

Hubungan tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang pada mahasiswa universitas udayana denpasar

Ni Putu Puspita Adhytiarini Dewi¹, Hardhono Susanto², Ali Rosidi³

ABSTRACT

Background: Bone formation and peak bone mass determine with bone density in adulthood related with osteopenia or osteoporosis. It could be influenced by nutrition intakes, lean body mass, and physical activity.

Objective: to analyze the correlation between nutritional adequacy, lean body mass, physical activity and bone mineral density in Udayana University Economic's students, Denpasar.

Methods: Cross-sectional study design was done to female students of Faculty of Economic and Business, Udayana University, Denpasar. Seventy five subjects were chosen by simple random sampling.

Results: Research subjects were aged 20-25 years old. The mean t-score of bone mineral density is $-0,363 \pm 1,057$. Research subjects were classified as low bone density (osteopenia) 26,7% and 73,3% are normal. Intakes of animal protein ($p = 0,042$) and lean body mass ($p = 0,011$) are related with bone mineral density protein ($p = 0,955$) but not on intakes of vitamin A ($p = 0,249$), vitamin C ($p = 0,632$), vitamin D ($p = 0,864$), calcium ($p = 0,724$), iron ($p = 0,768$), magnesium ($p = 0,689$), phosphorus ($p = 0,716$), and physical activity ($p = 0,254$). There were a positive trend on the level of protein, vitamin A, vitamin C, vitamin D, calcium, iron, magnesium and phosphorus sufficiency.

Conclusions: Intakes of Animal protein, lean body mass and physical activity related with bone mineral density but not on protein, vitamin A, vitamin C, vitamin D, calcium, iron, magnesium, and phosphorus intake.

Keywords: Nutritional intakes, lean body mass, physical activity, bone mineral density.

ABSTRAK

Latar belakang: Pembentukan tulang dan peak bone mass menentukan densitas tulang di masa dewasa yang berkaitan dengan osteopenia atau osteoporosis, hal ini dapat dipengaruhi oleh tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik.

Tujuan: Menganalisis hubungan tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang.

Metode: Penelitian cross-sectional ini dilakukan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana, Kota Denpasar. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik simple random sampling dan subjek penelitian sebanyak 75 orang mahasiswa putri.

Hasil: Kisaran umur subjek penelitian adalah 20-25 tahun. Rerata t-score kepadatan tulang adalah $-0,363 \pm 1,057$. Sebanyak 26,7% subjek telah mengalami osteopenia. Tingkat kecukupan protein total ($p = 0,955$), vitamin A ($p = 0,249$), vitamin C ($p = 0,632$), vitamin D ($p = 0,864$), kalsium ($p = 0,724$), zat besi ($p = 0,768$), magnesium ($p = 0,689$), fosfor ($p = 0,716$), dan aktivitas fisik ($p = 0,254$) tidak memiliki hubungan bermakna dengan kepadatan tulang. Hanya protein hewani ($p = 0,042$) dan *lean body mass* ($p = 0,011$) yang memiliki hubungan bermakna dengan kepadatan tulang.

Simpulan: Tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat kecukupan protein, vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang, namun protein hewani dan *lean body mass* memiliki hubungan bermakna dengan kepadatan tulang.

Kata kunci: Tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, aktivitas fisik, kepadatan tulang.

PENDAHULUAN

Kepadatan tulang tidak normal merupakan kondisi yang dijadikan sebagai acuan untuk memprediksi terjadinya osteopenia dan osteoporosis.¹ Osteopenia merupakan tanda terjadinya osteoporosis yang diawali dengan rendahnya kepadatan tulang apabila berlangsung dalam waktu lama dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan tulang sehingga terjadi

osteoporosis.² Wanita memiliki risiko osteoporosis enam kali lebih besar daripada pria.³ Pencegahan terjadinya kepadatan tulang yang rendah dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan massa tulang pada saat puncak pertumbuhan. Puncak massa tulang dapat dicapai pada usia 20 tahun.⁴ Saat ini, terutama wanita dewasa muda, banyak mengalami awal penurunan massa tulang atau osteopenia.

Indonesian Osteoporosis Association tahun 2010 menunjukkan bahwa prevalensi osteoporosis di Asia Tenggara diperkirakan sekitar 16,3%. Prevalensi osteoporosis di Thailand yaitu 17% pada pria dan 30% pada wanita. Di Indonesia, prevalensi osteoporosis sebesar 28,85% pada laki-laki dan 32,3% pada wanita. Hal ini menunjukkan bahwa prevalensi osteoporosis

¹. Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro (puspitasutabrata@ymail.com)

². Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

³. Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang

di Indonesia tergolong tinggi.⁵ Beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan tulang, yaitu asupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik.

Aktivitas fisik dan asupan zat gizi berupa protein, vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, zat besi, magnesium, dan fosfor berpengaruh terhadap kepadatan tulang secara langsung. Aktivitas fisik dapat mengurangi risiko osteoporosis dan mencegah terjadinya penurunan kepadatan tulang.⁶ Penelitian kasus control menunjukkan bahwa subjek dengan aktivitas fisik rendah memiliki risiko 4,58 kali lebih besar dibandingkan dengan subjek yang memiliki aktivitas fisik tinggi.⁷

Asupan zat gizi seperti vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, magnesium, dan fosfor juga dibutuhkan untuk proses mineralisasi tulang sehingga dapat mencegah terjadinya penurunan kepadatan tulang. Berbeda dengan zat gizi lain, asupan protein yang berlebih diduga menghambat pembentukan tulang. Hasil penelitian menyatakan bahwa tingginya konsumsi asupan protein menyebabkan hiperkalsiuria yang merupakan hasil dari tinggi resorpsi tulang sehingga dapat meningkatkan risiko osteopenia dan osteoporosis.⁸

Faktor lain yang mempengaruhi kepadatan tulang adalah *lean body mass*. *Lean body mass* secara konsisten telah ditemukan berhubungan dengan massa tulang atau kepadatan tulang yang mencerminkan efek mekanik langsung dari otot pada tulang, faktor genetik, dan faktor gaya hidup seperti aktivitas fisik yang mempengaruhinya.^{10,11} *Lean body mass* dapat menjadi prediktor yang lebih tepat daripada indeks massa tubuh dalam mengukur kehilangan massa otot dan kepadatan tulang.

Berdasarkan hasil penelitian Septriani menunjukkan adanya 30,2% mahasiswa Undip usia 18-23 tahun mengalami osteopenia.¹² Hasil survei Riskesdas tahun 2013 diketahui jika 48,2% penduduk Indonesia usia 10 tahun ke atas memiliki aktivitas fisik kurang.¹³ Hal ini merupakan dasar untuk melakukan penelitian mengenai hubungan tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang pada mahasiswa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis dan Bisnis Universitas Udayana Kota Denpasar pada bulan Mei 2015. Penelitian dalam ruang lingkup keilmuan gizi masyarakat dengan rancangan penelitian *cross-sectional*.

Sampel diambil menggunakan teknik *simple random sampling* hingga jumlah sampel memenuhi.

Besar sampel dihitung dengan menggunakan rumus sampel tunggal.¹⁴

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah mahasiswa putri usia 20-25 tahun di Fakultas Ekonomi dan Bisnis dan Bisnis Universitas Udayana Kota Denpasar. Berdasarkan perhitungan rumus dengan nilai $r = 0,385$ didapatkan besar sampel 65 orang ditambah cadangan 10% menjadi 75 orang. Subjek dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu siklus haid tertatur (21-35 hari)¹⁵ dan bersedia menjadi responden dengan mengisi *informed consent*, sedangkan kriteria eksklusi, yaitu mengidap penyakit diabetes melitus, ginjal, dan hati, mengonsumsi *soft drinks*, kopi dan teh yang berlebihan, alkohol, dan obat-obatan steroid; merokok, dan responden tidak hadir pada salah satu dari jadwal pengumpulan data.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tingkat kecukupan zat gizi, *lean body mass*, dan aktivitas fisik. Tingkat kecukupan zat gizi berupa tingkat kecukupan protein, vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, zat besi, magnesium, dan fosfor yang diukur dengan menggunakan *food frequency questionnaire* (FFQ) semi kuantitatif dan diolah dengan menggunakan *software nutrisurve*. *Lean body mass* diukur dengan menggunakan rumus James berdasarkan berat badan dan tinggi badan, sedangkan aktivitas fisik diukur menggunakan kuesioner aktivitas fisik sehari. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kepadatan tulang yang diukur dengan menggunakan *Ultrasound Bone Densitometry*.

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Uji hipotesis yang digunakan adalah uji linier berganda karena menggunakan lebih dari dua variabel bebas dan satu variabel terikat untuk mengetahui hubungan yang ada.

HASIL

Penelitian dilaksanakan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana Denpasar pada bulan Mei 2015. Subjek penelitian adalah mahasiswa putri sebanyak 75 orang yang berusia 20-25 tahun.

Berdasarkan Tabel 1, kepadatan tulang subjek penelitian dalam penelitian ini berkisar -1,9 sampai 3,8. Sebesar 26,7% subjek penelitian mengalami osteopenia (Tabel 2).

Subjek penelitian memiliki tingkat kecukupan protein berkisar antara 48,63% sampai 145,74%. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa rerata tingkat kecukupan kalsium subjek penelitian adalah $26,45 \pm 13,56\%$ yang berkisar antara 61,8% sampai 81,15%.

Tabel 1. Nilai Minimum, Maksimum, Rerata, Standar Deviasi Variabel

Variabel	Minimum	Maksimum	Rerata±SD
Kepadatan tulang	-1,9	3,8	-0,363±1,057
Tingkat Kecukupan Protein	48,63	145,74	89,13±24,93
Tingkat Kecukupan Vitamin A	10,04	180,18	86,47±38,42
Tingkat Kecukupan Vitamin C	1,63	368,45	74,14±55,08
Tingkat Kecukupan Vitamin D	30,33	88,67	60,16±13,87
Tingkat Kecukupan Kalsium	61,8	81,15	26,45±13,56
Tingkat Kecukupan Zat Besi	13,46	120,38	39,04±18,19
Tingkat Kecukupan Magnesium	25,36	132,72	72,16±26,46
Tingkat Kecukupan Fosfor	49,17	174,57	103,22±26,90
<i>Lean Body Mass</i>	57,99	90,77	81,56± 5,96
Aktivitas Fisik	1,22	1,81	1,52±0,13

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Status Kepadatan tulang

Kategori Kepadatan tulang	n	%
Normal (T > -1)	55	73,3
Osteopenia (-1 SD s/d -2.5)	20	26,7
Total	75	100,0

Untuk rerata tingkat kecukupan fosfor subjek penelitian adalah 103,22±26,90 % yang berkisar antara 49,17% sampai 174,57%. Untuk aktivitas fisik subjek penelitian berkisar antara 1,22 kkal.menit sampai 1,81 kkal.menit.

Hubungan Tingkat kecukupan zat gizi, *Lean Body Mass*, dan Aktivitas Fisik dengan Kepadatan tulang

Tabel 3 menunjukkan hasil uji bivariat antara tingkat kecukupan zat gizi (protein total, protein

hewani, vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, zat besi, magnesium, dan fosfor), *lean body mass*, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang. Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan bahwa tingkat kecukupan protein hewani memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang dan bersifat negatif dengan kekuatan sedang. Hal ini berarti semakin tinggi tingkat kecukupan protein hewani maka semakin rendah kepadatan tulang.

Tabel 3. Hubungan Tingkat kecukupan zat gizi, *Lean Body Mass*, dan Aktivitas Fisik dengan Kepadatan tulang

Variabel	Kepadatan tulang	
	r	p
Tingkat Kecukupan Protein Total	0,014	0,955
Tingkat Kecukupan Protein Hewani	-0,458	0,042*
Tingkat Kecukupan Vitamin A	0,270	0,249
Tingkat Kecukupan Vitamin C	0,114	0,632
Tingkat Kecukupan Vitamin D	0,041	0,864
Tingkat Kecukupan Kalsium	0,084	0,724
Tingkat Kecukupan Zat Besi	0,070	0,768
Tingkat Kecukupan Magnesium	0,095	0,689
Tingkat Kecukupan Fosfor	0,087	0,716
<i>Lean Body Mass</i>	0,556	0,011*
Aktivitas Fisik	0,267	0,254

Uji regresi linier sederhana

*korelasi signifikan (p < 0,05)

Selain tingkat kecukupan protein hewani, dalam uji bivariat menunjukkan bahwa *lean body mass* memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang dan bersifat positif dengan kekuatan sedang. Hal ini berarti semakin tinggi persentase *lean body mass* maka semakin meningkatkan kepadatan tulang mahasiswa putri.

Berdasarkan hasil uji bivariat, variabel yang memiliki p<0,25 dianalisis lebih lanjut menggunakan analisis regresi linier berganda untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap kepadatan tulang mahasiswa putri. Hasil analisis regresi linier berganda menunjukkan variabel tingkat kecukupan protein hewani dan *lean body mass* yang

mempengaruhi kepadatan tulang mahasiswa putri. Hasil analisis diperoleh nilai R^2 sebesar 0,383 yang menunjukkan bahwa 38,3% variasi kepadatan tulang dapat dijelaskan oleh variabel bebas yaitu *lean body mass* dan protein hewani.

PEMBAHASAN

Kepadatan Tulang

Hasil penelitian pada 75 mahasiswa putri usia 20-25 tahun diketahui sebesar 26,7% mahasiswa putri termasuk dalam kategori osteopenia namun tidak ditemukan adanya mahasiswa yang mengalami osteoporosis. Hasil penelitian ini hamper sama dengan penelitian pada remaja putri pada tahun 2009 di Semarang, yaitu 26,5%.¹⁶ Hal ini menunjukkan bahwa keadaan osteopenia sudah dialami oleh remaja dan wanita dewasa muda. Berdasarkan teori pembentukan tulang paling cepat terjadi pada usia pubertas yaitu ketika tulang menjadi semakin besar dan semakin padat yang akan mencapai puncaknya pada usia 30 tahun.¹

Osteopenia merupakan tanda awal terjadinya osteoporosis. Apabila keadaan ini tidak ditangani dengan baik maka dapat menyebabkan risiko terjadinya osteoporosis dikemudian hari. Kepadatan tulang dipengaruhi oleh faktor yang tidak dapat diubah (genetik, jenis kelamin, dan usia) dan faktor yang dapat diubah (berat badan, asupan zat gizi, dan aktivitas fisik).¹ Berat badan terdiri dari *lean body mass* dan berat lemak, sedangkan *lean body mass* merupakan berat tubuh tanpa lemak yang terdiri dari otot, tulang, air, dan cairan ekstraselular sehingga dapat mempengaruhi kepadatan tulang.

Tingkat kecukupan zat gizi

Hasil analisis hubungan antara tingkat kecukupan protein dengan kepadatan tulang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna. Hasil tabulasi silang menunjukkan bahwa osteopenia lebih banyak terjadi pada subjek penelitian yang tingkat kecukupan proteinnya rendah (30,3%). Protein merupakan salah satu faktor penting dalam pencapaian puncak kepadatan tulang dengan membantu menstimulasi pembentukan kolagen matriks tulang. Tingkat kecukupan protein yang rendah akan mengurangi penyerapan kalsium di usus dan mengakibatkan peningkatan serum hormon paratiroid (PTH).¹⁷

Berdasarkan hasil analisis tingkat kecukupan protein hewani memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa asupan protein hewani yang berlebihan berhubungan secara signifikan dengan kejadian patah tulang panggul pada wanita pascamenopause. Protein hewani mengandung asam amino sistein dan metionin

yang mengandung sulfur sehingga berkontribusi menciptakan kondisi asam dalam tubuh.

Berdasarkan hasil analisis tingkat kecukupan vitamin A tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang. Vitamin A merupakan salah satu nutrisi penting untuk pembentukan tulang. Kekurangan vitamin A dapat mengakibatkan pertumbuhan tulang terganggu. Studi eksperimen pada hewan menunjukkan pentingnya vitamin A pada proses *remodeling* tulang. Defisiensi akan menyebabkan pertumbuhan tulang terganggu akan tetapi kelebihan dapat mempercepat resorpsi, kerapuhan, dan terjadinya fraktur tulang.¹⁹

Hasil analisis hubungan tingkat kecukupan vitamin C dengan kepadatan tulang tidak memiliki hubungan yang bermakna, namun sebesar 27,3% subjek penelitian dengan tingkat kecukupan vitamin C rendah mengalami osteopenia. Vitamin C merupakan antioksidan kuat yang dapat mengurangi efek radikal bebas. Fungsi vitamin C membantu absorpsi kalsium dengan menjaga agar kalsium berada dalam bentuk larutan yang mudah diserap, apabila asupan vitamin C rendah maka kalsium sulit diabsorpsi tubuh.¹⁹

Sebanyak 28,6% subjek penelitian yang memiliki tingkat kecukupan vitamin D yang rendah mengalami osteopenia. Penelitian ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa ketidakcukupan vitamin D berhubungan dengan penurunan absorpsi kalsium dan peningkatan PTH. Apabila absorpsi kalsium dalam usus menurun maka PTH akan meningkatkan mobilisasi kalsium yang tersimpan dalam tulang dan meningkatkan reabsorpsi kalsium pada ginjal.^{1,2} Apabila hal ini berlangsung terus menerus maka akan terjadi penurunan kepadatan tulang.

Hasil uji korelasi penelitian menunjukkan tidak adanya hubungan antara tingkat kecukupan kalsium dengan kepadatan tulang, namun sebesar 27% subjek penelitian yang memiliki tingkat kecukupan kalsium yang rendah mengalami osteopenia. Kalsium hanya dapat diabsorpsi bila terdapat dalam bentuk larut air dan faktor yang dapat menghambat dipengaruhi oleh adanya defisiensi vitamin D, asam oksalat, asam lemak, atau ketidakseimbangan kalsium dan fosfor. Kalsium berperan dalam mineralisasi tulang diperlukan untuk memaksimalkan puncak kepadatan tulang serta menjaga kepadatan tulang agar tetap normal. Apabila konsumsi kurang pada masa remaja yang terjadi cukup lama dapat mengakibatkan puncak kepadatan tulang tidak terbentuk secara optimal.¹

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak adanya hubungan antara tingkat kecukupan zat besi, magnesium, dan fosfor. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kejadian osteopenia lebih banyak terjadi pada subjek penelitian yang memiliki tingkat kecukupan zat besi yang rendah. Zat besi merupakan faktor penting dalam mineralisasi tulang di mana zat

besi sangat esensial untuk sintesis kolagen yang merupakan tempat terjadinya mineralisasi tulang. Zat besi juga terlibat dalam konversi 25 hidroksivitamin D dan 1,25 dihidroksivitamin D₃ yang merupakan bentuk aktif vitamin D.²⁰

Magnesium memainkan peranan penting pada metabolisme kalsium dan tulang dengan meningkatkan absorpsi kalsium sehingga berdampak apabila asupan kalsium kurang memungkinkan terjadinya defisiensi magnesium. Defisiensi magnesium akan merubah metabolisme kalsium yang berakibat hipokalsemia dan metabolisme vitamin D yang abnormal. Alasan utama terjadinya hipokalsemia pada keasaman defisiensi magnesium adalah sekresi PTH yang tidak diperbaiki.²¹

Sebanyak 50% subjek penelitian dengan tingkat kecukupan fosfor rendah mengalami osteopenia. Hasil yang tidak signifikan bisa dikarenakan tingkat kecukupan fosfor dan kalsium tidak seimbang. Dalam penelitian ini perbandingan tingkat kecukupan kalsium dan fosfor adalah 1:1. Perbandingan yang tepat antara kalsium dan fosfor yaitu 2:1.¹ Fosfor bekerja bersama-sama dengan kalsium dalam memperkuat dan membentuk tulang dan gigi. Diet yang seimbang akan menjaga kecukupan jumlah fosfor. Fosfor bekerja sama dengan kalsium, maka yang perlu diperhatikan bahwa kelebihan fosfor secara nyata akan menurunkan kadar kalsium dalam darah yang berakibat sekresi PTH dan resorpsi tulang meningkat.^{1,6}

Lean Body Mass

Hasil uji korelasi menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara *lean body mass* dengan kepadatan tulang. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Wang *et al* yang menyatakan bahwa *lean body mass* mempunyai hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang pada wanita dewasa muda berusia 20-25 tahun.²² Pada wanita dewasa muda ketika mineral tulang aktif yang diperoleh maka tampak bahwa massa jaringan bebas lemak/*lean body mass* adalah prediktor kuat untuk kepadatan tulang. Tingginya aktivitas fisik dan/atau konsumsi makanan yang sehat berhubungan dengan kerampingan (*leanness*). Individu dengan lebih tinggi *lean body mass* cenderung lebih aktif secara fisik dan sebagai akibatnya memiliki massa tulang lebih tinggi dari individu dengan *lean body mass* rendah.²³

Aktivitas Fisik

Hasil uji korelasi menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang. Tidak signifikannya aktivitas fisik juga dapat disebabkan oleh aktivitas fisik pada saat wawancara yang tidak mencakup riwayat kebiasaan di masa lalu yang dapat berpengaruh terhadap kepadatan

tulang. Namun, pada penelitian ini juga menunjukkan sebesar 29,4% subjek penelitian dengan aktivitas fisik yang rendah mengalami osteopenia. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan ada hubungan antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang. Aktivitas fisik merupakan modulator penting massa tulang sehingga dapat mencegah kehilangan massa tulang hampir 1% per tahun pada wanita. Peningkatan kepadatan tulang merupakan respon stress tulang dan kontraksi otot melawan daya tarik gravitasi dalam menunjang berat badan saat beraktivitas terutama olahraga sehingga memicu fungsi osteoblast.²⁴

Faktor yang Paling Berhubungan dengan Kepadatan tulang pada Mahasiswa

Berdasarkan analisis multivariat, diketahui bahwa variabel protein hewani dan *lean body mass* merupakan faktor yang paling berhubungan dengan kepadatan tulang pada mahasiswa. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian *cross-sectional* Witzke dan Snow yang menyatakan bahwa *lean body mass* berhubungan dengan kepadatan tulang pada remaja putri.²⁵ Penelitian tersebut mendukung teori bahwa *lean body mass* merupakan prediktor penting untuk mengukur kepadatan tulang.²⁰

Demikian halnya dengan tingkat kecukupan protein hewani berhubungan dengan kepadatan tulang. Secara teori, protein bersifat amfoter (dapat beraksi dengan asam dan basa) sehingga berfungsi sebagai *buffer* untuk menjaga keseimbangan asam basa dalam tubuh. Ketika protein dari sumber hewani dikonsumsi secara berlebihan maka menyebabkan keadaan darah dalam tubuh menjadi lebih asam (pH rendah). Protein hewani mengandung asam amino sistein dan metionin yang mengandung sulfur, sehingga untuk menetralkannya diperlukan kalsium bikarbonat yang bersifat basa. Apabila jumlah kalsium dalam darah tidak mencukupi, maka tubuh akan mengambil cadangan kalsium di tulang. Jika hal ini berlangsung dalam waktu yang lama maka kepadatan tulang akan menurun.²⁶

SIMPULAN DAN SARAN

Tidak ada hubungan yang bermakna antara tingkat kecukupan protein total, vitamin A, vitamin C, vitamin D, kalsium, zat besi, magnesium, fosfor, dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang pada mahasiswa. Tingkat kecukupan protein hewani dan *lean body mass* berhubungan dengan kepadatan tulang pada mahasiswa. Saran yang dapat diberikan adalah pentingnya meningkatkan aktivitas fisik khususnya olahraga agar dapat mencapai kepadatan tulang yang maksimal sebelum usia 30 tahun untuk mencegah terjadinya osteoporosis di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson JJB. Nutrition and Bone Health. In: Mahan K, Escott-Stump S, editors. Krause's food, nutrition and diet therapy 12th edition. Philadelphia: Saunders; 2008.p.614-33.
2. WHO. Prevention and Management of Osteoporosis. Genewa. 2003; 921.p.15-56.
3. Ambrish M, Vibha D, Edith L. The Asian Audit: Epidemiology, Costs and Burden of Osteoporosis in Asia 2009. Available from: <http://www.iofbonehealth.org>. 2009.
4. Mann J and Truswell AS. Essentials of Human Nutrition. Am J Clin Nutr. 2003; 78: 499-500.
5. Indonesian Osteoporosis Association. Osteoporosis In Indonesia. Available from: <http://www.iofbonehealth.org>. 2010.
6. Henrich J. Calcium and Your Bones. Available from: http://health.yahoo.com/health/centers/bone_health/104-207-208.html. 2003.
7. Nurwahyuni D. Hubungan Antara Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik dan Frekuensi Konsumsi Dengan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pasca Menopause. Semarang: Universitas Diponegoro. 2009.
8. Beasley JM, Brett AA, Leslie S, Andrea ZL, Susau MO, Scholes D. Is Protein Intake Associated with Bone Mineral Density in Young. Am J Clin Nutr 2010; 91:1311-6.
9. Nguyen TV, Kelly PJ, Sambrook PN, Gilbert C, Pocock NA, Eisman JA: Lifestyle factors and bone density in the elderly: implications for osteoporosis prevention. J Bone Miner Res.1994; 9(9):1339-46.
10. Janicka A, Wren TA, Sanchez MM, Dorey F, Kim PS, Mittelman SD, Gilsanz V. Fat mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults. J Clin Endocrinol Metab. 2007; 92:143-7.
11. Baxter-Jones AD, Eisenmann JC, Mirwald RL, Faulkner RA, Bailey DA. The influence of physical activity on lean mass accrual during adolescence: a longitudinal analysis. J Appl Physiol. 2008; 105:734-41.
12. Septriani R. Hubungan Asupan Protein Dan Kafein Dengan Kepadatan Tulang Pada Wanita Dewasa Muda. Available from: <http://eprints.undip.ac.id/>. 2013.
13. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 75 tahun 2013 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan bagi Bangsa Indonesia. Available from: www.hukor.depkes.go.id. 2013.
14. Sastroasmoro dan Ismael. Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis. Sagung Seto: Jakarta. 2011.
15. Hand H. The Ups and Downs of The Menstrual Cycle. Practise Nursing. 2010; 21 (9): 454-59.
16. Wulandari M. Faktor Yang Berhubungan dengan Kepadatan Tulang Remaja. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. 2009:1-10.
17. Rapuri PB, Gallaher C, Haynatzka V. Protein Intake: Effects on Bone Mineral Density and The Rate Of Bone Loss In Elderly Women. Am J Clin Nutr. 2003; 77: 1517-25.
18. Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A. A High ratio Dietary Animal to Vegetable Protein Increase the Rate of Loss and The risk of Fracture in Postmenopausal women. Am J Clin Nutr. 2001; 72:118-22.
19. Tucker KL. Dietary Intake and Bone Status With Aging Current Pharmaceutical Design. Am J Clin Nutr. 2003; 9: 301-40.
20. Harris MM. Dietary Iron Is Associated With Bone Mineral Density In Healthy Postmenopausal Women. Am J Clin Nutr. 2003;1333: 3598-3602.
21. Kennefick S, Cashman KD. Investigation of an in vitro model for predicting the effect of food componenton calcium availability from meals. Int J food Sci and Nutr. 2000; 51: 45-54.
22. Wang MC, Bachrach LK, van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The Relative Contributions of Lean Tissue mass and Fat Mass to Bone Density in Young Women. Bone. 2005; 37: 474-81.
23. Jill AM, Anderson JJB, Gallagher Jr PN. Intakes of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. Am J Clin Nutr. 1993; 58: 537-42.
24. Katz DL. Nutrition Clinical Practice. New York: Lippincott Williams and Wilkins: 2000.p.127-35.
25. Witzke KA and Snow CM. Lean body mass and leg power best predict bone mineral density in adolescent girls. Med Sci Sports Exerc. 1999; 31(11): 1558.
26. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 5th ed. Australia: Wadsworth. 2009; 429-67.