

## Kepadatan tulang santriwati berhubungan dengan profil antropometri

*Santriwati's bone mass density was associated with anthropometric profile*

Fillah Fithra Dieny<sup>1,2</sup>, Firdananda Fikri Jauharany<sup>1</sup>, A Fahmy Arif Tsani<sup>1,2</sup> Ayu Rahadiyanti<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang  
<sup>2</sup>Center of Nutrition Research (CENURE), Universitas Diponegoro, Semarang

### ABSTRACT

**Background:** One group of female adolescents who had nutritional problems was Islamic boarding school students, namely santriwati. Low intake was supported by a poor diet profile had risk of developing osteopenia. The problem of osteopenia in adolescents could affect long-term calcium deposits and had an impact on old age and a high risk of osteoporosis. **Objective:** This study aims to examine the relationship between diet profiles and anthropometric profiles with bone density in female students. **Methods:** A cross-sectional study of 76 female students who were selected using simple random sampling technique. Anthropometric profiles measured were body mass index, body fat percent, and waist circumference. Bone density was measured using Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA). Nutrient intake profiles were obtained based on intake interviews used food recall form 6x24 hours. Data were analyzed using Spearman correlations. **Results:** Most female students had normal nutritional status, and 14 female students (18.4%) had low bone density. The intake of energy, macronutrients (protein, fat, and carbohydrate), and micronutrients (phosphorus, calcium, and vitamin D) of female students was insufficient. There was a relationship between body mass index ( $p=0.036$ ;  $r=0.241$ ) and percent body fat ( $p=0.027$ ;  $r=0.254$ ) with bone density. However, the nutrient intake factor has no relationship with bone density ( $p>0.05$ ). **Conclusions:** Body mass index and body fat percent are positively correlated with female bone density.

**KEYWORDS:** adolescents; body mass index; bone density; percent body fat

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Salah satu kelompok remaja putri yang mengalami masalah gizi adalah santriwati pondok pesantren. Asupan rendah didukung profil diet yang buruk berisiko mengalami osteopenia. Masalah osteopenia pada remaja dapat mempengaruhi simpanan kalsium jangka panjang dan berdampak saat usia lanjut dan berisiko tinggi mengalami osteoporosis. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji korelasi profil diet dan profil antropometri dengan kepadatan tulang pada santriwati. **Metode:** Penelitian cross-sectional pada 76 santriwati yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Profil antropometri yang diukur adalah indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan lingkar pinggang. Kepadatan tulang diukur menggunakan *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DEXA). Profil asupan zat gizi didapatkan berdasarkan wawancara menggunakan formulir *food recall* 6x24 jam. Data dianalisis menggunakan uji korelasi *Spearman*. **Hasil:** Sebagian besar santriwati memiliki status gizi normal dan sebagian kecil (18,4%) memiliki kepadatan tulang rendah. Asupan energi, makronutrien (protein, lemak, dan karbohidrat), dan mikronutrien (fosfor, kalsium, dan vitamin D) santriwati tergolong kurang. Indeks massa tubuh ( $p=0,036$ ;  $r=0,241$ ) dan persen lemak tubuh ( $p=0,027$ ;  $r=0,254$ ) berhubungan dengan kepadatan tulang. Namun, faktor asupan zat gizi tidak berhubungan dengan kepadatan tulang ( $p>0,05$ ). **Simpuan:** Indeks massa tubuh dan persen lemak tubuh berkorelasi positif dengan kepadatan tulang santriwati.

**KATA KUNCI:** remaja; indeks massa tubuh; kepadatan tulang; persen lemak tubuh

**Korespondensi:** Fillah Fithra Dieny, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Profesor Soedharto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, e-mail: [fillahdieny@gmail.com](mailto:fillahdieny@gmail.com)

**Cara sitasi:** Dieny FF, Jauharany FF, Tsani AFA, Rahadiyanti A. Kepadatan tulang santriwati berhubungan dengan profil antropometri. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2020;17(1):15-22. doi: 10.22146/ijcn.52311

## PENDAHULUAN

Masa remaja putri (wanita usia subur pranikah) merupakan salah satu periode rentan dalam siklus kehidupan karena terjadi perubahan hormonal, fisik, psikologis maupun sosial yang berlangsung dengan cepat. Proses pertumbuhan dan perkembangan yang cepat akan diikuti dengan kebutuhan zat gizi yang meningkat. Ketidakseimbangan asupan zat gizi pada remaja akan mengakibatkan gangguan perkembangan dan pertumbuhan fisik, psikologis maupun intelektual. Asupan zat gizi yang kurang atau berlebih dapat menimbulkan berbagai masalah gizi pada remaja, seperti kepadatan tulang rendah, gangguan makan, anemia, *underweight*, dan obesitas (1).

Salah satu kelompok remaja yang rentan mengalami masalah gizi adalah santriwati di pondok pesantren. Masalah gizi berupa ketersediaan energi yang rendah pada santriwati dapat terjadi karena aktivitas yang tinggi sehingga para santriwati harus membagi waktu antara pendidikan formal dan kegiatan di pondok pesantren, kurangnya waktu tidur, dan kebiasaan santriwati menjalankan puasa sunnah yang tidak diikuti dengan pola makan yang sesuai. Penelitian yang dilakukan di Pondok Pesantren Al-Hidayah, Kabupaten Grobogan menunjukkan hasil bahwa 51,1% santri memiliki status gizi kurus yang disebabkan oleh asupan gizi yang tidak mencukupi kebutuhan. Makanan yang disediakan di pondok pesantren biasanya kurang beragam. Penelitian mengenai gambaran sistem penyelenggaraan makanan di Pondok Pesantren Hubulo, Gorontalo menyatakan bahwa nilai gizi makanan yang disediakan hanya memenuhi 76% dari kebutuhan total (2). Status gizi yang kurang pada santriwati disebabkan asupan zat gizi yang tidak adekuat (3).

Santriwati memiliki aktivitas yang cukup padat, tetapi cenderung tergolong *sedentary life style*. Sebagian besar kegiatan santriwati dilakukan dalam keadaan duduk untuk jangka waktu yang lama, seperti aktivitas belajar dalam kelas, mengaji, dan muroja'ah. Di sisi lain, santriwati memiliki kebiasaan berpuasa sunnah. Puasa dapat mengubah asupan zat gizi karena perubahan pola makan pada saat berpuasa. Penelitian yang dilakukan di Pondok Pesantren Al-Itqon Bugen, Kota Semarang menunjukkan hasil bahwa santriwati yang menjalankan

kebiasaan puasa senin kamis, mengonsumsi makanan yang belum memenuhi kebutuhan gizi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden yang berpuasa senin kamis memiliki rerata tingkat kecukupan energi lebih rendah daripada yang tidak memiliki kebiasaan berpuasa senin kamis. Santri yang menjalankan puasa senin kamis memiliki tingkat kecukupan energi sebesar 52,45%, sedangkan santri yang tidak berpuasa senin kamis memiliki tingkat kecukupan energi sebesar 77,87% (4).

Profil asupan yang buruk pada santriwati akan berisiko terhadap terjadinya osteopenia (kepadatan tulang rendah). Penelitian remaja di Bogor menunjukkan bahwa asupan kalsium yang berasal dari susu dan olahannya masih kurang dari kecukupan (52,7% angka kecukupan gizi atau AKG). Penelitian di Semarang pada remaja SMA melaporkan 18,8% remaja sudah mengalami kepadatan tulang yang rendah (5). Hasil studi pada remaja putri di Padang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara asupan kalsium ( $r=0,294$ ;  $p<0,05$ ), fosfor ( $r=0,267$ ;  $p<0,05$ ), dan magnesium ( $r=0,213$ ;  $p<0,05$ ) dengan kepadatan tulang (6). Sebaliknya, studi lain di Semarang tidak menunjukkan hubungan antara asupan protein, fosfor, dan kalsium dengan kepadatan tulang ( $p>0,05$ ) (7).

Penelitian terkait kepadatan tulang pada kelompok remaja di pondok pesantren belum banyak dilakukan. Masalah osteopenia pada remaja dapat mempengaruhi simpanan kalsium pada periode kehamilan dan menyusui serta berdampak pada usia lanjut, tetapi program gizi dan kesehatan khususnya pada remaja putri terutama santriwati belum berjalan efektif dan belum banyak dilakukan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji korelasi profil diet dan profil antropometri dengan kepadatan tulang pada santriwati.

## BAHAN DAN METODE

### Desain dan subjek

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei - November 2019. Penelitian ini termasuk dalam ruang lingkup gizi masyarakat dengan desain *cross sectional*. Lokasi penelitian di Pondok Pesantren Kyai Galang Sewu Kota Semarang. Kriteria inklusi subjek yaitu santriwati berusia 18-21 tahun, tidak sedang menjalani diet tertentu, bersedia mengikuti penelitian dengan mengisi *informed*

*consent*, kooperatif, dan komunikatif. Perhitungan besar sampel menggunakan rumus proporsi dan pertimbangan *drop out* 10%. Penelitian ini memperoleh 76 subjek yang terpilih menggunakan teknik *simple random sampling*.

### Pengukuran dan pengumpulan data

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah profil antropometri (indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, dan massa otot). Variabel terikat yaitu kepadatan tulang dan variabel perancu adalah profil asupan. Pengukuran profil antropometri dan profil asupan dilakukan oleh enumerator terlatih yang merupakan mahasiswa tingkat akhir S1 Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Pengukuran kepadatan tulang dilakukan oleh petugas kesehatan terlatih.

*Indeks massa tubuh*. Pengukuran berat badan (BB) menggunakan timbangan injak *digital Camry EB 9321* dengan ketelitian 0,1 kg dan pengukuran tinggi badan (TB) menggunakan *microtoise* merk GEA dengan tinggi maksimum 200 cm dan ketelitian 0,1 cm yang telah dikalibrasi. Data BB dan TB digunakan untuk menentukan status gizi berdasarkan indeks massa tubuh (IMT). Indeks massa tubuh dikategorikan menjadi gizi kurang (IMT <18,5 kg/m<sup>2</sup>), normal (IMT ≥18,5–22,9 kg/m<sup>2</sup>), gemuk/*overweight* (IMT 23,0–24,9 kg/m<sup>2</sup>), dan obesitas (IMT ≥25,0 kg/m<sup>2</sup>) (8).

*Lingkar pinggang*. Pengukuran lingkar pinggang (LP) menggunakan metline merk OneMed dengan ketelitian 0,1 cm. Lingkar pinggang diukur pada titik tengah antara tulang rusuk terakhir dengan puncak tulang iliac (*lower costal border and the top of the iliac crest*), dan dibaca pada saat ekspirasi maksimal.

*Persen lemak tubuh*. Persentase lemak tubuh dan massa otot diukur menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) merk TANITA. Persentase lemak tubuh dikategorikan menjadi *underfat* (<16%), normal (16–29,9%), *overfat* (>30–34%), dan obesitas (>35%) (9).

*Profil asupan*. Data asupan energi, makronutrien (karbohidrat, protein, dan lemak), fosfor, kalsium, dan vitamin D subjek didapatkan melalui wawancara menggunakan formulir *food recall* 24 jam selama 6 hari yang selanjutnya dihitung menggunakan program *nutrisurvey* 2007. Hasil perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan angka kecukupan gizi (AKG)

dengan kategori baik (>80% AKG) dan kurang (<80% AKG) (10).

*Kepadatan tulang*. Pengukuran kepadatan tulang digunakan untuk mendiagnosis dan memantau keadaan osteoporosis. *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DEXA) adalah pemeriksaan standar emas saat ini mengenai osteoporosis pada pria dan wanita (11). Pengukuran kepadatan tulang dinyatakan dalam *t-score*, yaitu standar deviasi jumlah kepadatan tulang bervariasi dari rerata kepadatan tulang pada subjek normal dengan jenis kelamin yang sama. *World Health Organization* (WHO) mendefinisikan osteoporosis jika *t-score* kurang dari -2,5 SD, osteopenia jika *t-score* sebesar -1 hingga -2,5 SD, sedangkan normal jika *t-score* lebih dari -1 SD (12). Aktivitas fisik diukur menggunakan formulir *Bone-Specific Activity Questionnaire* (BPAQ). Perhitungan skor menggunakan *software* BPAQ.

### Analisis data

Analisis data meliputi analisis univariat, korelasi *Pearson*, dan *Rank Spearman*. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan No. 162/EC/KEPK/FK-UNDIP/V/2019.

### HASIL

Total subjek dalam penelitian ini berjumlah 76 orang dengan rentang usia 18–21 tahun. Rerata IMT subjek sebesar 20,95±2,90 kg/m<sup>2</sup> yang menunjukkan status gizi normal. Hasil pengukuran persen lemak tubuh menunjukkan rentang 16% hingga 44,9% dengan rerata 29,07±5,61%. Pengukuran massa otot menunjukkan bahwa subjek memiliki massa otot dengan rentang 26,1 kg hingga 41,5 kg dengan rerata 32,51±2,69 kg. Sementara itu, hasil pengukuran kepadatan tulang menunjukkan subjek dalam penelitian ini memiliki kepadatan tulang dengan rerata *t-score* -0,46±0,58.

Rerata asupan energi subjek tergolong kurang yaitu sebesar 1.994 kkal, sedangkan AKG menganjurkan asupan energi pada usia di atas 18 tahun sebesar 2.125 kkal. Demikian juga untuk asupan makronutrien yaitu protein (34,65 g), lemak (44,14 g), dan karbohidrat

**Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian (n=76)**

Komponen	Minimal	Maksimal	Rerata±SD
Usia (tahun)	18	21	19,95±0,95
Indeks massa tubuh (kg/m <sup>2</sup> )	14	32	20,95±2,90
Persen lemak tubuh (%)	16,0	44,9	29,07±5,61
Massa otot (kg)	26,1	41,5	32,51±2,69
Kepadatan tulang ( <i>t-score</i> )	-1,5	1,8	-0,46±0,58
Asupan energi (kkal)	1.717,0	2.471,0	1.994,00±186,98
Asupan protein (g)	17,8	51,6	34,65±6,12
Asupan lemak (g)	21,3	79,1	44,14±11,22
Asupan karbohidrat (g)	66,4	214,0	135,10±33,17
Asupan fosfor (g)	124,1	715,1	400,29±113,34
Asupan kalsium (mg)	36,9	47,5	181,67±87,90
Asupan vitamin D (mcg)	0,1	4,3	0,87±0,92

(135,1 g) yang tergolong kurang, sementara anjuran asupan protein, lemak, dan karbohidrat kelompok usia remaja menurut AKG secara berturut-turut sebesar 59 g/hari, 75 g/hari, dan lebih dari 300 g/hari. Rerata asupan mikronutrien subjek dalam penelitian ini juga tergolong kurang yaitu fosfor 400,29 mg; kalsium 181,67 mg; dan vitamin D 0,87 mcg sedangkan rekomendasi kecukupan asupan fosfor, kalsium, dan vitamin D secara berturut-turut sebesar 700 mg, 1.100 mg, dan 15 mcg (**Tabel 1**).

Status gizi sebagian besar santriwati masih tergolong normal berdasarkan IMT maupun persen lemak tubuh (**Tabel 2**). Namun demikian, ditemukan proporsi yang lebih besar pada santriwati yang mengalami obesitas dibandingkan santriwati dengan status gizi kurang berdasarkan IMT maupun persen lemak tubuh. Asupan zat gizi makronutrien, yaitu asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat cenderung kurang. Demikian juga dengan asupan mikronutrien, yaitu kalsium, fosfor dan vitamin D santriwati sebagian besar tergolong kurang.

**Hubungan antara indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, massa otot, dan profil asupan dengan kepadatan tulang**

Uji *Spearman* digunakan untuk analisis bivariat karena data terdistribusi tidak normal. Hasil uji bivariat menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara IMT ( $p=0,036$ ;  $r=0,241$ ) dan persen lemak tubuh ( $p=0,027$ ;  $r=0,254$ ) dengan kepadatan tulang. Namun,

**Tabel 2. Gambaran subjek berdasarkan profil status gizi, asupan zat gizi, dan kepadatan tulang**

Komponen	n	%
Status gizi (indeks massa tubuh)		
Kurang	10	13,2
Baik	51	67,1
<i>Overweight</i>	9	11,8
Obesitas	6	7,9
Status gizi (persen lemak tubuh)		
<i>Underfat</i>	2	2,6
Normal	48	63,2
Obesitas	26	34,2
Asupan energi		
Kurang	56	73,7
Baik	20	26,3
Asupan protein		
Kurang	76	100,0
Asupan lemak		
Kurang	72	94,7
Baik	4	5,3
Asupan karbohidrat		
Kurang	76	100,0
Asupan fosfor		
Kurang	75	98,7
Baik	1	1,3
Asupan kalsium		
Kurang	76	100,0
Asupan vitamin D		
Kurang	76	100,0
Kepadatan tulang		
Normal	62	81,6
Rendah	14	18,4

**Tabel 3. Hubungan antara profil antropometri (indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, massa otot) dan profil asupan zat gizi dengan kepadatan tulang**

Variabel	p	r
Indeks massa tubuh	0,036*	0,241
Persen lemak tubuh	0,027*	0,254
Massa otot	0,274	0,127
Asupan energi	0,638	-0,055
Asupan protein	0,290	-0,123
Asupan lemak	0,635	-0,55
Asupan karbohidrat	0,289	-0,123
Asupan fosfor	0,148	-0,167
Asupan kalsium	0,096	-0,193
Asupan vitamin D	0,949	0,008

\*sigfinikan ( $p < 0,05$ )

penelitian ini tidak menemukan hubungan antara massa otot dengan kepadatan tulang ( $p = 0,274$ ). Demikian juga dengan asupan gizi subjek, baik makronutrien maupun mikronutrien, tidak ditemukan hubungan signifikan dengan kepadatan tulang ( $p > 0,05$ ) (**Tabel 3**).

## BAHASAN

Osteoporosis adalah penyakit tulang metabolik yang umumnya berkaitan dengan penuaan dan menopause, dan merupakan salah satu beban penting dalam kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, pencapaian massa tulang optimal pada remaja sangat penting untuk pencegahan osteoporosis di kemudian hari. Massa tulang mencapai puncaknya pada usia 18 hingga 25 tahun. Sementara faktor genetik dan non-genetik seperti status gizi, hormon, dan aktivitas fisik pada masa remaja mempengaruhi proses pembentukan massa tulang (13).

Penelitian ini menunjukkan bahwa IMT berkorelasi positif dengan kepadatan tulang. Hasil dari penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan hubungan positif yang signifikan antara berat badan, IMT, dan kepadatan tulang (14,15). Penelitian yang dilakukan di Surabaya juga menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara IMT dengan kepadatan tulang ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,414$ ) (16). Hasil studi ini juga menemukan korelasi antara persen lemak tubuh dengan kepadatan tulang. Sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa perempuan obesitas memiliki kepadatan tulang yang lebih tinggi (17). Remaja putri

*overweight* dan obesitas memiliki tulang yang lebih panjang dan berat dibandingkan remaja putri normal. Berat badan dapat memperbaiki mineralisasi tulang pada remaja putri *overweight* dengan meningkatkan beban mekanik tulang yang menahan beban (18).

Mekanisme utama yang terlibat dalam hubungan antara jaringan adiposa dan tulang belum terdeteksi (19). Adipokin atau sitokin proinflamasi yang dikeluarkan dari jaringan adiposa mungkin berperan dalam mekanisme ini (20). Interleukin 6 (IL-6) dan *tumor necrosis factor  $\alpha$*  (TNF- $\alpha$ ) dapat meningkatkan resorpsi tulang melalui diferensiasi osteoklas (19). Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan hubungan massa lemak terhadap kepadatan tulang melalui estrogen, leptin (21), insulin, atau amilin (22). Leptin tidak hanya memiliki peran sentral dalam pengeluaran energi, tetapi juga mempengaruhi metabolisme tulang dan meningkatkan proliferasi dan diferensiasi osteoblas pada orang dewasa (23). Leptin disekresi oleh adiposit dan meningkat pada individu yang obesitas.

Penelitian di Switzerland menunjukkan bahwa perempuan yang gemuk memiliki konsentrasi serum leptin dan kepadatan tulang yang lebih tinggi. Studi tersebut juga melaporkan hubungan positif antara leptin dan kepadatan tulang pada subjek wanita dewasa (17). Leptin dianggap sebagai mediator efek hormon jaringan adiposa pada massa tulang (23). Studi lain menunjukkan leptin sebagai faktor pertumbuhan yang memengaruhi kondrosit lempeng pertumbuhan melalui hormone *insulin-like growth factor-1* (IGF-I) dan pada anak-anak yang obesitas. Selain itu, leptin berkontribusi untuk meningkatkan pertumbuhan linear dan massa tulang. Sementara pada remaja, perbedaan jenis kelamin terhadap kepadatan tulang dapat dijelaskan oleh perbedaan konsentrasi serum leptin, secara langsung atau tidak langsung melalui estrogen (17).

Proses fisiologis *bone remodeling* membutuhkan keterlibatan banyak zat gizi, antara lain kalsium, vitamin D, dan protein, serta zat gizi lain seperti kalium, magnesium, dan vitamin K yang juga bermanfaat untuk kesehatan tulang (24). Penelitian pada wanita dengan osteopenia dan osteoporosis menunjukkan bahwa pada subjek dengan *bone mass density* yang lebih rendah, ditemukan memiliki asupan protein yang tinggi tetapi



asupan kalsium rendah. Oleh karena itu, kurangnya kontrol keseimbangan zat gizi makronutrien dan mikronutrien pada wanita dapat terkait langsung dengan kepadatan tulang. Asupan kalsium yang cukup saja tidak cukup untuk melindungi tulang, ada faktor asupan protein yang cukup dan faktor-faktor lain seperti sinar matahari, vitamin D, dan aktivitas fisik. (25).

Lebih lanjut, hasil penelitian ini tidak menemukan hubungan antara profil asupan makronutrien dan mikronutrien terhadap kepadatan tulang. Asupan sebagian besar subjek kurang dari AKG, tetapi *z-score* kepadatan tulang masih tergolong normal. Hal ini mungkin disebabkan oleh usia subjek yang kurang dari 30 tahun, sehingga perkembangan kepadatan tulang pada masa ini masih dalam grafik positif atau naik karena proses metabolisme osteoblast lebih besar dari osteoklast. Asupan subjek yang tergolong kurang berkaitan dengan keadaan santri yang hanya menerima makanan dari pondok pesantren, sehingga variasi makanan subjek terbatas. Hasil penelitian ini berbeda dengan studi sebelumnya yang menemukan hubungan antara asupan, terutama asupan protein dan kalsium dengan kepadatan tulang. Studi pengamatan prospektif menunjukkan bahwa asupan kalsium dan protein adalah variabel independen terkait akuisisi massa mineral tulang, terutama sebelum maturasi pada masa pubertas dimulai. Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa asupan protein dan kalsium berpengaruh terhadap kepadatan tulang (26).

Asupan protein memberikan asam amino yang diperlukan untuk membangun matriks tulang. Asupan protein mempengaruhi pertumbuhan tulang karena zat gizi tersebut memodifikasi sekresi dan aksi hormon osteotropik IGF-1. Dengan demikian, asupan protein dapat memodulasi potensi genetik dari pencapaian puncak massa tulang. Asupan protein yang rendah terbukti memiliki efek merusak pada massa mineral tulang dengan mengganggu produksi dan kerja hormon IGF-1. Hormon IGF-1 meningkatkan pertumbuhan tulang dengan merangsang proliferasi dan diferensiasi kondrosit dalam lempeng pertumbuhan epifisis dan secara langsung mempengaruhi osteoblas yaitu sel-sel pembentuk tulang. Selain itu, IGF-1 meningkatkan

konversi ginjal dari 25 hidroksi-vitamin D3 menjadi hormon aktif 1,25 dihidroksi-vitamin D3 dan dengan demikian berkontribusi pada peningkatan penyerapan kalsium dan fosfor dalam usus (27).

Penelitian ini dapat digunakan sebagai deteksi awal untuk kepadatan tulang yang rendah pada kelompok rentan yaitu remaja putri (usia reproduktif) di lingkungan pondok pesantren (santriwati) yang jarang diperhatikan. Dengan demikian, upaya pencegahan dapat segera dilakukan agar pada periode berikutnya (hamil dan menyusui) tidak mengalami kehilangan massa tulang lebih besar, yaitu dengan cara menjaga kualitas diet dan status gizi agar selalu optimal, serta beraktivitas fisik yang dapat meningkatkan densitas tulang. Kelemahan penelitian ini yaitu jumlah subjek yang kecil serta belum dilakukan penggalan lebih mendalam mengenai sistem penyelenggaraan makan di pondok pesantren yang dapat memengaruhi kualitas diet santri.

## SIMPULAN DAN SARAN

Sebagian besar status gizi santriwati menurut IMT/U dan persen lemak tubuh tergolong dalam kategori normal, tetapi ditemukan proporsi santriwati dengan *overweight*, obesitas, atau *overfat* yang lebih besar dibandingkan santriwati dengan *underweight* atau *underfat*. Kepadatan tulang rendah hanya ditemukan pada sebagian kecil santriwati (18,4%). Profil antropometri yaitu indeks massa tubuh dan persen lemak tubuh berhubungan signifikan dengan kepadatan tulang santriwati. Para santriwati sebaiknya memenuhi asupan gizi harian sesuai AKG dan meningkatkan aktivitas fisik untuk mengoptimalkan kepadatan tulang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Riset Penerapan dan Pengembangan, Universitas Diponegoro tahun 2019.

## Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

## RUJUKAN

1. Brown JE. Nutrition through the life cycle. 4th ed. USA: Wardsworth Cengage Learning; 2011.
2. Taqhi STA, Dachlan DM, Fatimah S. Gambaran sistem penyelenggaraan makanan di Pondok Pesantren Hubulo Gorontalo. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2014;10(4):241–7.
3. Asriani A, Azis AA, Pagarra H. Hubungan asupan zat gizi dan status gizi dengan hasil belajar IPA Siswa pesantren MTs di Kabupaten Buru. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pembelajaran dan Penelitian Biologi Berbasis Potensi Alam*; 2018 Mei 5; Makassar. Makassar: Jurusan Biologi FMIPA UNM; 2018.
4. Kustiyanti D, Kartasurya MI. Adakah perbedaan status gizi antara remaja santriwati yang berpuasa dan tidak berpuasa senin kamis? (Studi di Pondok Pesantren Al Itqon Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2017;5(3):129–37.
5. Dieny FF. *Permasalahan gizi pada remaja putri*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2014.
6. Noprisanti, Masrul, Defrin. Hubungan asupan protein, kalsium, fosfor, dan magnesium dengan kepadatan tulang pada remaja putri di SMP Negeri 5 Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2018;7(3):29–36. doi: 10.25077/jka.v7i0.867
7. Faizah LN, Fitranti DY. Hubungan Asupan protein, fosfor, dan kalsium dengan kepadatan tulang pada wanita dewasa awal. *Journal of Nutrition College*. 2015;4(4):335–41. doi: 10.14710/jnc.v4i4.10106
8. Sugondo S. *Obesitas*. In: *Buku ajar ilmu penyakit dalam edisi III*. IV. Jakarta: FK UI; 2006.
9. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694–701. doi: 10.1093/ajcn/72.3.694
10. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. *Widyakarya nasional pangan dan gizi*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; 2004.
11. Paola P, Maria DR, Francesco C, Ernesto C, Maurizio M, Eugenio Q, et al. Screening and early diagnosis of osteoporosis through X-ray and ultrasound based techniques. *World J Radiol*. 2013;5(11):398–410. doi: 10.4329/wjr.v5.i11.398
12. Schousboe JT, Shepherd JA, Bilezikian JP, Baim S. Executive summary of the 2013 International Society for Clinical Densitometry Position Development Conference on bone densitometry. *J Clin Densitom*. 2013;16(4):455–66. doi: 10.1016/j.jocd.2013.08.004
13. Jeon HC, Lee K, Kim J, Park TJ, Kang DW, Park DJ. The relationship between body fat percent and bone mineral density in Korean adolescents: The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-1), 2010. *Korean J Fam Med*. 2014;35(6):303–8. doi: 10.4082/kjfm.2014.35.6.303
14. Hsu YH, Venners SA, Terwedow HA, Feng Y, Niu T, Xu X, et al. Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(1):146–54. doi: 10.1093/ajcn/83.1.146
15. Atri AE, Malandhis A, Rashidlamir A, Shabani M. The relationship between body weight, body mass index (BMI) and bone mineral density (BMD) of the lumbar spine and femoral neck in professional cyclist of Iran and Tour de France'. *Iranian Journal of Health and Physical Activity*. 2013;4(1):67–71.
16. Hendrijantini N, Alie R, Setiawati R, Astuti ER, Wardhana MP. The correlation of bone mineral density (BMD), body mass index (BMI) and osteocalcin in postmenopausal women. *Biol Med*. 2016;8:319.
17. Maggio AB, Belli DC, Puigdefabregas JW, Rizzoli R, Farpour-Lambert NJ, Beghetti M, et al. High bone density in adolescents with obesity is related to fat mass and serum leptin concentrations. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2014;58(6):723–8. doi: 10.1097/MPG.0000000000000297
18. El Hage R, Moussa E, Jacob C. Bone mineral content and density in obese, overweight, and normal-weighted sedentary adolescent girls. *J Adolesc Health*. 2010;47(6):591–5. doi: 10.1016/j.jadohealth.2010.04.018
19. Mosca LN, Goldberg TB, da Silva VN, da Silva CC, Kurokawa CS, Bisi Rizzo AC, et al. Excess body fat negatively affects bone mass in adolescents. *Nutrition*. 2014;30(7–8):847–52. doi: 10.1016/j.nut.2013.12.003
20. Viljakainen HT, Pekkinen M, Saarnio E, Karp H, Lamberg-Allardt C, Makitie O. Dual effect of adipose tissue on bone health during growth. *Bone*. 2011;48(2):212–7. doi: 10.1016/j.bone.2010.09.022
21. Elefteriou F, Takeda S, Ebihara K, Magre J, Patano N, Kim CA, et al. Serum leptin level is a regulator of bone mass. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004;101(9):3258–63. doi: 10.1073/pnas.0308744101
22. Gnudi S, Sitta E, Fiumi N. Relationship between body composition and bone mineral density in women with and without osteoporosis: relative contribution of lean and fat mass. *J Bone Miner Metab*. 2007;25(5):326–32. doi: 10.1007/s00774-007-0758-8
23. Rhie YJ, Lee KH, Chung SC, Kim HS, Kim DH. Effects of body composition, leptin, and adiponectin on bone mineral density in prepubertal girl. *J Korean Med Sci*. 2010;25(8):1187–90. doi: 10.3346/jkms.2010.25.8.1187

24. Levis S, Lagari VS. The role of diet in osteoporosis prevention and management. *Curr Osteoporos Rep.* 2012;10(4):296–302. doi: 10.1007/s11914-012-0119-y
25. Oselame CS, de Matos O, Oselame GB, Neves EB. Analysis of total calorie, calcium and protein intake and relationship with bone mineral density in postmenopausal women. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2016;19(4):653–60. doi: 10.1590/1809-98232016019.150127
26. Teegarden D, Lyle RM, Proulx WR, Johnston CC, Weaver CM. Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(5):1014–7. doi: 10.1093/ajcn/69.5.1014
27. Weaver CM, Bischoff-Ferrari H, Daly RM, Wong MS. *Nutritional influences on bone health: 10th International Symposium.* Switzerland: Springer Nature; 2018.