

Pengaruh Latihan Resisten terhadap Kepadatan Tulang

Audy K. Bella,¹ Hedison Polii,² Herlina I. S. Wungouw²

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia.

²Bagian Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia
Email: kristabellaaudy@gmail.com

Abstract : Bone is a passive human locomotion. Good and strong bones must have good bone density. Bone tends to lose mass slowly when a person enters 30 years of age or it can occur earlier before a person enters old age. Bone that loses mass poses a higher risk of bone health problems such as osteopenia and osteoporosis. The decrease in bone mass can also be caused by other factors, such as a lack of physical activity. Resistance or resistance training has been recommended as a widely used treatment strategy for dealing with bone loss. Types of exercise that can be done include walking, running, weights bearing, and swimming. This study was in the form of a literature review with data searches using four databases, which are ClinicalKey, Pubmed, MedLine, and Google Scholar. Resistance exercise can increase bone density. There are two types of exercise, named aerobic and anaerobic exercises. In conclusion, anaerobic exercise is more effective in increasing bone mass density compared to aerobic exercise.

Keywords : Resistance exercise, bone density.

Abstrak : Tulang merupakan alat gerak pasif manusia. Tulang yang baik dan kuat harus memiliki kepadatan tulang yang baik. Tulang cenderung kehilangan massa secara perlahan saat seseorang memasuki usia 30 tahun atau bisa juga terjadi lebih dini sebelum seseorang memasuki usia lanjut. Tulang yang kehilangan massanya menimbulkan risiko lebih tinggi terjadinya gangguan kesehatan tulang seperti osteopenia dan osteoporosis. Penurunan massa tulang juga dapat disebabkan oleh faktor lainnya, seperti kurangnya aktivitas fisik. Latihan tahanan atau resisten telah direkomendasikan sebagai strategi pengobatan yang banyak digunakan untuk menghadapi hilangnya massa tulang. Jenis latihan yang bisa dilakukan antara lain jalan kaki, berlari, angkat beban, dan berenang. Penelitian ini berbentuk *literature review* dengan pencarian data menggunakan empat *database* yaitu *ClinicalKey*, *Pubmed*, *MedLine*, dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu *physical exercise* ATAU *resistance exercise* ATAU *resistance training* ATAU *effect of resistance exercise* ATAU latihan tahanan ATAU latihan beban DAN *bone mass* ATAU *bone mineral density*. Latihan secara resisten dapat meningkatkan kepadatan tulang. Latihan dapat dilakukan dengan dua jenis, yaitu latihan aerobik dan anaerobik. Sebagai simpulan, latihan anaerobik lebih efektif dalam meningkatkan kepadatan massa tulang dibandingkan dengan latihan aerobik.

Kata Kunci : Latihan resisten, kepadatan tulang.

PENDAHULUAN

Tulang merupakan alat gerak pasif manusia. Selain itu, tulang juga berperan sebagai alat penunjang tubuh, proteksi organ-organ dalam tubuh, pembentuk postur tubuh, tempat metabolisme kalsium dan mineral, dan organ hemopoetik. Tulang yang baik dan kuat harus memiliki kepadatan tulang yang baik. Massa tulang yang normal akan mempertahankan kepadatan tulang.¹

Tulang merupakan organ utama penyusun tubuh yang dapat tumbuh dan berkembang, tetapi tulang cenderung kehilangan massa secara perlahan saat seseorang memasuki usia 30 tahun.² Tulang yang kehilangan massanya menimbulkan risiko lebih tinggi terjadinya gangguan kesehatan tulang seperti osteopenia dan osteoporosis. Gangguan tersebut juga dapat terjadi lebih dini sebelum seseorang memasuki usia lanjut, bergantung asupan nutrisi dan jenis kelamin, di mana perempuan lebih berisiko mengalami penurunan masa tulang dibandingkan laki-laki.²

Osteoporosis dapat dijumpai di seluruh dunia dan sampai saat ini masih merupakan masalah dalam kesehatan masyarakat terutama dalam negara berkembang. Di Amerika Serikat, osteoporosis menyerang 20-25 juta penduduk, satu di antara dua sampai tiga wanita post-menopause dan lebih dari 50% penduduk di atas umur 75-80 tahun. WHO menunjukkan bahwa di seluruh dunia ada sekitar 200 juta orang yang menderita osteoporosis.³ WHO juga melaporkan bahwa 50% patah tulang adalah patah tulang paha atas yang dapat mengakibatkan kecacatan seumur hidup.³ Hasil penelitian White Paper yang dilaksanakan bersama Perhimpunan Osteoporosis Indonesia tahun 2007 melaporkan bahwa proporsi penderita osteoporosis pada penduduk yang berusia di atas 50 tahun adalah 32,3% pada wanita dan 28,8% pada pria.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi dan Makanan Depkes RI menunjukkan bahwa osteopenia telah menyerang pada

usia muda di bawah 25 tahun dengan prevalensi 37,1%.⁴

Penurunan massa tulang juga dapat disebabkan oleh faktor lainnya, seperti kurangnya aktivitas fisik. Aktivitas fisik yang kurang akan menghambat aktivitas osteoblast sehingga proses pengendapan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) tulang akan berkurang.^{3,4} Menurut WHO pada tahun 2018, lebih dari 80% populasi orang dewasa di seluruh dunia memiliki aktivitas fisik yang kurang.⁵

Latihan tahanan atau resisten telah direkomendasikan sebagai strategi pengobatan yang banyak digunakan untuk menghadapi hilangnya massa tulang. Efek osteogenik dalam penambahan massa tulang dapat dirangsang dengan cara jaringan tulang harus terpapar oleh beban mekanis yang melebihi dari apa yang dialami selama aktivitas sehari-hari. Beberapa program latihan seperti latihan resistensi (*Resistance Exercise (RE)*) adalah latihan yang sangat bermanfaat untuk memelihara massa tulang.⁶

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kepustakaan (*library research*), yaitu serangkaian penelitian yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, atau penelitian yang objek penelitiannya digali melalui beragam informasi kepustakaan (buku, jurnal ilmiah, dan dokumen).^{7,8}

Penentuan topik penelitian diawali dengan mermuskan suatu masalah penelitian yang berupa “Bagaimana pengaruh latihan resisten terhadap kepadatan tulang?” Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder, yang diperoleh bukan dari hasil pengamatan langsung melainkan diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Pencarian literature dalam *literature review* ini menggunakan empat database yaitu *Clinical Key*, *PubMed*, *MedLine*, dan *Google Scholar*.

Kata kunci yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *physical exercise*

ATAU *resistance exercise* ATAU *resistance training* ATAU *effect of resistance exercise* ATAU latihan tahanan ATAU latihan beban DAN *bone mass* ATAU *bone mineral density*. Kriteria jurnal yang akan di *review* berdasarkan PICOS,⁹ adalah responden dengan masalah kepadatan tulang yang diberikan intervensi berupa latihan fisik secara resisten. Hasil yang diharapkan yaitu responden dengan masalah kepadatan tulang yang melakukan latihan resisten akan mengalami peningkatan kepadatan tulang. Studi desain yang digunakan pada penelitian ini berupa *Randomized Control Trial (RCT)*, *Cross Sectional Survey Study*, *meta-analyses*, *ANOVA*, *experimental study*, dan *Cohort Study*, yang dipublikasi dari tahun 2015-2020 dengan bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia dan Inggris.

Berdasarkan hasil penelusuran, peneliti mendapatkan 38 artikel menggunakan *ClinicalKey*, 103 artikel menggunakan *PubMed*, 2.007 artikel menggunakan *MedLine*, dan 566 artikel menggunakan *Google Scholar* (n = 2.714). Hasil pencarian yang telah didapatkan kemudian dilakukan skrining berdasarkan judul yang sesuai dengan tema *literature review* dan didapatkan 52 artikel. Selanjutnya 52 artikel di skrining abstrak dan *fulltext* berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi didapatkan 14 artikel. *Critical appraisal* kepada 14 artikel studi yang memenuhi kriteria kelayakan dan yang akan digunakan dalam *literature review*.

HASIL PENELITIAN

Penulis melakukan pencarian menggunakan kata kunci yang sudah disusun untuk mencari artikel. Empat belas artikel *full text* didapatkan setelah dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Empat belas artikel tersebut kemudian dianalisis dan dilakukan *review* (Tabel 3).

BAHASAN

Hasil yang diperoleh secara umum dari seluruh artikel yang telah di-*review* adalah

terdapat kenaikan kepadatan massa tulang setelah melakukan latihan resisten

Tabel 1. Karakteristik Studi

Tahun Publikasi	Dari tahun 2015-2020
Desain Penelitian Sampling Penelitian	Penelitian eksperimental dan observasional Wanita postmenopause yang menderita osteoporosis, pria yang memiliki kepadatan massa tulang yang rendah, mahasiswa prodi keperawatan angkatan 2019, wanita yang mengikuti zumba, wanita penderita kanker, wanita muda yang memiliki kepadatan massa tulang yang rendah, dan pasien yang menderita DM tipe 2
Instrumen Penelitian	Secara umum dari ke-14 artikel di atas, pengukuran massa tulang diukur dengan DXA (<i>Dual-energy X-ray Absorptiometri</i>).

Tabel 2. Karakteristik Subjek

Total subjek penelitian	Laki-laki: 127 responden dengan usia rerata 48 tahun Perempuan: 939 responden dengan usia rerata 41 tahun Pasien penderita DM Tipe 2: 200 responden
Range umur secara keseluruhan	Kisaran usia rerata dari ke-14 artikel adalah 22-55 tahun

Latihan resisten pada wanita postmenopause

Jenis latihan resistensi yang dianjurkan bagi wanita postmenopause adalah latihan anaerobik seperti berjalan kaki, lari, dan angkat beban. Latihan resisten ini dianjurkan dilakukan minimal sebanyak dua kali per minggu dengan lima set dan lima repetisi. Latihan resisten ini meliputi pemanasan selama 10 menit, latihan

Tabel 3. Ekstraksi Data Hasil Penelitian

Studi/Pemulis	Tempat Penelitian	Jumlah Sampel	Perlakuan	Usia	Metode Penelitian	Outcome
Exercise Frequency and Bone Mineral Density Development in Exercising Postmenopausal Osteopenic Women. Is There A Critical Dose of Exercise for Affecting Bone? Results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study ⁹	Jerman	55 sampel wanita postmenopausal	Responden dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing dengan satu instruktur. Setiap kelompok melakukan <i>group session</i> selama 65 menit yang terdiri dari : Senam aerobik selama 20 menit dengan intensitas tinggi. 4 x 15 <i>multilateral jumping</i> dengan 30 detik waktu istirahat di setiap sesi latihan lompat. Latihan resistensi berkala dengan satu sesi per minggu pada mesin (<i>TechnoGym</i>), satu sesi per minggu menggunakan <i>free weights (PowerBlocks)</i> , pita elastis (<i>TheraBand</i>), dan latihan isometrik.	Wanita postmenopausal dengan kisaran usia di atas 55 tahun	Controlled Exercise Trial	Berolahraga selama dua kali satu minggu dapat menjaga dan meningkatkan kepadatan tulang. Olahraga yang dilakukan adalah latihan resisten dengan intensitas sedang-berat.
Pengaruh Olahraga Step Up terhadap Masa Tulang pada Wanita Dewasa Muda ¹⁰	Manado, Indonesia	25 sampel mahasiswa wanita	Peneliti mengukur massa otot subjek sebelum melakukan olahraga step-up dengan menggunakan alat ukur berupa <i>bioelectrical impedance analysis</i> . Kemudian subjek melakukan olahraga step-up dengan menggunakan tangga yang mempunyai tinggi 17 cm. Latihan dilakukan dengan frekuensi 3 kali per minggu dan durasi selama 20 menit yang dimulai dengan kaki kiri kemudian dilanjutkan dengan kaki kanan dengan repetisi sebanyak 5 kali. Setelah olahraga step-up Sam Ratulangi dilakukan selama 6 minggu dilakukan pemeriksaan massa otot kembali.	Wanita dengan kisaran usia 16-20 tahun dengan usia terbanyak adalah 18 tahun	Experimental and Analytical study	Terdapat perbedaan massa tulang sebelum dan sesudah melakukan olahraga <i>step up</i> yang berarti olahraga <i>step up</i> dapat meningkatkan massa tulang pada wanita dewasa muda. Rerata massa tulang responden sebelum olahraga step up yaitu 1,85 kg, sedangkan rerata massa tulang responden setelah olahraga step up yaitu 1,92 kg dengan nilai minimum 0,9 kg dan nilai maksimum 3,6 kg.
Perbandingan Massa Tulang Sebelum dan Sesudah Melakukan Senam Zumba pada Wanita Dewasa ¹¹	Manado, Indonesia	Enam belas wanita dewasa yang mengikuti kelas senam zumba di salah satu pusat kebugaran di Manado	Responden mengikuti senam zumba selama 4 minggu dengan frekuensi 3 kali per minggu dalam durasi 60 menit. Taburan yang dilakukan dalam senam zumba tersebut meliputi <i>warm up</i> selama 10 menit, bagian inti selama 45 menit, dan <i>cool down</i> selama 5 menit. Setelah selesai periode latihan selama 4 minggu, maka kepadatan massa tulang akan diukur dengan menggunakan <i>Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)</i> jenis <i>Family Dr Body Fat Monitor FEP-103</i> .	Wanita dengan kisaran usia 26-45 tahun	Experimental study	Rerata massa tulang subjek sebelum senam zumba yaitu 2,281 kg dengan nilai minimum 1,5 kg dan nilai maksimum 2,9 kg dengan standar deviasi 0,3487. Rerata massa tulang sesudah senam zumba yaitu 2,306 kg dengan nilai minimum 1,7 kg dan nilai maksimum 2,9 kg, dengan standar deviasi 0,3172. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antara massa tulang sebelum dan sesudah melakukan senam zumba selama empat minggu.
Effectiveness of Resistance Training or Jumping-Exercise to Increase Bone Mineral Density in Men With Low Bone Mass : A 12-Month	USA	38 sampel pria	Setiap responden diawasi oleh satu instruktur. Responden diminta untuk melakukan latihan resisten selama 2 kali per minggu dengan minimal 48 jam antar sesi serta melompat sebanyak 3 kali per minggu dengan setidaknya 24 jam setelah waktu pelatihan. Apabila responden melewatkan sesi latihannya, waktu	Pria dengan kisaran usia 25-60 tahun, dengan rata-rata usia 45 tahun	Randomized Clinical Trial (RCT)	Pengukuran dilakukan pada bulan ke 0 (sebelum intervensi), 6, dan 12. Hasilnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan massa tulang sebesar 0,6% setelah 6 bulan latihan resisten (RT) dan latihan lompat (<i>jumping exercise</i>), dan peningkatan ini terus dipantau sampai pada bulan yang ke-12.

Randomized, Clinical Trial ¹²			latibannya itu akan diganti. Responden juga diminta untuk melaporkan kepada instruktur masing-masing apabila merasa lelah atau nyeri setelah melakukan latihan resisten dan melompat.			Hasil yang sangat signifikan juga diperoleh dari kepadatan massa tulang lumbar, dimana terjadi peningkatan massa tulang sebesar 1.3% setelah 6 bulan latihan resisten (RT) dan latihan lompat (jumping exercise), dan peningkatan ini terus dipantau sampai pada bulan yang ke-12. Hasil yang didapatkan pada pengukuran kepadatan tulang pinggul adalah kepadatan tulang pinggul meningkat sebesar 0.8% hanya dari latihan resisten (RT) selama enam bulan dan tidak dengan latihan lompat (jumping exercise).
Bone Mineral Density in Relation to Medical and Lifestyle Risk Factors for Osteoporosis in Premenopausal, Menopausal, and Postmenopausal Women in General Practice ¹³	British	358 sampel wanita dengan kisaran usia 48-52 tahun	Wanita yang berusia 48-52 tahun diundang untuk dilakukan <i>interview</i> dalam periode waktu 12 bulan. Kelompok umur ini dipilih karena mayoritas wanita yang berada pada kelompok umur ini sudah mengalami <i>menopause</i> . Kemudian responden diberikan <i>questionnaire</i> untuk mengetahui riwayat kesehatannya (status menopause, DM, riwayat osteoporosis dalam keluarga, riwayat ginekologi, angka kehamilan, dan apakah belakangan ini mengikuti terapi hormonal), gaya hidup (<i>intake</i> alcohol, merokok). Setelah itu, responden diminta untuk melakukan kegiatan berjalan kaki sejauh 5 mil setiap harinya.	Wanita dengan kisaran usia 48-52 tahun	Cohort study	Terdapat perbedaan yang jauh antara kepadatan tulang pada wanita yang premenopause, menopause, dan postmenopause dengan nilai yang terendah didapatkan oleh wanita yang postmenopause. Rata-rata densitas massa tulang lebih tinggi pada wanita yang memiliki index massa tubuh lebih dari 25. Latihan fisik secara resisten dapat meningkatkan kepadatan tulang secara signifikan.
The LIFTMOR-M (Lifting Intervention for Training Muscle and Osteoporosis Rehabilitation for Men) Trial : Protocol for a Semirandomised Controlled Trial of Supervised Targeted Exercise to Reduce Risk of Osteoporotic Fracture in Older Men With Low Bone Mass ¹⁴	Australia	Tidak disebutkan di dalam artikel	Laki-laki yang berusia lebih dari 50 tahun dilakukan skrining untuk mengetahui kondisi medisnya. Peserta yang memenuhi syarat akan dipilih secara acak dan akan dialokasikan untuk 8 bulan dari salah satu program pelatihan berdasarkan ada atau tidaknya obat osteoporosis yang dikonsumsi. Program latihan ini akan dilakukan dua kali seminggu selama 30 menit dan kepadatan tulang akan diawasi oleh instruktur dalam kedua kelompok.	Pria sehat dengan kisaran usia lebih dari 50 tahun, dengan penurunan kepadatan tulang	Semi-randomised controlled exercise intervention trial	Setelah delapan bulan penelitian didapatkan bahwa latihan secara resisten dapat meningkatkan kepadatan massa tulang dan meningkatkan kekuatan massa otot, khususnya pada otot ekstremitas bawah (untuk latihan berupa melompat).
A Protocol for A Randomised Controlled Trial of The Bone Response to Impact Loading or Resistance Training in Young Women with Lower Than Average Bone Mass : the	Australia	Tidak disebutkan di dalam artikel	Wanita muda yang sehat dan jarang melakukan aktivitas fisik dengan kisaran usia 18-30 tahun dengan skor T kepadatan tulang yang kurang dari atau sama dengan 0 di tulang belakang, pinggul, dan lumbar akan diskriminasi kondisinya dan konsumsi obat-obatan yang memengaruhi tulang dan fungsi fisiknya. Peserta yang memenuhi syarat akan discak dan melakukan latihan resisten selama 10 bulan (2 kali per minggu).	Wanita muda dengan kisaran usia 18-30 tahun, yang memiliki nilai T-score BMD di bawah atau sama dengan 0 di	Randomized controlled exercise intervention trial	Setelah 10 bulan penelitian didapatkan bahwa latihan fisik secara resisten (berjalan kaki, melompat, dan mengangkat beban) akan meningkatkan kepadatan massa tulang pada wanita muda yang memiliki massa tulang di bawah normal. Faktor lain yang memengaruhi kepadatan massa tulang adalah asupan kalsium yang dikonsumsi. Selain meningkatkan kepadatan massa

OPTIMA-Ex trial ¹⁵	Australia	Peserta akan diawasi oleh peneliti, apakah peserta melakukan latihan resisten dengan intensitas tinggi atau melakukan latihan resisten berbasis kegiatan di rumah sehari-hari. Kepadatan massa tulang akan diukur saat sebelum melakukan latihan resisten dan setelah 10 bulan melakukan latihan resisten.	pinggul dan lumbur.	nulang, latihan fisik secara resisten juga dapat meningkatkan kekuatan otot, khususnya otot di bagian ekstremitas bawah.
High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women with Osteopenia and Osteoporosis : The LIFTMOR Randomized Controlled Trial ¹⁶	USA	wanita postmenopause 101 sampel wanita postmenopause selama 8 bulan, 2 kali per minggu selama 30 menit. Latihan resisten yang dilakukan bisa berupa latihan resisten berintensitas tinggi (5 set dengan 5 kali pengulangan), atau latihan resisten berbasis kegiatan sehari-hari di rumah (latihan resisten berintensitas rendah). Aktivitas yang dilakukan selama latihan resisten adalah 5 kali kegiatan duduk-berdiri, <i>timed up-and-go</i> , dan melatih kekuatan tulang belakang dan kaki. Kepadatan massa tulang akan diukur dengan DXA saat sebelum melakukannya intervensi dan setelah 8 bulan mengikuti latihan resisten.	wanita postmenopause dengan kisaran usia di atas 58 tahun	Setelah 8 bulan penelitian, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada antropometri. Didapatkan kenaikan kepadatan massa tulang pada nulang lumbur, pinggul, dan <i>femoral neck</i> setelah melakukan aktivitas latihan resisten selama delapan bulan.
Combined aerobic and resistance training improves bone health of female cancer survivors ¹⁷	USA	18 responden wanita penderita kanker akan mengikuti latihan selama 1 jam per hari, 3 hari per minggu, selama 26 minggu. Program latihan melibatkan latihan berkelompok yang diawasi, yaitu 20 menit latihan kardiorespirasi, 25 menit <i>circuit-style-resistance training</i> , 15 menit latihan perut dan pergang. Kepadatan massa tulang akan diukur dengan DXA sebelum dan setelah intervensi, sementara analisis serum penanda pembentukan tulang akan dinilai sebelum dilakukan intervensi latihan, pada minggu ke 13 setelah intervensi, dan pada saat intervensi latihan telah selesai.	wanita dengan kisaran usia rerata 63 tahun	Peningkatan kepadatan massa tulang yang signifikan pada tulang belakang (2.5%), pinggul (1.7%), dan seluruh tubuh (2.0%) setelah menjalani latihan resisten selama 26 minggu. Peserta yang menjalani kemoterapi (n=8) mengalami peningkatan yang sangat signifikan pada kepadatan massa tulang di tulang belakang (0.2% vs 4.9%, p<0.05) dan pinggul (0.2% vs 3.6%, p<0.05) dibandingkan dengan peserta yang tidak menjalani kemoterapi tetapi menjalani terapi radiasi, atau operasi, atau keduanya (n=10). Analisis serum penanda pembentukan tulang menunjukkan penurunan metabolisme tulang selama intervensi latihan. <i>Procollagen type I amino-terminal propeptide</i> (P1NP) menurun sebanyak 22% dalam 13 minggu dan menurun sebanyak 28% dalam 26 minggu (p<0.01). <i>C-Telopeptide</i> (CTX) menunjukkan penurunan yang tidak signifikan sebesar 8% dan 18%, masing-masing pada minggu ke 13 dan 26 setelah dimulainya penelitian.
Change in Bone Mineral Density During Weight Loss with Resistance Versus	USA	Partisipan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok yang melakukan latihan resisten (RT) dan yang melakukan <i>caloric restriction</i> (CR), serta kelompok yang melakukan latihan aerobik (AT) dan yang	Responden dengan kisaran usia rerata 70 tahun	Melakukan latihan resisten lebih baik daripada latihan aerobik. Latihan resisten selama <i>Caloric Restriction</i> (CR) dan <i>analytical</i> dapat mengurangi kehilangan kepadatan massa

<p>Aerobic Exercise Training in Older Adults¹⁸</p>	<p>melakukan <i>caloric restriction</i> (CT). Kemudian, kelompok partisipan RT + CT akan melakukan 8 latihan tubuh bagian atas atau bawah selama 3 hari per minggu (terdiri dari 3 sesi dan 10 kali pengulangan), sementara kelompok partisipan AT + CR akan berjalan di atas treadmill selama 4 hari per minggu (selama 30 menit). Kepadatan massa tulang akan diukur dengan menggunakan <i>dual-energy X-ray absorptiometry</i> (DXA) pada awal penelitian dan setelah 5 bulan melakukan latihan ini.</p>	<p>study</p>	<p>tulang di pinggul dan <i>femoral neck</i> pada lansia yang kelebihan berat badan dan obesitas.</p>
<p>Intensity of resistance training via self-reported history is critical in properly characterizing musculoskeletal health¹⁹</p>	<p>USA</p> <p>179 partisipan yang terdiri dari 89 orang pria dan 90 orang wanita</p>	<p>Responden yang Retrospective</p>	<p>Latihan resisten dapat meningkatkan kepadatan massa tulang. Penelitian ini membuktikan bahwa dari antara HIRT dan LIRT, <i>High Intensity Resistance Training</i> (HIRT) memunculkan lebih banyak respons muskuloskeletal dibandingkan dengan <i>Low Intensity Resistance Training</i> (LIRT).</p>
<p>Regional changes in indices of bone strength of upper and lower limbs in response to high-intensity impact loading or high-intensity resistance training²⁰</p>	<p>Australia</p> <p>34 wanita muda yang sehat dengan indeks massa tulang yang rendah</p>	<p>Wanita muda yang sehat dengan kisaran rentang usia 18-30 tahun, yang memiliki indeks massa tulang yang rendah</p>	<p><i>Impact Training</i> (IT) dan <i>Resistance Training</i> (RT) menunjukkan perbedaan efek yang spesifik berdasarkan lokasi di tungkai atas dan bawah pada indeks massa tulang. IT menunjukkan perbaikan yang lebih dominan di area distal dari radius dan tibia, sementara RT memiliki efek yang lebih besar untuk poros radius, tibia, dan juga <i>femoral neck</i>. Respons tulang yang berbeda dirangsang oleh dua modalitas pelatihan yang kemungkinan besar disebabkan oleh adaptasi di tempat-tempat yang mengalami ketegangan terbesar.</p>

<p>Study to Weigh the Effect of Exercise Training on BONE quality and strength (SWEET BONE) in type 2 diabetes: study protocol for a randomised clinical trial²¹</p>	<p>200 responden dengan T2DM atau menerima perawatan standar yang akan dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, usia <math>\leq 70</math> tahun, dan yang telah menerima atau yang tidak menerima pengobatan insulin. Intervensi tersebut terdiri dari dua sesi yang akan diawasi, masing-masing dimulai dengan 5 menit pemanasan, diikuti dengan 20 menit latihan aerobik, 30 menit latihan ketahanan, serta 20 menit latihan stabilitas, keseimbangan, dan fleksibilitas. Peserta akan mengenakan rompi yang berat selama latihan aerobik dan latihan resisten. Peserta dibagi menjadi 3 kelompok. Kelompok pertama adalah kelompok yang dijadikan sebagai kontrol, kelompok kedua adalah kelompok yang mengikuti program tradisional Tai Chi (TTC), dan kelompok yang terakhir adalah kelompok yang mengikuti program latihan resisten Tai Chi (TCRT). Kelompok yang dijadikan sebagai kontrol diminta untuk menjalankan aktivitas sehari-hari mereka seperti biasa, tidak ada intervensi latihan dan tidak mengonsumsi obat-obatan yang berkaitan dengan osteoporosis.</p>	<p>Dua ratus pasien T2DM dengan usia 65-75 tahun akan diacak 1:1 untuk melakukan latihan yang akan diawasi dengan kisaran usia antara 65-75 tahun</p>	<p>Responden dengan kisaran usia antara 65-75 tahun</p>	<p>Randomised Clinical Trial (RCT)</p>	<p>SWEET BONE adalah program latihan yang efektif untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan tulang untuk pasien dengan T2DM dan juga berpotensi untuk mengurangi peningkatan karakteristik risiko patah tulang bagi individu-individu tersebut. Program latihan ini memberikan efek yang menurunkan bazi kualitas tulang sehingga juga akan menambah kekuatan dan massa otot dan pada akhirnya akan mengurangi risiko jatuh dan fraktur pada pasien dengan T2DM.</p>
<p>Simplified Tai Chi Resistance Training versus Traditional Tai Chi in Slowing Bone Loss in Postmenopausal Women²²</p>	<p>119 wanita post-menopause</p>	<p>China</p>	<p>Wanita post-menopause dengan kisaran usia antara 52-65 tahun</p>	<p>ANOVA</p>	<p>Kepadatan tulang sangat berkurang pada kelompok kontrol. Peningkatan kepadatan massa tulang pada L2-L4 terjadi secara signifikan pada kelompok yang melakukan latihan Tai Chi secara resisten (TCRT) dibandingkan pada saat belum menerima intervensi ($1.10 \pm 0.17 \text{ g/cm}^3$ versus $1.08 \pm 0.17 \text{ g/cm}^3$; $p = 0.01485$). Kepadatan massa tulang pada femoral neck tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok TTC dan TCRT setelah 12 bulan penelitian.</p>

dengan lima set dan lima repetisi (dengan dua menit waktu istirahat antarset), dan 10 menit gerakan relaksasi. Latihan resisten ini terbukti dapat meningkatkan kepadatan tulang wanita postmenopause sebanyak $0,17 \text{ g/cm}^2$ pada tulang belakang, pinggul, dan *femoral neck*.

Latihan resisten pada pasien Diabetes Melitus (DM) Tipe 2

Jenis latihan resisten yang dapat dilakukan pada pasien dengan diabetes melitus tipe 2 ini adalah latihan angkat beban. Latihan ini dimulai dengan lima menit pemanasan, diikuti dengan 20 menit latihan aerobik, 30 menit latihan ketahanan, serta 20 menit latihan stabilitas, keseimbangan, dan fleksibilitas, kemudian di akhiri dengan lima menit gerakan relaksasi. Latihan resisten ini dianjurkan dilakukan minimal 2 kali per minggu. Latihan resisten yang dilakukan oleh penderita DM tipe 2 terbukti dapat meningkatkan kepadatan massa tulang.

Perbandingan jenis olahraga *step up* dengan senam zumba

Hasil penelitian yang diperoleh dari tabel ekstraksi data menjelaskan bahwa dari jenis olahraga antara *step up* dan senam zumba, terbukti bahwa olahraga *step up* lebih memberikan efek yang signifikan terhadap kepadatan tulang. Hal ini disebabkan karena olahraga *step up* memberikan beban mekanik pada tulang sehingga tulang akan “dipaksa” untuk melakukan proses *remodeling* tulang. Hal ini berbeda dengan olahraga senam zumba. Olahraga senam zumba dinilai tidak memberikan beban mekanik pada tulang seperti olahraga *step up* sehingga peningkatan kepadatan massa tulang yang terjadi tidak terlalu bermakna.^{10,11}

SIMPULAN

Jumlah responden yang lebih banyak mengalami penurunan massa tulang berasal dari golongan lansia (≥ 50 tahun). Jumlah responden yang mengalami penurunan massa tulang ditemukan lebih banyak pada

wanita dibandingkan pria. Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin dan teratur terbukti dapat meningkatkan kepadatan massa tulang. Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin dan teratur dapat menjaga kesehatan tulang dan mencegah mengalami penurunan kepadatan tulang secara dini. Aktivitas fisik yang memiliki efek lebih baik untuk meningkatkan kepadatan massa tulang adalah aktivitas fisik anaerobik seperti melompat, berlari, dan mengangkat beban. Kelompok lansia yang mengalami osteoporosis yang diberikan intervensi berupa latihan fisik secara resisten terbukti mengalami peningkatan kepadatan massa tulang. Latihan fisik yang dilakukan secara resisten diperkirakan dapat meningkatkan kepadatan massa tulang pada responden yang menderita diabetes mellitus (DM) tipe dua.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sherwood L. Fisiologi Manusia: Dari Sel ke Sistem. Vol. 6. Jakarta: EGC, 2011.
2. Kemmler W, von Stengel S, Kohl M. Exercise frequency and bone mineral density development in exercising postmenopausal osteopenic women. Is there a critical dose of exercise for affecting bone? Results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study. *Bone* 2016;89: 1–6.
3. Kementrian Kesehatan RI. Infodatin Osteoporosis Pdf. 2015. p. 1–3.
4. Wuryanto MA, Peminatan M, Tropik P, Undip FKM. Gambaran Densitas Mineral Tulang (Dmt) Pada Kelompok Dewasa Awal (19-25 Tahun) (Studi Di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro). *J Kesehat Masy*. 2017;5(4):424–30.

5. World Health Organization. Seventy-First World Health Assembly A71/18 Provisional agenda item 12.2 Physical activity for health More active people for a healthier world: draft global action plan on physical activity 2018-2030 Report by the Director-General. 2018;2014(February):1-8. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf, accessed 23February2018
6. Sibonga J, Matsumoto T, Jones J, Shapiro J, Lang T, Shackelford L, et al. Resistive exercise in astronauts on prolonged spaceflights provides partial protection against spaceflight-induced bone loss. *Bone* 2019;128:112037.
7. Hinton PS, Nigh P, Thyfault J. Effectiveness of resistance training or jumping-exercise to increase bone mineral density in men with low bone mass: A 12-month randomized, clinical trial. *Bone* 2015;79:203-12.
8. McKnight A, Steele K, Mills K, Gilchrist C, Taggart H. Bone mineral density in relation to medical and lifestyle risk factors for osteoporosis in premenopausal, menopausal and postmenopausal women in general practice. *Br J Gen Pract.* 1995;45(395):317-20.
9. Melfianora. Penulisan Karya Tulis Ilmiah Dengan Studi Literatur. *Open Sci Framew* 2019;1-3. Available from: osf.io/efmc2
10. Triandini E, Jayanatha S, Indrawan A, Werla Putra G, Iswara B. Metode Systematic Literature Review untuk Identifikasi Platform dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indones J Inf Syst.* 2019;1(2):63.
11. Nursalam H. Penulisan Literature Review dan Systematic Review Pada Pendidikan Kesehatan (Contoh). Priyantini D, ed. Surabaya: Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga, 2020.
12. Rungkat TA, Lintong F, Moningga MEW. Pengaruh Olahraga Step-up Terhadap Massa Otot Pada Wanita Dewasa Muda. *eBiomedik.* 2020; 8(1):54-60.
13. Senduk MNW, Polii H, Doda DVD. Perbandingan Massa Tulang Sebelum dan Sesudah Melakukan Senam Zumba pada Wanita Dewasa. *Jurnal Biomedik* 2019; 11(1): 17-22.
14. Harding AT, Weeks BK, Watson SL, Beck BR. The LIFTMOR-M (Lifting Intervention for Training Muscle and Osteoporosis Rehabilitation for Men) trial: Protocol for a semirandomised controlled trial of supervised targeted exercise to reduce risk of osteoporotic fracture in older men with low bone mass. *BMJ Open.* 2017;7(6):e014951.
15. Lambert C, Beck BR, Harding AT, Watson SL, Weeks BK. A protocol for a randomised controlled trial of the bone response to impact loading or resistance training in young women with lower than average bone mass: The OPTIMA-Ex trial. *BMJ Open* 2017;7(9):e016983:1-12.
16. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res* 2018;33(2):211-20.
17. Almstedt HC, Grote S, Korte JR, Perez Beaudion S, Shoepe TC, Strand S, et al. Combined aerobic and resistance training improves bone health of female cancer survivors. *Bone Reports* 2016;5:274-9.

18. Beavers KM, Beavers DP, Martin SB, Marsh AP, Lyles MF, Lenchik L, et al. Change in Bone Mineral Density during Weight Loss with Resistance Versus Aerobic Exercise Training in Older Adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci* 2017;72(11):1582–5.
19. Shoep TC, LaBrie JW, Mello GT, Leggett AG, Almstedt HC. Intensity of resistance training via self-reported history is critical in properly characterizing musculo-skeletal health. *BMC Musculo-skelet Disord.* 2020;21(1):1–14.
20. Lambert C, Beck BR, Harding AT, Watson SL, Weeks BK. Regional changes in indices of bone strength of upper and lower limbs in response to high-intensity impact loading or high-intensity resistance training. *Bone* 2020; 132:115192.
21. Balducci S, Conti F, Sacchetti M, Russo CR, Argento G, Haxhi J, et al. Study to Weigh the Effect of Exercise Training on BONE quality and strength (SWEET BONE) in type 2 diabetes: study protocol for a randomised clinical trial. *BMJ Open* 2019;9(11): e027429:1–11.
22. Wang H, Yu B, Chen W, Lu Y, Yu D. Simplified Tai Chi resistance training versus traditional Tai Chi in slowing bone loss in post-menopausal women. *Evid Based Complement Alternat Med* 2015; 2015:379451:1–7