

HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT), PERSEN LEMAK TUBUH, ASUPAN ZAT GIZI, DAN AKTIVITAS FISIK DENGAN KEPADATAN TULANG PADA REMAJA PUTRI

Nafilah, Deny Yudi Fitranti^{*)}

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jl.Dr.Sutomo No.18, Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background : Low bone density during adolescence may increase the risk of osteoporosis. There are several factors that affect bone density among nutrients intake, BMI, body fat percent, and physical activity. However, a recent study shows obesity can increase the risk of osteoporosis.

Objective : The aim of the study is to determine correlations of BMI, percent body fat, nutrients intake, and physical activity with bone density in female adolescent.

Methods : Research held on SMP PL Domenico Savio Semarang in June 2014. Design of this study is cross-sectional with 101 female adolescent, aged between 13-15 years which selected by simple random sampling. The data taken were body weight, percent body fat, height, protein and calcium intake, phosphorus and vitamin D intake, physical activity, and bone density score. Bivariate analysis was using rank spearman test and multivariate analysis was using double linear regression test.

Results : Most of subjects (70,3%) are osteopenia and 29,7% has normal bone density. Based on z-score, 63,4% of subject has normal BMI. Moreover 65,3% has normal percent body fat, 44,6% has moderate physical activity, and 56,4% have protein intake more than nutritional adequacy. Calcium, phosphorus, and vitamin D intake are less than nutritional adequacy each 65,3%, 44,6%, and 66,3%. There are no correlation between protein, calcium, phosphorus, vitamin D intake and physical activity with bone density ($p>0,05$). However, there are significant correlation between BMI ($r=0,415$) and percent body fat ($r=0,402$) with bone density ($p<0,05$). In regression analysis, only percent body fat influence bone density ($B=0,032$).

Conclusion : There are significant correlation between body mass index (BMI) and percent body fat with bone density. However, percent body fat is the most influence variable to bone density

Keywords : bone density; body mass index; body fat percent; nutrients intake; physical activity

ABSTRAK

Latar Belakang : Kepadatan tulang yang rendah saat remaja dapat meningkatkan risiko terjadinya osteoporosis. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan tulang diantaranya asupan zat gizi, IMT, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik. Akan tetapi, penelitian terbaru menunjukkan bahwa obesitas dapat meningkatkan risiko osteoporosis.

Tujuan : Mengetahui hubungan IMT, persen lemak tubuh, asupan zat gizi dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang pada remaja putri.

Metode : Penelitian dilaksanakan di SMP PL Domenico Savio Semarang pada bulan Juni 2014. Desain penelitian cross-sectional dengan subyek 101 remaja putri usia 13-15 tahun dipilih dengan metode simple random sampling. Data yang diambil adalah berat badan, persen lemak tubuh, tinggi badan, asupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D, tingkat aktivitas fisik, dan kepadatan tulang. Analisis bivariat dengan uji rank Spearman dan analisis multivariat menggunakan uji regresi linier ganda.

Hasil : Sebagian besar subyek (70,3%) mengalami osteopenia dan 29,7% memiliki kepadatan tulang kategori normal. Sebanyak 63,4% subyek memiliki nilai z-score IMT kategori normal, 65,3% memiliki persen lemak tubuh normal, 44,6% memiliki tingkat aktivitas sedang, dan 56,4% memiliki asupan protein lebih dari AKG. Asupan kalsium, fosfor, dan vitamin D kurang dari AKG masing-masing 65,3%, 44,6%, dan 66,3%. Asupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D dan aktivitas fisik tidak terbukti terdapat hubungan dengan kepadatan tulang ($p>0,05$). Akan tetapi, IMT ($r=0,415$) dan persen lemak tubuh ($r=0,402$) terbukti mempunyai hubungan bermakna dengan kepadatan tulang ($p<0,05$). Pada analisis regresi linier ganda, hanya persen lemak tubuh yang menjadi prediktor kepadatan tulang ($B=0,032$).

Kesimpulan : Terbukti terdapat hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan persen lemak tubuh dengan kepadatan tulang. Akan tetapi, variabel yang menjadi prediktor terhadap kepadatan tulang hanya persen lemak tubuh.

Kata Kunci : Kepadatan tulang; indeks massa tubuh; persen lemak tubuh; asupan zat gizi; aktivitas fisik

PENDAHULUAN

Kepadatan tulang tidak normal merupakan kondisi yang dijadikan sebagai acuan

untuk memprediksi terjadinya osteopenia dan osteoporosis.^{1,2} Osteopenia merupakan tanda terjadinya osteoporosis yang diawali dengan

^{*)}Penulis Penanggungjawab

rendahnya kepadatan tulang, apabila berlangsung dalam waktu lama dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan tulang sehingga terjadi osteoporosis.^{3,4} Osteoporosis disebut juga dengan *silent diseases* karena berkurangnya massa tulang terjadi dalam waktu lama dan tanpa menimbulkan gejala. Apabila kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama maka dapat menimbulkan morbiditas, cacat dan kematian.³

Beberapa studi telah dilakukan untuk mengetahui besarnya kejadian kepadatan tulang tidak normal. Berdasarkan perolehan data penelitian yang dilakukan di Semarang menunjukkan bahwa sebanyak 18,8% remaja mempunyai kepadatan tulang rendah yang terdiri dari 26,6% laki-laki dan 73,3% perempuan.⁵ Hasil penelitian lain yang dilakukan di Salatiga menunjukkan bahwa sebesar 28,6% remaja putri mengalami osteopenia.⁶ Berdasarkan data tersebut, prevalensi terjadinya osteopenia dan osteoporosis masih cukup tinggi terutama pada remaja putri. Akan tetapi, hal ini dapat dicegah dengan memaksimalkan kepadatan tulang pada masa remaja. Puncak pencapaian kepadatan tulang terjadi pada masa remaja, khususnya pada remaja akhir yaitu sekitar 90% sampai 95% kepadatan tulang tercapai.⁷ Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan tulang diantaranya indeks massa tubuh (IMT), massa lemak, asupan zat gizi dan aktivitas fisik.^{1,8}

Dewasa ini, di Indonesia mengalami *double burden* yaitu keadaan munculnya *underweight* bersamaan dengan munculnya *obesitas*. Tahun 2013, pada populasi remaja usia 13-15 tahun sebesar 2,5% remaja mengalami obesitas dan 3,3% remaja mengalami *underweight*.⁹ Padahal indeks massa tubuh merupakan salah satu faktor yang berhubungan langsung dengan kepadatan tulang. Teori yang selama ini berkembang menyatakan bahwa IMT (Indeks Massa Tubuh) berhubungan positif dengan kepadatan tulang.¹⁰

Faktor lain yang mempengaruhi kepadatan tulang adalah persen lemak tubuh. Persen lemak tubuh secara langsung mempunyai dampak terhadap kepadatan tulang dan menstimulasi tulang dengan cara mensekresi hormon aktif dari sel β pankreas (insulin, amilin, dan preptin) dan dari adiposit (estrogen, adiponectin dan leptin).^{11,12} Akan tetapi, penelitian lain menyebutkan bahwa persen lemak tubuh tidak dapat melindungi tulang dari terjadinya *fraktur* tulang. Hal ini didukung dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa berat badan lebih karena massa lemak tidak memberikan pengaruh terhadap

peningkatan kepadatan tulang, karena peningkatan kepadatan tulang tidak dipengaruhi oleh adanya pembebanan mekanik dari massa lemak melainkan pembebanan statis dari massa otot. Oleh karena itu, beberapa penelitian menyatakan bahwa massa lemak dapat meningkatkan risiko terjadinya osteopenia, osteoporosis dan *fraktur* tulang.^{13,14,15}

Aktivitas fisik dan asupan zat gizi berupa protein, kalsium, fosfor, dan vitamin D juga berpengaruh terhadap kepadatan tulang secara langsung. Aktivitas fisik dapat mengurangi risiko osteoporosis dan mencegah penurunan kepadatan tulang.¹⁶ Sebuah penelitian kasus kontrol menunjukkan bahwa subyek dengan aktivitas rendah atau cukup memiliki risiko 4,58 kali lebih besar dibandingkan dengan subyek yang memiliki aktivitas fisik tinggi.¹⁶ Selain aktivitas fisik, asupan kalsium, fosfor dan vitamin D dibutuhkan untuk proses mineralisasi tulang sehingga dapat mencegah penurunan kepadatan tulang.¹ Berbeda dengan kalsium, fosfor dan vitamin D, asupan protein yang berlebih diduga menghambat pembentukan tulang. Hasil penelitian menyatakan bahwa tingginya konsumsi protein menyebabkan hiperkalsiuria yang merupakan hasil dari tinggi resorpsi tulang sehingga dapat meningkatkan risiko osteopenia dan osteoporosis.¹⁷

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk mengetahui hubungan indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, aktivitas fisik dan asupan zat gizi dengan kepadatan tulang pada remaja putri. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang berbagai faktor yang berhubungan dengan kepadatan tulang pada remaja sehingga dapat meningkatkan dan menjaga tulang sejak dini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Pangudi Luhur Domenico Savio Semarang pada bulan Juni 2014. Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup keilmuan gizi masyarakat dengan desain penelitian *cross-sectional*.

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah remaja putri usia 13-15 tahun di SMP Pangudi Luhur Domenico Savio Semarang. Subyek dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu sudah menstruasi, tidak merokok, tidak mengkonsumsi kopi lebih dari tiga cangkir per hari, dan tidak mengkonsumsi obat-obatan yang mempengaruhi kepadatan tulang. Berdasarkan perhitungan besar sampel yang dihitung menggunakan rumus estimasi proporsi, diperoleh jumlah sampel minimal sebanyak 101 sampel. Subyek yang masuk kedalam kriteria inklusi

sebanyak 255 orang kemudian dipilih menggunakan *simple random sampling* sehingga diperoleh sampel sebanyak 101 orang.¹⁸

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah indeks massa tubuh (IMT), persen lemak tubuh, asupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D, dan aktivitas fisik. Variabel terikat adalah kepadatan tulang.

Data indeks massa tubuh merupakan perbandingan berat badan (kg) dan tinggi badan (meter) menurut umur yang kemudian dikategorikan berdasarkan nilai *z-score* yaitu *obesity* ($> +2SD$), *overweight* ($+1SD$ sampai $+2SD$), normal ($+1SD$ sampai $-2SD$), kurus ($< -2SD$ sampai $> -3SD$), dan sangat kurus ($< -3SD$).¹⁹ Data persen lemak tubuh diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan BIA (*Bioelectrical Impedance Analyzer*) *Tanita Innerscan Body Composition Monitor*. Data tersebut kemudian dikategorikan berdasarkan kurva persen lemak tubuh untuk perempuan usia 4-20 tahun.²⁰

Asupan makanan berupa protein, kalsium, fosfor dan vitamin D diperoleh melalui formulir *Food Frequency Semi Quantitative* dengan melakukan wawancara. Hasil yang diperoleh kemudian diolah menggunakan program *nutrisurvey*. Asupan protein, kalsium, fosfor, dan vitamin D dihitung rerata konsumsi perhari kemudian dibandingkan dengan AKG. Hasil pengolahan data asupan protein, kalsium, fosfor, dan vitamin D dikategorikan menjadi kurang ($<80\%$ AKG), normal ($80-100\%$ AKG), dan lebih ($>100\%$ AKG).²¹ Adapun angka kecukupan gizi masing-masing asupan antara lain protein sebesar 57 gram, kalsium sebesar 1000 mg, fosfor 1000 mg, dan vitamin D sebesar 5 μ g. Data aktivitas fisik diperoleh dari kuesioner IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*).²² Hasil data aktivitas fisik dikategorikan menjadi aktivitas fisik rendah jika nilainya <600 MET.menit/minggu,

aktivitas fisik sedang jika nilainya 600-2999 MET.menit/minggu, dan aktivitas fisik tinggi jika nilainya >2999 MET.menit/minggu.²²

Data nilai kepadatan tulang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan alat *bone densitometry* metode *Quantitative Ultrasound (QUS)* yang dilakukan oleh petugas pemeriksaan tulang dengan mengukur tulang *calcaneus* (tumit). Kategori nilai kepadatan tulang antara lain normal (diatas $-1 SD$), osteopenia (-1 sampai $-2,5 SD$) dan osteoporosis (dibawah $-2,5 SD$).²³

Data yang sudah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis secara statistik menggunakan program komputer. Analisis deskriptif digunakan untuk melihat gambaran karakteristik subyek penelitian berupa indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, aktivitas fisik, asupan zat gizi, dan nilai kepadatan tulang. Data-data tersebut diuji normalitasnya menggunakan uji *Kolmogorof-Smirnov*. Analisis bivariat dilakukan dengan uji *rank Spearman* untuk mengetahui hubungan indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, aktivitas fisik, asupan protein, kalsium, fosfor, dan vitamin D dengan kepadatan tulang. Analisis multivariat dilakukan dengan uji regresi linier ganda untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap kepadatan tulang.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Subyek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMP Pangudi Luhur Domenico Savio Semarang pada bulan Juni 2014. Subyek penelitian ini adalah 101 orang siswi berusia 13-15 tahun.

Berdasarkan Tabel 1,³ kepadatan tulang subyek dalam penelitian ini berkisar antara $-2,3$ sampai $1,2$ dengan median $-1,5$. Sebagian besar subyek tergolong dalam kategori osteopenia yaitu sebesar 70,3% (Tabel 2).

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

Variabel	Minimum	Maksimum	Median	Mean \pm SD
Kepadatan tulang (SD)	-2,3	1,2	-1,5	-
IMT (<i>z-score</i>)	-3,12	3,08	0,22	-
Persen Lemak Tubuh	10,6	43	-	27,28 \pm 7,81
Tingkat kecukupan protein (%)	46,1	253,1	106,3	-
Tingkat kecukupan kalsium (%)	11,6	203	61	-
Tingkat kecukupan vitamin D (%)	8	608	62	-
Tingkatkecukupan Fosfor (%)	21,6	180	-	90 \pm 32,96
Aktivitas fisik (MET.menit/minggu)	155	12528	2316	-

Subyek penelitian memiliki IMT dengan nilai *z-score* berkisar antara $-3,12$ sampai $3,08$ dengan median $0,22$. Persentase IMT subyek *overweight* dan obesitas masing-masing 23,8% dan

5,9% (Tabel 3). Rerata persen lemak tubuh subyek adalah 27,28 \pm 7,81 yang berkisar antara 10,6 sampai 43 dengan persentase *overfat* dan obesitas masing-masing 12,9%. Tingkat kecukupan protein berkisar

antara 46,1% sampai 253,1% dengan median 106,3%.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kategori Kepadatan Tulang

Kategori kepadatan tulang		Frekuensi	
		n	%
Kategori kepadatan tulang	Normal	30	29,7
	Osteopenia	71	70,3
	Jumlah	101	100

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa sebanyak 2 subyek (33,3%) dengan kategori IMT obesitas dan sebanyak 13 subyek (54,2%) dengan kategori IMT *overweight* mengalami osteopenia. Selain itu, sebanyak 8 subyek (61,5%) termasuk kategori persen lemak tubuh *overfat* dan sebanyak 7 subyek (53,8%) kategori obesitas mengalami osteopenia.

Sebagian besar subyek yang mengalami osteopenia memiliki tingkat kecukupan protein,

kalsium, dan vitamin D kurang yaitu masing-masing sebesar 77,8%, 74,2%, dan 76,1%. Akan tetapi, persentase subyek dengan osteopenia berdasarkan tingkat kecukupan fosfor sebagian besar termasuk dalam kategori tingkat kecukupan fosfor normal yaitu sebanyak 20 subyek (87%). Sama halnya dengan tingkat kecukupan fosfor, osteopenia juga lebih banyak dialami oleh subyek dengan kategori aktivitas fisik rendah yaitu sebanyak 14 subyek (82,4%).

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kepadatan Tulang Menurut IMT, Persen Lemak Tubuh, Asupan Protein, Kalsium, Fosfor, Vitamin D dan Aktivitas Fisik

Variabel	Frekuensi n (%)	Kepadatan Tulang	
		Normal	Osteopenia
		n (%)	n (%)
Kategori IMT (<i>z-score</i>)			
Sangat kurus (< -3SD)	1 (1)	0 (0)	1 (100)
Kurus (< -2SD sampai > -3SD)	6 (5,9)	0 (0)	6 (100)
Normal (+1SD sampai -2SD)	64 (63,4)	15 (23,4)	49 (76,6)
<i>Overweight</i> (> +1SD sampai +2SD)	24 (23,8)	11 (45,8)	13 (54,2)
Obesitas (> +2SD)	6 (5,9)	4 (66,7)	2 (33,3)
Kategori Persen Lemak Tubuh			
<i>Underfat</i>	9 (8,9)	0 (0)	9 (100)
Normal	66 (65,3)	19 (28,8)	47 (71,2)
<i>Overfat</i>	13 (12,9)	5 (38,5)	8 (61,5)
Obesitas	13 (12,9)	6 (46,2)	7 (53,8)
Kategori Tingkat Kecukupan Protein			
Kurang (<80% AKG)	18 (17,8)	4 (22,2)	14 (77,8)
Normal (80-100% AKG)	26 (25,7)	6 (23,1)	20 (76,9)
Lebih (> 100% AKG)	57 (56,4)	20 (35,1)	37 (64,9)
Kategori Tingkat Kecukupan Kalsium			
Kurang (<80% AKG)	66 (65,3)	17 (25,8)	49 (74,2)
Normal (80-100% AKG)	12 (11,9)	5 (41,7)	7 (58,3)
Lebih (> 100% AKG)	23 (22,8)	8 (34,8)	15 (65,2)
Kategori Tingkat Kecukupan Fosfor			
Kurang (<80% AKG)	45 (44,6)	12 (26,7)	33 (73,3)
Normal (80-100% AKG)	23 (22,8)	3 (13)	20 (87)
Lebih (> 100% AKG)	33 (32,7)	15 (45,5)	18 (54,5)
Kategori Tingkat Kecukupan Vitamin D			
Kurang (<80% AKG)	67 (66,3)	16 (23,9)	51 (76,1)
Normal (80-100% AKG)	10 (9,9)	5 (50)	5 (50)
Lebih (> 100% AKG)	24 (23,8)	9 (37,5)	15 (62,5)
Kategori Aktivitas Fisik			
Rendah (<600 MET.menit/minggu)	17 (16,8)	3 (17,6)	14 (82,4)
Sedang (600-2999 MET.menit/minggu)	45(44,6)	15 (33,3)	30 (66,7)
Tinggi (>2999 MET.menit/minggu)	39 (38,6)	12 (30,8)	27 (69,2)

Hubungan IMT, Persen Lemak Tubuh, Tingkat Kecukupan Protein, Kalsium, Fosfor, Vitamin D, dan Aktivitas Fisik

Tabel 4 menunjukkan hasil uji bivariat antara IMT, persen lemak tubuh, tingkat kecukupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D dan aktivitas fisik dengan kepadatan tulang. Berdasarkan hasil uji korelasi menggunakan uji *rankspearman* menunjukkan bahwa indeks massa tubuh (IMT) berhubungan bermakna dengan kepadatan tulang ($p < 0,05$) dan bersifat positif

dengan kekuatan sedang ($r = 0,415$). Artinya, semakin tinggi indeks massa tubuh akan semakin meningkatkan kepadatan tulang. Akan tetapi, IMT hanya berupa perbandingan tinggi badan dan berat badan saja sehingga tidak secara jelas menerangkan peningkatan IMT karena persen lemak tubuh atau massa otot. Hal ini ditunjukkan dengan terdapat 8 (33,3%) subyek yang termasuk dalam kategori IMT *overweight* namun dalam kategori persen lemak tubuh termasuk dalam kategori normal.

Tabel 4. Hubungan IMT, Persen Lemak Tubuh, Tingkat Kecukupan Protein, Kalsium, Fosfor, Vitamin D, dan Aktivitas Fisik

Variabel	Kepadatan Tulang	
	r	P
IMT	0,415	0,000* 6
Persen Lemak Tubuh	0,402	0,000*
Tingkat Kecukupan Protein	0,054	0,590
TingkatKecukupan Kalsium	0,116	0,249
Tingkat Kecukupan Fosfor	0,107	0,289
Tingkat Kecukupan Vitamin D	0,086	0,395
Aktivitas Fisik	0,131	0,191

Uji korelasi *rank spearman*

*korelasi signifikan ($p < 0,05$)

Selain IMT, dalam uji bivariat menunjukkan bahwa persen lemak tubuh berhubungan bermakna dengan kepadatan tulang ($p < 0,05$) dan bersifat positif dengan kekuatan sedang ($r = 0,402$). Artinya, semakin tinggi persen lemak tubuh maka akan semakin meningkatkan kepadatan tulang remaja putri.

Berdasarkan hasil analisis bivariat, terdapat empat variabel yang memiliki $p < 0,25$ antara lain IMT, persen lemak tubuh, tingkat kalsium, dan aktivitas fisik. Keempat variabel ini dianalisis lebih lanjut menggunakan analisis regresi linier ganda untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap kepadatan tulang. Hasil analisis regresi linier ganda menunjukkan hanya variabel persen lemak tubuh yang mempengaruhi kepadatan tulang secara signifikan ($p < 0,05$) dengan nilai koefisien regresi 0,031 dan konstanta -2,331. Angka *Adjusted R square* adalah 0,140 menunjukkan bahwa 14% variasi kepadatan tulang dapat dijelaskan oleh variasi persen lemak tubuh.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada 101 remaja putri usia 13-15 tahun diketahui bahwa sebanyak 71 (70,3%) remaja termasuk dalam kategori osteopenia namun tidak ditemukan adanya remaja yang mengalami osteoporosis. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan pada penelitian sebelumnya pada

remaja putri tahun 2009 di Semarang, yaitu 26,6%.⁵ Hal ini menunjukkan bahwa keadaan osteopenia sudah dialami oleh remaja putri. Padahal secara 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 bahkan patah tulang dikemudian hari.^{3,4} Asupan zat gizi pembentuk tulang yang adekuat, IMT, persen lemak tubuh, dan aktivitas fisik berperan dalam memaksimalkan kepadatan tulang pada masa remaja dan dapat mencegah terjadinya osteoporosis dikemudian hari.^{1,8}

Hasil penelitian ini diperoleh sebanyak 23,8% remaja termasuk dalam kategori *overweight*, 5,9% obesitas, dan 5,9% *underweight* (kurus). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi masalah gizi ganda pada remaja putri. Selain IMT, penelitian ini juga mengukur persen lemak tubuh. Persen lemak tubuh sering digunakan untuk mengetahui komposisi tubuh individu maupun status gizi. Berdasarkan hasil pengukuran persen lemak tubuh menunjukkan sebanyak 8,9% remaja termasuk *underfat*, 12,9% *overfat* dan 12,9% obesitas. Hal ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa pada remaja putri terjadi

perubahan massa lemak tubuh secara berkelanjutan selama masa pubertas yang dimulai pada usia 7,5 tahun. Selama masa pubertas, remaja putri tidak pernah kehilangan lemak tubuh. Setelah masa percepatan tinggi badan, terjadi akumulasi lemak lebih cepat dan ekstensif yaitu sel lemak lebih besar dan lebih banyak daripada remaja laki-laki sehingga lemak keseluruhan pada perempuan sekitar 25% dari berat badan.²⁴ Hasil penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa massa lemak tubuh remaja putri usia 12-15 tahun secara signifikan lebih tinggi daripada remaja laki-laki.²⁵

Tingkat kecukupan protein diketahui sebesar 77,8% remaja yang termasuk kategori kurang mengalami osteopenia. Asupan protein merupakan salah satu faktor penting dalam pencapaian puncak kepadatan tulang dengan membantu menstimulasi pembentukan kolagen matriks tulang. Individu dengan asupan protein yang rendah mengalami kehilangan kepadatan tulang yang lebih besar.¹ Akan tetapi, asupan tinggi protein juga mempunyai efek yang bertentangan dengan keseimbangan kalsium. Sebuah penelitian lain menyatakan bahwa tingginya konsumsi protein menyebabkan hiperkalsiuria yang merupakan hasil dari tingginya resorpsi tulang sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya osteopenia dan osteoporosis.¹⁷

Penelitian ini menunjukkan sebanyak 74,2% remaja dengan tingkat kecukupan kalsium rendah memiliki kepadatan tulang yang rendah. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh rasio asupan kalsium dan fosfor yang tidak seimbang. 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.^{1,26} Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya yang menunjukkan bahwa asupan kalsium yang rendah pada masa remaja berhubungan dengan penurunan kepadatan tulang panggul sebesar tiga persen.²⁷ Selain itu, subyek pada penelitian ini lebih banyak mengkonsumsi asupan kalsium dari *non dairy product* dibandingkan *dairy product* (susu, keju, yoghurt). Sebuah penelitian menyebutkan bahwa asupan kalsium dari non susu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kepadatan tulang remaja.²⁸

Berbeda dengan tingkat kecukupan kalsium, terdapat 87% remaja memiliki tingkat kecukupan fosfor normal mengalami osteopenia. Perbandingan yang tidak seimbang antara fosfor

dan kalsium dapat menghambat penyerapan kalsium sehingga dapat menimbulkan defisiensi kalsium. Perbandingan yang tepat antara kalsium dan fosfor yaitu 2:1.¹ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar subyek memiliki tingkat kecukupan kalsium rendah sedangkan fosfor sebagian besar termasuk kategori normal. Hasil ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa jumlah fosfor yang lebih besar daripada kalsium akan menyebabkan penurunan kepadatan tulang. Asupan fosfor berlebih dapat mengganggu pembentukan tulang dengan meningkatkan konsentrasi serum fosfor. Apabila hal ini terjadi, maka akan menurunkan serum kalsium yang berakibat sekresi *parathyroid hormone* (PTH) dan resorpsi tulang meningkat.^{1,2}

Sebanyak 76,1% remaja yang memiliki tingkat kecukupan vitamin D kurang mengalami osteopenia. Hasil ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa ketidakcukupan asupan vitamin D berhubungan dengan penurunan absorpsi kalsium dan peningkatan produksi hormon paratioid (PTH). Apabila absorpsi kalsium dalam usus menurun maka hormon paratiroid 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.

Sebanyak 82,4% remaja memiliki kepadatan tulang yang rendah dengan kategori aktivitas fisik rendah. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa subyek dengan aktivitas rendah atau cukup memiliki risiko 4,58 kali lebih besar untuk mengalami osteoporosis dibandingkan dengan subyek yang memiliki aktivitas tinggi.¹⁶ Secara teori, aktivitas fisik merupakan modulator utama untuk meningkatkan kepadatan tulang. Pada saat melakukan aktivitas fisik maka secara langsung terjadi mekanisme pembebanan tulang yang berupa terjadinya peningkatan massa otot tulang yang memberikan pembebanan pada tulang sehingga kepadatan tulang meningkat.^{26,29} Akan tetapi disisi lain, aktivitas fisik yang berat dapat meningkatkan risiko osteoporosis. Hal ini dapat disebabkan karena aktivitas fisik yang berat lebih berisiko untuk jatuh sehingga meningkatkan risiko rendahnya kepadatan tulang.²⁶

Hasil uji korelasi penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara IMT dengan kepadatan tulang. Hasil penelitian ini menemukan sebesar 2 remaja (33,3%) dengan kategori IMT obesitas dan sebanyak 11 remaja (54,2%) dengan kategori IMT

overweight mengalami osteopenia. Teori yang berkembang selama ini menyebutkan bahwa orang yang berbadan besar mempunyai massa tulang lebih besar dibandingkan dengan orang yang kurus atau kecil.²⁵ Sebuah penelitian menunjukkan bahwa IMT berhubungan positif dengan kepadatan tulang.¹⁰ Semakin tinggi IMT, maka risiko terjadinya osteoporosis semakin rendah. Akan tetapi, IMT hanya berupa perbandingan tinggi badan dan berat badan saja sehingga tidak secara jelas menerangkan peningkatan IMT karena persen lemak tubuh atau massa otot.

Hasil uji korelasi juga menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara persen lemak tubuh dengan kepadatan tulang pada remaja putri. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa massa lemak berhubungan positif dengan kepadatan tulang pada remaja putri.¹¹ Persen lemak tubuh merupakan proporsi lemak total dengan total berat badan. Massa lemak pada perempuan yang mengalami kelebihan berat badan memberikan tekanan yang besar pada tulang dan dapat merangsang pembentukan tulang baru.¹⁰ Pembentukan tulang baru ini disekresi oleh hormon aktif dari sel β pankreas (insulin, amilin, dan preptin) dan dari adiposit (estrogen, adiponektin dan leptin).^{11,12} Leptin dan estrogen merupakan mediator dari jaringan adiposit untuk meningkatkan kepadatan tulang. Di sisi lain, masa remaja sedang mengalami penambahan masa lemak secara berkelanjutan. Semakin banyak massa lemak diketahui semakin banyak hormon estrogen yang diproduksi sehingga dapat meningkatkan kepadatan tulang pada remaja.²³ Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa adiponektin dapat meningkatkan sensitivitas insulin sehingga dapat menstimulasi aktivitas osteoblas.¹¹

Berbeda dengan teori sebelumnya, penelitian terbaru yang dilakukan pada remaja putri dengan obesitas menyatakan bahwa lemak visceral memiliki efek negatif terhadap kepadatan tulang.³⁰ Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa massa lemak tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan kepadatan tulang. Hal ini dikarenakan peningkatan kepadatan tulang tidak dipengaruhi oleh adanya pembebanan mekanik dari massa lemak melainkan pembebanan statis dari massa otot.^{13,14,15} Penelitian ini tidak mengukur massa otot sehingga belum jelas menerangkan persen lemak tubuh atau massa otot yang paling berpengaruh.

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa tingkat kecukupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D dan aktivitas fisik tidak berhubungan bermakna

dengan kepadatan tulang. Akan tetapi, jika dilihat dari nilai koefisien korelasi (nilai r) menunjukkan adanya arah yang positif dengan kepadatan tulang meskipun bersifat lemah. Artinya, semakin tinggi asupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D dan aktivitas fisik akan semakin meningkatkan kepadatan tulang. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa asupan protein, kalsium, fosfor dan vitamin D berhubungan dengan kepadatan tulang meskipun tidak bermakna. Asupan protein, kalsium, fosfor dan vitamin D bekerja bersama-sama dalam memperkuat dan membentuk kepadatan tulang. Jumlah asupan protein yang diikuti dengan konsumsi kalsium yang baik terbukti memberi pengaruh yang nyata terhadap terbentuknya kepadatan tulang yang baik, namun asupan protein yang tinggi dan tidak diikuti dengan asupan kalsium yang cukup dapat memberikan pengaruh pada menurunnya kepadatan tulang.³¹ Sama halnya dengan protein, kelebihan asupan fosfor secara nyata akan menurunkan kadar kalsium dalam darah.⁵ Selain asupan, aktivitas fisik juga menunjukkan arah yang positif terhadap kepadatan tulang ($r = 0,131$). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada remaja putri, bahwa terdapat hubungan positif antara aktivitas fisik dengan kepadatan tulang.²⁹

Berdasarkan hasil uji regresi linier ganda terhadap semua variabel, penelitian ini menunjukkan bahwa hanya persen lemak tubuh yang berpengaruh secara signifikan terhadap kepadatan tulang pada remaja putri ($p < 0,05$). Akan tetapi, belum dapat bisa disimpulkan bahwa terjadinya osteopenia disebabkan persen lemak tubuh yang rendah karena nilai *adjusted R square* kecil yaitu 0,140.

SIMPULAN

Indeks massa tubuh dan persen lemak tubuh terbukti secara bermakna memiliki hubungan yang positif dengan kepadatan tulang ($p < 0,05$). Akan tetapi, asupan protein, kalsium, fosfor, vitamin D dan aktivitas fisik tidak terbukti memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan tulang pada remaja putri. Selain itu, berdasarkan uji multivariat variabel yang menjadi prediktor kepadatan tulang remaja putri adalah persen lemak tubuh.

SARAN

Bagi remaja putri, perlu mempertahankan persen lemak tubuh agar tetap normal dan memperhatikan asupan protein, kalsium, fosfor dan vitamin D karena semua asupan tersebut bekerja

secara bersama-sama dalam pembentukan tulang. Misalnya, apabila asupan fosfor normal namun asupan kalsium rendah maka akan mengganggu penyerapan kalsium dalam tulang. Selain itu, remaja putri juga perlu meningkatkan aktivitas fisik yang dapat memicu peningkatan kepadatan tulang.

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. Salma. Waspada 12 Penyakit Yang Merusak Tulang Anda. Jakarta : PT. Niaga Swadaya. 2013.p.12,66,69,84.
4. Miyabara Yuko, *et al.* Effect of Physical Activity and Nutrition on Bone Mineral Density in Young Japanese Women. J Bone Miner Metab. 2007; 25:414-8.
5. Wulandari Meikawati. Faktor Yang Berhubungan dengan Kepadatan Tulang Remaja. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.2009:1-10.
6. Maspaitella L Meidi. Hubungan Asupan Kalsium dan Fosfor, Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Kebiasaan Olahraga, Usia Awal Menstruasi dengan Kepadatan Tulang Pada Remaja Putri. Universitas Diponegoro. Semarang; 2011:1-31.
7. Suryono, *et al.* Pengaruh Pemberian Susu Terhadap Indeks Massa Tubuh dan Kepadatan Tulang Punggung Remaja Pria. Jurnal Gizi dan Pangan.2007;2(1);1-7.
8. Leonard Mary B, Justine Shults, Brenda A Wilson, Andrew M T, and Babette S Zemel. Obesity During Childhood and Adolescence Augments Bone Mass and Bone Dimensions. Am J Clin Nutr 2004; 80:514-23.
9. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar 2013. Kementrian Kesehata RI.2013:526-29.
10. Reid IR. Relationship Among Body Mass, its Components, and Bone. Bone. 2002;31;547-55.
11. Rhie Young Jun, *et al.* Effect of Body Composition, Leptin, and Adiponectin on Bone Mineral Density in Pubertal Girls. J Korean Med Sci. 2010; 25: 1187-90.
12. Farr Joshua N, Zhao Chen, Jeffrey R Lisse, Timothy G Lohman, and Scott B Going. Relationship of Total Body Fat Mass to Weight-Bearing Bone Volumetric Density, Geometry, and Strength in Young Girls. Bone. 2010 April; 46(4): 977-84.
13. Yi-Hsiang H, *et al.* Relation of Body Composition, Fat Mass, and Serum Lipid to Osteoporotic Fractures and Bone Mineral Density in Chinese Men and Women. Am J Clin Nutr. 2006 ; 83:146-54.
14. Zhao Lan-Juan, Yong-Jun Liu, Peng-Yuan Liu, James Hamilton, Robert RR, and Hong-Wen Deng. Relationship of Obesity with Osteoporosis. J Clin Endocrinol Metab. 2007; 92: 1640-46.
15. Norman KP, Emma ML, Clifton AB, Mark WH, Daniel BJ. and Richard DL. Is Adiposity Advantageous for Bone Strength? A Peripheral Quantitative Computed Tomography Study in Late Adolescent Females. Am J Clin Nutr. 2007; 86:1530-8.
16. Desi Nurwahyuni. Hubungan Antara Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik dan Frekuensi Konsumsi Dengan Kepadatan Tulang Pada Wanita Pasca Menopause. Semarang:Universitas Diponegoro Fakultas Kedokteran Program Studi S-1 Ilmu Gizi. 2009. 1-12
17. Beasley JeannetteM, Laura EI, Brett AA, Leslie S, Andrea ZL, Susau MO, and Delia Scholes. Is Protein Intake Associated with Bone Mineral Density in Young. Am J Clin Nutr 2010; 91:1311-6.
18. Sudigdo Sastoasmoro, Sofyan Ismail. Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis Edisi ke-4. Sagung Seto.2011.p.99;130;361
19. WHO. Growth Reference 5-19 Years for Adolescents.2007. Available From URL: HYPERLINK <http://www.who.int>
20. Lee RD, Nieman DC. Nutritional Assessment 3rd ed. New York: McGraw-Hill companies Inc; 2003.p.184-202.
21. Moesijanti S, Djoko K. Prosiding Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi.Jakarta:Lipi.2004. Hal:376-9
22. IPAQ Research Committee. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Form. [serial online] 2005. Available from URL: HYPERLINK <http://www.ipaq.ki.se>
23. Scottish Intercolligiate Guideline Network.Management of osteoporosis, a national clinical guideline. June 2003.p.4-5.
24. Gibson RS. Principle of Nutrition Assessment 2nd ed. New York: Oxford; 2005.p.46-7; 214; 363-5
25. de Pádua Cintra, *et al.* Body Fat Percentiles of Brazilian Adolescents According to Age and Sexual Maturation: A Cross-sectional study. BMC Pediatrics. 2013; 13: 96-104.13
26. Compston Juliet DR. Seri Kesehatan, Bimbingan Dokter pada Osteoporosis. Jakarta: Dian Rakyat. 2002.p.14-18.
27. Kalkwarf HJ, Khoury JC, Lanphear BP. Milk Intake During Childhood and Adolescence, Adult Bone Density, and Osteoporotic Fractures in US Women. Am J Clin Nutr 2003; 77:257-65.
28. Hardinsyah, Evy D, Wirna Zulianti. Hubungan Konsumsi Susu dan Kalsium Dengan Densitas Tulang dan Tinggi Badan Remaja. Jurnal Gizi dan Pangan.2008;3(1):43-8

29. Ondrak Kistin S, Don WM. Physical Activity, Calcium Intake, and Bone Health in Children and Adolescents. *Sports Med* 2007; 37: 587-600.
30. Janicka A, Wren TAL, Sanchez MM, Dorey F, Kim PS, Mittelman SD, *et al.* Fat Mass Is Not Beneficial to Bone in Adolescents and Young Adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*.2008;92(1):143-7
31. Rapuri Prima B, Gallaher Cristopher, Haynatzka Vera. Protein Intake: Effects On Bone Mineral Density and The Rate Of Bone Loss In Elderly Women. *Am J Clin nutr*.2003; 77:1517-25