memenuhi kebutuhan ini, skeleton ibu akan berkurang dengan kecepatan 1% per bulan, kehilangan ini tidak dapat dicegah dengan suplementasi kalsium dan vitamin D (Weaver and Henaey , 2000).

F. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Kepadatan Tulang



Gambar 11

Scatter Plot Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Kepadatan Tulang

Scatter plot pada Gambar 11 menggambarkan bahwa data berkumpul pada garis yang liner positif dengan sudut yang sangat kecil atau hampir mendatar. Dengan uji korelasi *Product Moment* dari *Pearson* diperoleh hasil ada hubungan positif rendah ($r = 0,203$; $p = 0,046$) antara Indeks Massa Tubuh responden dengan kepadatan tulang hal ini berarti

semakin besar Indeks Massa Tubuh maka tulang responden semakin padat.

Hal ini sesuai dengan pendapat Groff and Gropper (2000) bahwa bentuk badan semakin kurus dan kecil tubuh seseorang maka makin berisiko mengalami keropos tulang. Pendapat ini juga didukung oleh Shroff and Pai bahwa berat badan kurang merupakan salah satu faktor risiko keropos tulang (Shroff and Pai, 2000). Karena sebagaimana kita ketahui bahwa Indeks Massa Tubuh dihitung dengan membagi berat badan responden oleh kuadrat tinggi badan, jadi makin besar berat badan responden, Indeks Massa Tubuh semakin besar.

Hasil analisis bivariat yang menganalisis korelasi antara masing-masing variabel bebas (asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas dan Indeks Massa Tubuh) dengan variabel terikat (kepadatan tulang), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10
Ringkasan Hasil Uji statistik

Variabel bebas	Variabel terikat	p	r
Asupan kalsium	kepadatan tulang	0,000**	0,873
Aktivitas fisik	kepadatan tulang	0,000**	0.757
Paritas	kepadatan tulang	0,000**	- 0,701
Indeks Massa Tubuh	kepadatan tulang	0,046*	0,203

G. Hubungan antara Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik, Paritas dan Indeks Massa Tubuh dengan Kepadatan Tulang.

Dari hasil analisis bivariat terlihat bahwa asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh secara sendiri-sendiri berhubungan dengan kepadatan tulang. Untuk mengetahui pengaruh keempat variabel bebas (asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas, dan Indeks Massa Tubuh) secara bersama-sama terhadap variabel terikat (kepadatan tulang), dilakukan analisis regresi linier berganda. Analisis Regresi Linier Berganda dilakukan dua kali karena hasil analisis pertama menunjukkan Indeks Massa Tubuh tidak memberikan pengaruh terhadap kepadatan tulang. Analisis yang kedua dilakukan dengan mengeluarkan Indeks Massa Tubuh dari kelompok variabel bebas, dan diperoleh hasil seperti tersaji pada Tabel 11 dan Tabel 12 .

Tabel 11

Hasil Analisis Regresi Linier Berganda (1)

Model	R	R ²	Adjusted R ²	SEE	F	Sig
1	0.923 ^a	0.851	0.847	0.57655	177,716	0.00 ^a

Data hasil analisis pada Tabel 11 memperlihatkan bahwa koefisien determinasi asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas kepadatan tulang cukup besar (*Adjusted R² = 0,847*). Berdasarkan nilai *Adjusted R²* diketahui sebesar 84,7 % variasi dari kepadatan dapat

dijelaskan oleh variasi keempat variabel bebas (asupan kalsium, aktivitas fisik, paritas) tersebut dan sisanya 15,3 % dijelaskan oleh sebab lain seperti asupan fluorida, natrium, dan protein. Dilihat nilai $p = 0,000$ diketahui model regresi dengan menggunakan ketiga variabel bebas cukup baik untuk memprediksi kepadatan tulang ($p < 0,005$).

Tabel 12

Lanjutan Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	sig
	B	Std Error	Beta		
1 (Constant)	0,156	0,056		2,802	0,006
Asupan kalsium (mg/hari)	4,7E-4	0,000	0,595	10,899	0,000
Aktivitas Fisik (kkal)	3,1E-4	0,000	0,261	4,648	0,000
Paritas	-1,5E-2	0,004	-0,191	-3,565	0,001

Data hasil uji regresi, variabel asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas memberikan pengaruh signifikan terhadap kepadatan tulang ($p < 0,005$). Dari hasil ini variabel Indeks Massa Tubuh tersingkir dari persamaan regresi, meskipun dari hasil uji bivariat *Product Moment* terdapat hubungan positif ($r = 0,203$ dengan $p = 0,046$), tetapi dengan keeratan hubungan yang rendah, karena itu pada saat diuji secara bersama-sama pengaruh Indeks Massa Tubuh terhadap kepadatan tulang kalah oleh pengaruh variabel bebas yang lain (asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas).

Dari koefisien regresi (Tabel 12) ternyata asupan kalsium dan aktivitas fisik memberikan pengaruh positif, sedangkan paritas

memberikan pengaruh negatif. Dari ketiga variabel bebas tersebut yang paling besar memberikan pengaruh adalah paritas, disusul oleh aktivitas fisik dan yang terkecil adalah asupan kalsium. Jika dibuat dalam sebuah persamaan regresi, maka akan diperoleh :

$$\text{Kepadatan Tulang} = 0,156 + 4,7 \cdot 10^{-4} (\text{asupan kalsium}) + 3,1 \cdot 10^{-4} (\text{aktivitas fisik}) - 1,5 \cdot 10^{-2} (\text{paritas}).$$

Hal ini berarti :

Setiap kenaikan asupan kalsium sebanyak 1 mg/hari maka akan menambah kepadatan tulang sebesar $4,7 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^2$.

Setiap kenaikan aktivitas fisik sebesar 1 kkal/hari, maka akan menambah kepadatan tulang sebesar $3,1 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^2$.

Setiap kenaikan kelahiran satu orang anak, maka kepadatan tulang akan berkurang sebanyak $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ g/cm}^2$.

H. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan sebagai berikut :

1. Pengukuran kalsium dilakukan dengan menggunakan kuesioner frekuensi pangan semikuantitatif. Hasilnya hanya mengukur asupan kalsium saat ini, padahal asupan kalsium yang mempengaruhi kepadatan tulang adalah asupan kalsium masa lalu. Tetapi penulis melakukan hal tersebut dengan asumsi makanan yang kaya dengan kalsium cenderung merupakan makanan yang berkaitan dengan kesukaan, seperti susu atau produk susu lainnya (keju, yogurt).

2. Asupan vitamin D tidak penulis teliti, padahal vitamin D bekerja bersama-sama dengan kalsium dalam pembentukan tulang. Dalam hal ini penulis berasumsi makanan sumber kalsium hampir semua mengandung vitamin D.
3. Asupan protein tidak penulis teliti, padahal asupan protein sangat berpengaruh pada pembentukan tulang yang padat.
4. Asupan fluorida, fosfor, dan natrium tidak penulis teliti walaupun asupan ketiga mineral tersebut dapat mempercepat ekskresi kalsium dalam urin.
5. Variabel umur dan lama menopause juga tidak penulis analisis, padahal kemungkinan keropos tulang yang diderita responden mungkin bukan hanya disebabkan oleh berkurangnya hormon estrogen karena menopause tetapi mungkin karena umur (osteoporosis tipe II).
6. Alat yang digunakan untuk mengukur kepadatan tulang adalah *Quantitative Ultrasounds Bone Densitometry* yang hanya dapat memprediksi besarnya kepadatan tulang tanpa menunjukkan letak tulang tempat terjadinya pengeroposan (kepadatan tulangnya menurun).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

C. Simpulan

1. Sebanyak 36 % responden memiliki asupan kalsium yang memenuhi jumlah yang dianjurkan yaitu 800 mg/hari. Ada hubungan positif yang kuat dan bermakna antara asupan kalsium dengan kepadatan tulang responden ($r = 0,873$ dan $p = 0,008$).
2. Sebesar 50,5% responden memiliki aktivitas fisik ringan, selebihnya memiliki aktivitas fisik yang sedang dan berat. Ada hubungan positif yang kuat dan bermakna antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang responden ($r = 0,757$ dan $p = 0,000$).
3. Rata-rata responden pernah melahirkan anak sebanyak 3 (± 2) kali dengan rentang 0 – 8. Ada hubungan negatif yang kuat dan bermakna antara paritas dengan kepadatan tulang responden ($r = -0,701$ dan $p = 0,000$).
4. Sebanyak 63,9 % Indeks Massa Tubuh responden normal, selebihnya kurus, gemuk, dan obesitas. Ada hubungan positif antara Indeks Massa Tubuh dengan kepadatan tulang responden ($r = 0,203$ dan $p = 0,046$).
5. Pengaruh asupan kalsium, aktivitas fisik, dan paritas secara bersama-sama terhadap kepadatan tulang cukup kuat (*adjusted R² = 0,847*). Asupan kalsium dan aktivitas fisik memberikan pengaruh yang positif

terhadap kepadatan tulang, sedangkan paritas memberikan pengaruh negatif.

D. Saran

1. Para wanita pascamenopause agar lebih memperhatikan asupan kalsium, dan asupan gizi makanan lainnya terutama vitamin D, karena pada wanita pascamenopause resorpsi tulang berlangsung lebih cepat karena berkurangnya hormon estrogen dan aktivitas fisik sehari-hari.
2. Pemeriksaan kepadatan tulang hendaknya dilakukan rutin enam bulan sekali, untuk mengetahui kondisi tulang yang berisiko osteoporosis untuk mencegah akibat yang lebih parah berupa patah tulang.
3. Untuk wanita yang masih dalam usia di bawah 35 tahun, hendaknya memperhatikan proses pembentukan tulang yang kuat dan padat dengan mengkonsumsi kalsium sesuai anjuran, beraktivitas fisik yang cukup dan yang menumpu beban seperti jalan atau bersepeda, mengkonsumsi makanan yang bergizi agar indeks massa tubuh cukup serta memperhatikan jumlah kehamilan, sebagai upaya pencegahan keropos tulang karena penurunan kepadatan tulang pada pascamenopause.

DAFTAR PUSTAKA

- Bender, D. A. 1997. Introduction to Nutrition and Metabolism, Second ed. London : Department of Biochemistry and Molecular Biology University College : 181.
- Berdanier C.D. 1998. Advanced Nutrition Micronutrient. New York : CRC Press : 37 - 51 ; 152 - 180.
- Budisantoro RAA., Pradana S. 1994. *Patogenesis Osteoporosis*. Simposium Diagnostik dan Penatalaksanaan Terpadu Osteoporosis. Jakarta: PPIKB/CM : 1 - 8.
- Chaney GS. 1993. Principles of Nutrition 11 : Micronutrient : Macrominerals. Devlin TM (ed). Textbook of Biochemistry with clinical correlations, 3th ed. New York: Willey-Liss : 1137 - 9.
- Ensrud. et all. 2007. Renal Function and Risk of Hip and Vertebral Fractures in Older Women. *Archives of Internal Medicine*. Vol. 167 No. 2. World ide Web : <http://archinte.ama-assn.org/cgi/content/167/2/133>. Diakses tanggal 18 Pebruari 2007.
- FAO. 1985. Energy and Protein Requirements. Report of joint FAO/WHO/UN expert consultation, Geneva : WHO series 724 : 75.
- Gage, B.F., Deych, E.B., Radford M.J., Nilasena D.S., Binder E.F., 2006. Risk of Osteoporotic Fracture in Elderly Women Patoents Taking Warfarin. *Archives of Internal Medicine*. Vol. 166 No. 2. World ide Web : <http://archinte.ama-assn.org/cgi/content/166/2/141>. Diakses tanggal 8 Pebruari 2007.
- Gallagher, C., et all. 2002. Position Statement Management of Post Manepousal Osteoporosis : Position Statement of North American Menopause Society. *The Journal of The North American Menopause Society*. Vol 9. No.2 p. 84 - 101.
- Granner KD. 1993. Hormones the regulate calcium metabolism. In Murray RK, Granner KD, Mayers AP (eds). Victor Rodwell, review of biochemistry, 2e ed. Stamford: Appleton & Lange : 539 - 46.
- Groff J.L. and Gropper S.S. 2000. Advanced Nutrition and Human Metabolism. United State: Wadsworth Thomson Learning : 526 - 53 1.
- Guthrie H.A. 1986. Introduction to Nutrition. St. Louis : Mosby Coll. Publ. ed. 6, : 146

- Henrich, J. 2003. Calcium and Your Bones. World ide Web : http://health.yahoo.com/health/centers/bone_health/104-207-208.html diakses tanggal 3 Juli 2004.
- Hernandez A.M., Colditz G., Stanipfer M., Rosner B. 1991. Caffeine, moderate alcohol intake and risk of fractures of the hip and forearm in middle-aged women. *Am J. Clin. Nutr.* : 54 - 157 - 63.
- Hilmy CR. 1995. Patofisiologi dari osteoporosis. Simposium osteoporosis. Jakarta : PABOL : 1 - 19.
- Katz D.L., 2000. Nutrition In Clinical Practice. New York : Lippincott Williams and Wilkins : 127 -135.
- Laitinen and Valimiki. 1991. Alcohol and Bone. *Calcif Tissue Int* : 49 (suppl) S70-3.
- Liliana. 2000. Metabolisme Kalsium Dan Pencegahan Osteoporosis. Jakarta :Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanegara. Dalam eber Papyrus, 6 (1) : 33 - 42.
- Martin WD. 1985. *Water and Mineral*. In : Harper's review of Biochemistry, 20 ed. Stamford : Lange Medical Publication : 649 - 60.
- Massey L. 1993. Dietary factors influencing calcium bone metabolism: introduction. *J. Nutr.* 123 : 1609 - 10.
- Massey LK, Whiting SJ. 1993. Caffeine, urinary calcium, calcium metabolism and bone. *J. Nutr.* ; 123: 161.1 - 4.
- Meinikow, J., 2005. Healthy Bone Versus Bone Weakened by Osteoporosis. Word ide Web. <http://health.msn.com/PopUp.aspx>. Diakses tanggal 1 Agustus 2006
- Muhilal, dkk. 1994. *Risalah Widya Karya Pangan dan Gizi*. Jakarta : Persatuan Ahli Gizi Indonesia : 428
- Muhilal, dkk. 2004. *Risalah Widya Karya Pangan dan Gizi*. Jakarta : Persatuan Ahli Gizi Indonesia : 428
- Muirden KD. 1994. *Osteoporosis Kumpulan Naskah WHO-COPCORD-IRA Post Graduate Course*. Jakarta : WHO-COPCORD-IRA. : 1 - 3

- Nieves J, Komar L, Cosman F, Lindsay R. 1998. Calcium potentiates the effects of estrogen and calcitonin on bone mass : review and analysis. *Am J. Clin. Nutr.* 1 ; 67 ; 18 - 24.
- Nissl, 2004. Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) op. Word ide Web. http://health.webmd.com/hw/health-guide_atoz/zm6058.asp. Diakses tanggal 1 Agustus 2006
- Nuhonni, S.A. 2000. Osteoporosis dan Pencegahannya (Makalah) Disampaikan Pada Seminar Kiat Sehat di Usia Senja, Yayasan Jantung Sehat, Jakarta 4 November
- PERSAGI. 2005. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta.
- Siswojo, Koesparto, dkk. 1996. Buku Teks Histologi. Terjemahan dari Leeson, C.R., Leeson, T.S., Paparo A.A., Textbook of Histology. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC : 132 – 157.
- Rosseta, R. 1993. Menopause Suatu Pendekatan Positif, Jakarta : PT Bumi Aksara, Jakarta : 29-30.
- Sankaran, B. 2000. Osteoporosis : Clinical, Radiological, Histological, Assesment and an Experimental Study : 176 - 211.
- Shroff M., and Pai, B., 2000. Osteoporosis, the Battle againts Brittel Bones. *Jewings Magazine India* : 78 – 82
- Slemenda C.W., Christian, William, Norton, and Johnston. 1991. Genetic Determinant of Bone Mass in Adults Women : A Reevaluation of the Twin Model and Potential Important of Gene Interaction on Heritability Estimates. *J. Bone Miner. Rs.* 6 : 561-7.
- Sudigdo Sastroasmoro. 2002. Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis. Edisi Ke dua. Jakarta: CV. Sagung Seto. 2002: 110 - 128, 259 - 287.
- Supariasa, Bakri, Bachyar, Fajar, Ibnu. 2002. Penilaian Status Gizi. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC : 59 – 62.
- Perry, S., and O'Hanlan, K.A., 2003. Natural Menopause. New York : Addison-Wesley Publishing Company : 23
- Tjokroprawiro, Askandar. 1994. Osteoporosis : Pathogenesis and Treatment. Simposium on Osteoporosis, Surabaya 21 - 24 September 1994.

Weaver, C.M., Henaey, R.P. 2000. Calcium in Modem Nutrion in Health and Disease. New York: Lippincott Williams and Wilkins. 9 th ed. : 141 – 55.

Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia. 2002. *Informasi Kesehatan Reproduksi Perempuan*. Jakarta : Sumber : Seri Perempuan mengenal dirinya : 1–11. <http://situs.keseopro.info/aging/nov/2002/~gO2.htm>. (Diakses tanggal 7 Juli 2004)

Lampiran 1

**PERNYATAAN KESEDIAAN MENJADI
RESPONDEN PENELITIAN**

**MENGENAI HUBUNGAN ANTARA ASUPAN KALSIUM, AKTIVITAS
FISIK, JUMLAH ANAK YANG DILAHIRKAN, DAN INDEKS MASSA
TUBUH DENGAN KEPADATAN TULANG**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : _____

Umur : _____ tahun

Alamat : _____

Bersedia dan mau berpartisipasi menjadi sampel penelitian yang akan dilakukan oleh Ai Sri Kosnayani dari Program Pascasarjana Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui
Peneliti,

Tasikmalaya, Nopember 2006

Responden,

Ai Sri Kosnayani

Lampiran 3

KUESIONER PARITAS

No. Responden : _____

Nama Responden : _____

Umur : _____ tahun

Pekerjaan : _____

1. Apakah ibu pernah melahirkan ?

a. Ya

b. Tidak

2. Kalau ya, berapa kali ibu melahirkan ? _____ kali

3. Apakah ibu menyusui anak-anak ibu ?

a. Ya

b. Tidak

Lampiran 5

Kuesioner Aktivitas Fisik

Nama : _____ **Kode sampel** : _____

No.	Waktu Kegiatan	Jenis Kegiatan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		

Lampiran 6

SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Asep Andi

Pekerjaan : Operator Densitometri Aventis

menerangkan bahwa pada hari Sabtu, tanggal 18 Nopember 2006 telah melakukan pengukuran kepadatan tulang dengan menggunakan Densitometri, pada :

Responden : Wanita Pascamenopause

Jumlah responden : 97 orang

Tempat : Jalan Raya Malangbong no 4 Pasirhuni Ciawi
Tasikmalaya

Untuk keperluan penelitian dengan judul "**Hubungan Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik, Paritas, Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pasacamenopause**".

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tasikmalaya, 18 Nopember 2006

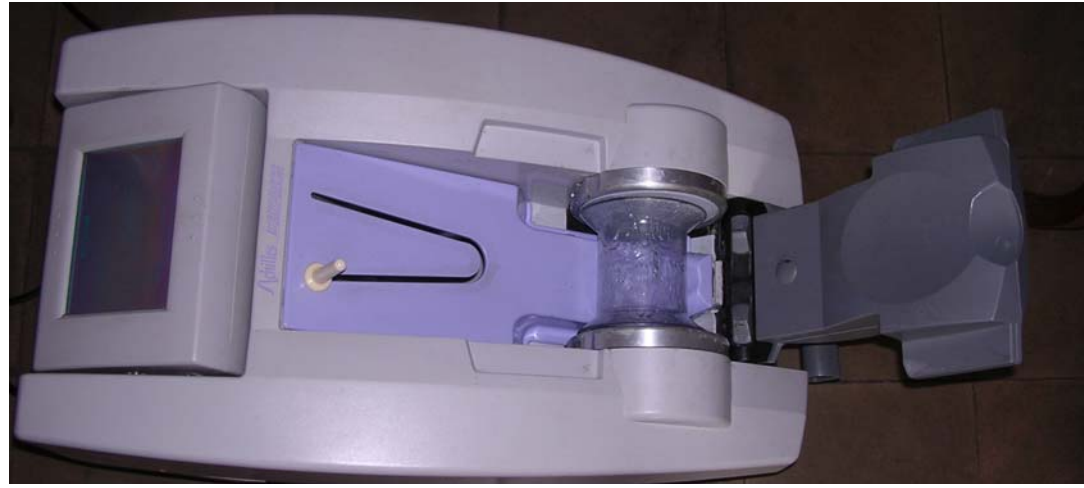
Asep Andi



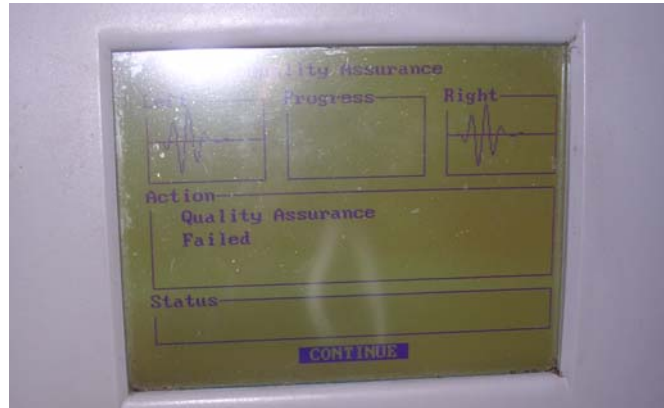
Gambar 1 Timbangan Badan



Gambar 2 Microtoise



Gambar 3. *Quantitative Ultrasounds Bone Densitometry*



Gambar 4. *Layar Quantitative Ultrasounds Bone Densitometry*



Gambar 5. *Pengukuran Kepadatan Tulang*



Gambar 6. Pengisian Angket



Gambar 7. Pengukuran Tinggi Badan

