

**PENGARUH PEMBERIAN *BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING*
TERHADAP PENINGKATAN KEKUATAN OTOT *QUADRICEPS*
PADA PENDERITA OSTEOARTRITIS LUTUT
*THE EFFECT OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING ON INCREASING
QUADRICEPS MUSCLE STRENGTH IN PATIENT WITH KNEE OSTEOARTHRITIS***

**Bramasta Adikurnia Wedhasmara¹, M. Mudatsir Syatibi²,
Jasmine Kartiko Pertiwi³**

¹ Mahasiswa Sarjana Terapan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta,

^{2,3} Dosen Jurusan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta

Email: bramasta1610@gmail.com, minemimin@yahoo.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Latihan penguatan sangat penting bagi penderita osteoarthritis lutut untuk mengembalikan kekuatan otot *quadriceps*. Perlu latihan dengan beban berat untuk meningkatkan kekuatan otot. Namun penderita osteoarthritis lutut sering mengeluhkan nyeri saat menjalani latihan dengan beban berat. Maka itu perlu metode latihan alternatif untuk meningkatkan kekuatan otot *quadriceps* pada penderita osteoarthritis lutut. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh pemberian *blood flow restriction training* dan *low load resistance training* dalam meningkatkan kekuatan otot *quadriceps* pada penderita osteoarthritis lutut. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *two groups pre & post test*. Kelompok I mendapat intervensi berupa *blood flow restriction training* dan *low load resistance training*, sedangkan kelompok II mendapatkan intervensi berupa *low load resistance training* saja 3x/minggu selama 4 minggu. Pengukuran kekuatan otot *quadriceps* dilakukan dengan memprediksi nilai 1-RM menggunakan rumus *epley*. **Hasil:** Dari 20 subjek penelitian, 18 subjek dapat mengikuti program penelitian hingga akhir. Kelompok I berjumlah 9 orang dan kelompok II berjumlah 9 orang. **Kesimpulan:** Pemberian *blood flow restriction training* dan *low load resistance training* sama-sama meningkatkan kekuatan otot *quadriceps*, namun penambahan *blood flow restriction training* dalam *low load resistance training* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan otot *quadriceps*

Kata Kunci: *Blood Flow Restriction Training, Low Load Resistance Training, Osteoarthritis Lutut, Penyakit Sendi, Quadriceps, Latihan Penguatan*

ABSTRACT

Background: *Strengthening exercise is important for knee osteoarthritis patients to restore quadriceps muscle strength. Heavy loads are needed for increasing muscle strength. However, patients often complaining about pain when doing exercise with heavy loads. Therefore it is necessary to have an alternative training method for increasing quadriceps muscle strength in patients with knee osteoarthritis. Aim of study:* *To determine the effect of blood flow restriction training and low load resistance training on increasing quadriceps muscle strength in patients with knee osteoarthritis. Methods:* *The design of this study used two groups pre & post test. Group I received blood flow restriction training and low load resistance training and group II received only low load resistance training 3x/week for 4 weeks. Quadriceps muscle strength was measured by predicting the 1-RM value using the Epley formula. Result:* *From 20 subjects who met the criteria, 18 subjects completed the program. Conclusion:* *Both blood flow restriction training and low load resistance training increase quadriceps muscle strength, but the addition of blood flow restriction training in low load resistance training does not have a significant effect on increasing quadriceps muscle strength.*

Keywords: *Blood Flow Restriction Training, Low Load Resistance Training, Knee Osteoarthritis, Joint Disease, Quadriceps, Strengthening Exercise*

PENDAHULUAN

Penyakit sendi banyak diderita oleh orang Indonesia. Hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2018, prevalensi penyakit sendi di Indonesia sebesar 7,3% dari total keseluruhan populasi, (Kemenkes RI, 2018). Salah satu jenis penyakit sendi yang bersifat progresif adalah osteoarthritis (Katz *et al.*, 2022). Ciri patologis OA lutut berupa perubahan pada keseluruhan jaringan disekitar sendi (Primorac *et al.*, 2020). Hingga saat ini belum terdapat obat untuk menyembuhkan OA lutut, namun ada beberapa permasalahan terkait, seperti penurunan kekuatan otot yang dapat ditangani dengan program rehabilitasi (Merchan & Cardero, 2020). Sensasi nyeri, serta *disuse atrophy* akibat inaktivitas menjadi penyebab menurunnya kekuatan otot *quadriceps* pada penderita OA lutut. Oleh karena itu, penguatan otot *quadriceps* menjadi salah satu fokus penanganan pada pasien OA lutut (Nugraha & Kambayana, 2017).

American College of Sports Medicine merekomendasikan penggunaan beban sebesar 60%-80% dari 1-RM untuk meningkatkan kekuatan otot. Peningkatan kekuatan otot akan sulit dicapai apabila pembebanan yang diberikan dibawah 60% dari 1-RM seperti latihan penguatan dengan menggunakan *low load resistance training*(LLRT) yang biasa menggunakan beban <50% dari 1-RM. Meningkatkan kekuatan otot menggunakan LLRT perlu usaha keras hingga mendekati kegagalan konsentrik untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Weakley *et al.*, 2023). Sedangkan pada penderita OA lutut yang menjalani program latihan dengan *high load resistance training*(HLRT) menggunakan beban >60% akan mengeluhkan sensasi tidak nyaman dan nyeri pada persendian saat melakukan latihan (Ferlito *et al.*, 2020).

Banyak modalitas terapi latihan baru yg diteliti untuk mengatasi permasalahan ini, salah satunya adalah *blood flow restriction training*(BFRT). Latihan ini dilakukan dengan membatasi sebagian aliran darah arteri yang masuk ke dalam otot dan sepenuhnya membatasi aliran darah vena yang keluar dari otot yang bekerja selama latihan (Scott *et al.*, 2015). Latihan penguatan dengan metode BFRT yang dikombinasikan dengan LLRT dapat digunakan untuk mencapai hasil yang hampir setara dengan latihan menggunakan HLRT (Lloret, 2022). Salah satu mekanisme yang dapat menjelaskan peningkatan kekuatan otot pada BFRT adalah adanya akumulasi zat sisa metabolisme disekitar otot yang dilatih sebagai bentuk respon adaptif terhadap hipoksia lokal akibat pembatasan aliran darah pada daerah yang dilatih (Jardim *et al.*, 2022). Akumulasi zat sisa metabolisme ini menyebabkan stres pada jaringan otot dan sekitarnya sehingga jaringan otot akan mencoba untuk beradaptasi untuk merespon stresor yang ada. Dalam hal ini sintesis protein otot mengalami peningkatan sinyal sehingga mendukung proses pembentukan protein otot baru (Lloret, 2022)

Sejumlah penelitian berbasis *systematic review & meta analysis* yang dilakukan dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan adanya perbedaan pendapat tentang pengaruh pemberian BFRT. Menurut Patterson *et al.*, (2019) BFRT yang dikombinasikan dengan *resistance training* terbukti secara efektif meningkatkan kekuatan dan hipertrofi. Pendapat yang sama juga disampaikan oleh Ferlito *et al.*, (2020) dimana BFRT dapat digunakan sebagai strategi dalam rehabilitasi osteoarthritis dengan penerapan yang aman dan bersifat individual. Sedangkan menurut Grantham *et al.*, (2021) menyebutkan dengan bukti terbatas yang tersedia tidak mendukung bahwa BFRT dapat meningkatkan hasil pada penderita OA lutut. Hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan antara penggunaan *blood flow restriction* dengan penggunaan *resistance training* biasa. Makadari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui

pengaruh pemberian BFRT dan LLRT dalam meningkatkan kekutan otot *quadriceps* pada penderita osteoarthritis lutut.

METODE

Desain penelitian

Desain penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental dengan metode *two group pre & post test*. Kelompok I mendapat perlakuan berupa *blood flow restriction training* dan *low load resistance training*, sedangkan kelompok II mendapat perlakuan berupa *low load resistance training* saja. Intervensi diberikan sebanyak 3x/minggu selama 4 minggu.

Subjek dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret-April 2023 dengan subjek yaitu penderita osteoarthritis lutut yang menjalani rawat jalan di poli fisioterapi RS UNS. Kriteria inklusi meliputi (1) pasien dengan diagnosis OA lutut, (2) tidak berencana menjalani operasi ataupun berpergian dalam waktu lama, (3) setuju dan mengisi formulir persetujuan penelitian. Sedangkan untuk kriteria eksklusi meliputi (1) memiliki riwayat penyakit kardiovaskular (2) tekanan darah sistolik istirahat > 160 mmHg atau < 100 mmHg dan tekanan darah diastolik > 100 mmHg, (3) menderita diabetes melitus, (4) terdapat keterbatasan ROM pada lutut. Subjek penelitian dinyatakan *drop out* apabila (1) tidak mengikuti sesi penelitian sebanyak 2 kali, (3) kondisi subjek semakin memburuk, (4) Tidak mengikuti pengukuran di akhir sesi penelitian. Subjek yang memenuhi kriteria akan dibagi menjadi 2 kelompok berdasarkan nomor urut. Nomor urut ganjil masuk ke dalam kelompok I sedangkan nomor urut genap masuk ke dalam kelompok II.

Alat ukur

Rumus epley digunakan untuk memprediksi nilai 1-RM kekuatan otot quadriceps subjek sebelum dan sesudah penelitian. Rumus epley memiliki tingkat akurasi prediksi yang tinggi dengan nilai *intraclass correlation coefficients* (ICCs) antara nilai 1-RM asli dengan nilai prediksi 1-RM berada di kisaran 0,96–0,99 dan kesalahan tipikal berkisar antara 3% dan 4%. (McNair *et al.*, 2011).

$$1\text{-RM} = (0,033 \times R \times W) + W$$

Gambar 1. Rumus epley

Keterangan

1-RM : 1 *Repetition maximum*

R : Jumlah repetisi

W : Berat beban submaksimal yang digunakan

Protokol penelitian

Sebelum dilakukan intervensi, seluruh subjek diminta untuk melakukan pemanasan menggunakan *static bicycle* selama 5 menit. Pada kelompok I subjek diminta duduk pada kursi dengan lutut fleksi 90° dan kaki menggantung. *Pressure cuff* dipasang pada bagian proksimal paha. Kemudian tekanan diatur sebesar 60% dari *total limb occlusion pressure* berdasarkan

ukuran lingkaran paha subjek seperti yang dijelaskan pada **tabel 1**. Kemudian beban seberat 30% dari nilai prediksi 1-RM diletakkan pada pergelangan kaki subjek. Latihan dilakukan dengan meminta subjek melakukan gerakan meluruskan dan menekuk lutut dalam posisi duduk. Gerakan ini dilakukan sebanyak 4 set, dengan pola repetisi yaitu 30, 15, 15, 15 dengan jeda istirahat selama 30 detik di setiap set dan *pressure cuff* dilonggarkan saat istirahat. Hal yang sama juga dilakukan pada kelompok II, namun yang membedakan adalah pada kelompok II, subjek tidak dipasang *pressure cuff*.

Tabel 1. Nilai tekanan pada tingkat oklusi 60% berdasarkan lingkaran paha

Tekanan yang diperlukan sesuai dengan ukuran lingkaran paha	
<45-50 cm =>	120 mmHg
51-55 cm =>	150 mmHg
56-59 cm =>	180 mmHg
>60 cm =>	210 mmHg

Teknik analisis data

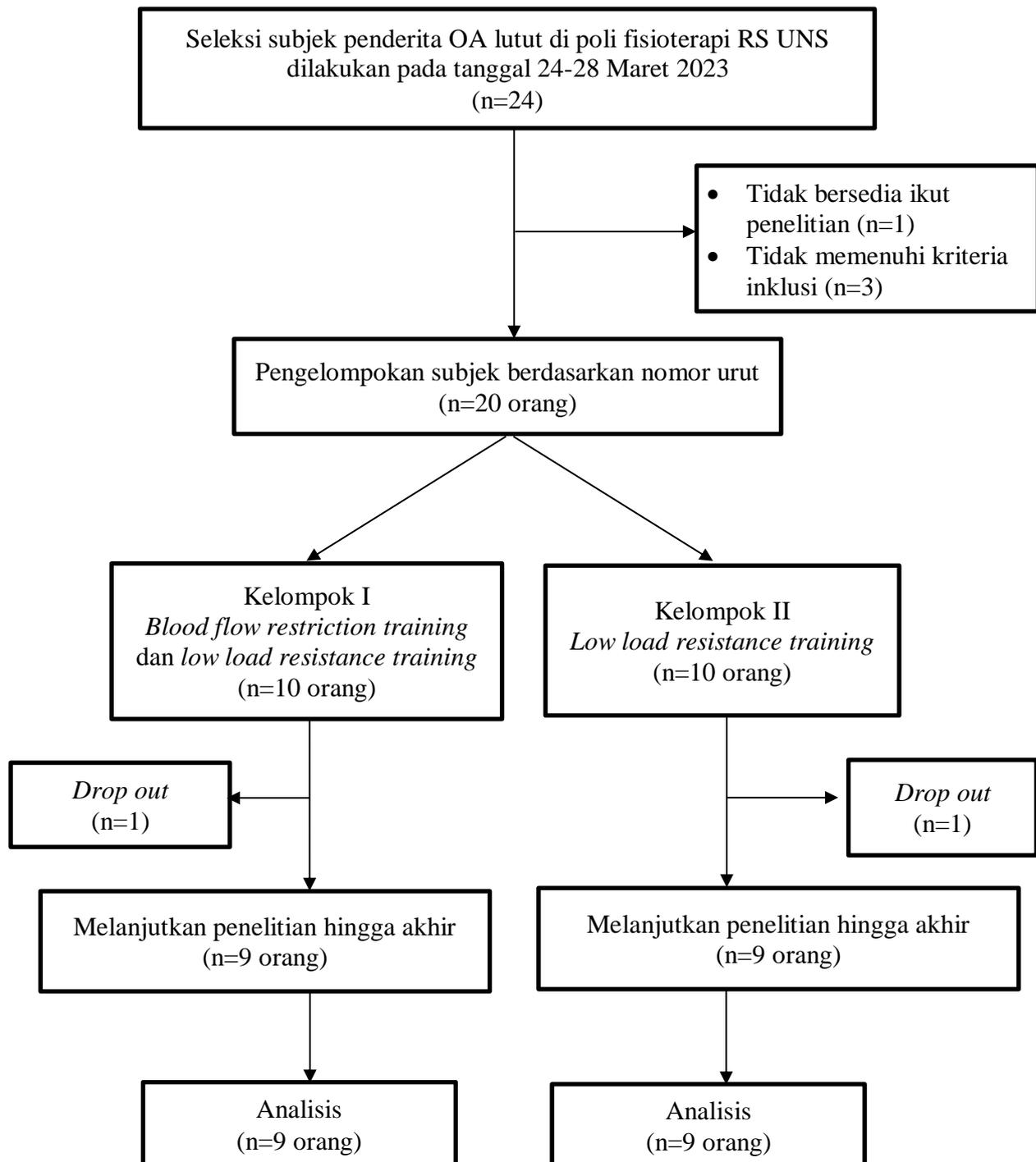
Analisis data dalam penelitian ini menggunakan program *software IBM statistic SPSS* 22. Data yang didapatkan merupakan data numerik sehingga dibutuhkan uji prasyarat sebelum dilakukan analisis data. Uji prasyarat meliputi uji normalitas dengan *shapiro-wilk test* karena data yang diuji jumlahnya ≤ 50 dan uji homogenitas dengan menggunakan *levene's test*. Uji beda dilakukan dengan *paired T test* untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara *pre-test* dan *post-test* pada kelompok I dan II serta *independent T test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara *post-test* kelompok I dan II. Uji ini dilakukan karena data terdistribusi normal.

HASIL

Dari 20 orang subjek, 18 orang mampu mengikuti penelitian hingga akhir, kelompok I berjumlah 9 orang dan kelompok II berjumlah 9 orang. 2 orang dinyatakan *drop out* karena tidak mengikuti kegiatan penelitian sebanyak 2 kali dan tidak hadir dalam akhir sesi penelitian. Jumlah laki-laki pada kelompok I sebanyak 1 orang (11,11%) dan perempuan sebanyak 8 orang (88,89%). Kelompok II jumlah laki-laki 3 orang (33,33%) dan perempuan 6 orang (66,67%). Usia subjek pada kelompok I yaitu 55-68 tahun (rata-rata: $62,56 \pm 4,33$ tahun), sedangkan pada kelompok II usianya 57-75 tahun (rata-rata: $64,78 \pm 6,98$). Nilai kekuatan otot *quadriceps* pada kelompok I sebelum intervensi yaitu 14,90-21,50 kg (rata-rata: $18,93 \pm 2,35$ kg) dan setelah intervensi 19,85-25,81 kg (rata-rata: $23,71 \pm 2,03$). Sedangkan pada kelompok II sebelum intervensi 16,55-25,81 kg (rata-rata: $19,47 \pm 3,50$) dan setelah intervensi yaitu 18,20- 27,95 kg (rata-rata: $22,26 \pm 3,23$ kg).

Berdasarkan uji normalitas dengan *shapiro-wilk test*, hasil yang didapat dari kelompok I sebelum intervensi memiliki nilai $P=0,246$ ($P>0,05$) dan setelah diberikan intervensi memiliki nilai $P=0,098$ ($P>0,05$). Pada kelompok II sebelum intervensi memiliki nilai $P=0,055$ ($P>0,05$) dan setelah diberikan intervensi memiliki nilai $P=0,449$ ($P>0,05$) sehingga data dalam penelitian ini terdistribusi secara normal. Berdasarkan uji homogenitas menggunakan *levene's test* didapatkan nilai $P=0,183$ ($P>0,05$) yang artinya data dari kelompok I dan kelompok II adalah

homogen. Uji beda *pre* dan *post-test* kelompok I dan II menggunakan *paired t test* karena data terdistribusi secara normal. Pada kelompok I didapatkan nilai $P=0,000$ ($P<0,05$) sehingga pemberian *blood flow restriction training* dan *low load resistance training* mempunyai pengaruh terhadap peningkatan



Gambar 2. Diagram alur penelitian

kekuatan otot *quadriceps*. Pada kelompok II didapatkan juga nilai $P=0,000$ ($P<0,05$) hal ini menunjukkan bahwa pemberian *low load resistance training* saja juga mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kekuatan otot *quadricep*. Uji perbedaan pengaruh antara *post-test* kelompok I dan kelompok II menggunakan *independent T test* didapatkan nilai $P=0,270$ ($P>0,05$) yang artinya tidak ada perbedaan signifikan antara hasil intervensi kelompok I dan II.

Tabel 2. Karakteristik jenis kelamin

Jenis kelamin	Kelompok I		Kelompok II		Total	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
Laki-laki	1	11,1%	3	33,3%	4	22,2%
Perempuan	8	88,9%	6	66,7%	14	77,8%
Total	9	100%	9	100%	18	100%

Tabel 3. Karakteristik usia

Usia (tahun)	Kelompok I	Kelompok II
Rata-rata	62,56	64,78
Minimum	55	57
Maksimum	68	75
Simpangan baku	4,33	6,98

Tabel 4. Perubahan nilai kekuatan otot

	Kelompok I				Kelompok II			
	Min	Max	Mean	Std. dev	Min	Max	Mean	Std. dev
Pre test	14,90	21,50	18,9333	2,35	16,55	25,81	19,4683	3,50
Post test	19,85	25,81	23,7117	2,03	18,20	27,95	22,2583	3,23

PEMBAHASAN

Blood flow restriction training (BFRT) merupakan metode latihan dengan membatasi sebagian aliran darah arteri yang masuk ke dalam otot dan sepenuhnya membatasi aliran darah vena yang keluar dari otot yang bekerja selama latihan untuk meningkatkan kekuatan otot (Scott *et al.*, 2015). Mekanisme peningkatan kekuatan otot dalam latihan menggunakan BFRT masih belum diketahui secara pasti. Namun ada beberapa teori yang dapat menjelaskan peningkatan kekuatan otot pada BFRT seperti adanya akumulasi zat sisa metabolisme disekitar otot yang dilatih sebagai bentuk respon adaptif terhadap hipoksia lokal (Jardim *et al.*, 2022). Akumulasi zat sisa ini didapatkan dari pemasangan *pressure cuff* untuk membatasi aliran darah sehingga menciptakan ketidakseimbangan dalam homeostasis otot yang berkontraksi selama latihan. serta menyebabkan stress pada jaringan otot dan semua jaringan disekitarnya sehingga jaringan otot mencoba merespons dengan beradaptasi. Dalam hal ini meningkatkan sinyal dari sintesis protein otot dihasilkan, yang nantinya mendukung proses pembentukan protein otot baru. Selain itu pengaplikasian BFRT pada Latihan juga akan mengaktifkan dan menstimulasi *fast twitch fiber* atau serabut otot tipe 2 secara adekuat hanya dengan latihan menggunakan beban ringan karena adanya akumulasi zat sisa metabolik, seperti peningkatan akumulasi asam laktat serta rendahnya kadar oksigen yang masuk kedalam otot yang bekerja. Dalam hal ini serabut otot tipe I atau *slow*

twitch fibers tidak mendapatkan pasokan oksigen yang cukup dan menyebabkan *slow twitch fibers* lebih cepat lelah dan perlu untuk mengaktifkan *fast twitch fibers*, seperti yang terjadi ketika latihan dengan beban berat untuk meningkatkan kekuatan otot. (Lloret 2022).

Manfaat latihan dengan BFRT juga dapat dijelaskan oleh adanya proliferasi sel satelit yang merupakan sel multipoten dalam jaringan ikat otot yang bertanggungjawab untuk pertumbuhan dan regenerasi otot. Sel-sel satelit pada dasarnya hanya aktif berproliferasi ketika latihan dengan menggunakan beban berat, namun pada latihan dengan BFRT menggunakan beban ringan proliferasinya juga meningkat, dengan peningkatan terkait sintesis protein otot, kandungan myonuklei, ukuran myofiber, dan kekuatan otot (Cognetti *et al.*, 2022).

BFRT memiliki banyak variasi dosis yang telah diteliti, namun dosis dan durasi latihan yang paling efektif dalam menggunakan BFRT dan LLRT masih belum jelas hingga saat ini. Penelitian menunjukkan bahwa latihan selama 4 minggu menggunakan kombinasi BFRT dan LLRT memberikan hasil yang cukup untuk mendapatkan peningkatan kekuatan otot namun perbedaannya tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan pemberian LLRT saja seperti hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Segal *et al.*, tahun 2015 dengan memberikan dosis intervensi sebanyak 3x/minggu selama 4 minggu. Hal tersebut semakin diperkuat dari hasil temuan penelitian ini yang memberikan bukti bahwa penambahan lamanya intervensi menggunakan BFRT dan *low load resistance training* mungkin diperlukan untuk mendapatkan peningkatan kekuatan otot *quadriceps* yang lebih signifikan bila dibandingkan dengan *low load resistance training* saja. Seperti penelitian Ferraz *et al.*, tahun 2017 dengan memberikan intervensi selama 12 minggu yang bukan hanya meningkatkan kekuatan otot saja namun juga memiliki pengaruh yang lebih signifikan pada kekuatan otot bila dibandingkan dengan kelompok yang hanya mendapat intervensi berupa *low load resistance training* saja.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian *blood flow restriction training* dan *low load resistance training* sama-sama mempunyai meningkatkan kekuatan otot *quadriceps*, namun penambahan *blood flow restriction training* dalam *low load resistance training* tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan otot *quadriceps*

DAFTAR PUSTAKA

- Cognetti, D. J., Shean, A. J., & Owens, J. G. (2022). Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e71–e76. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.025>
- Ferraz, R. B., Gualano, B., Rodrigues, R., Kurimori, C. O., Fuller, R., Lima, F. R., De Sá-Pinto, A. L., & Roschel, H. (2018). Benefits of resistance training with blood flow restriction in knee osteoarthritis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(5), 897–905.
- Ferlito, J. V., Pecce, S. A. P., Oselame, L., & De Marchi, T. (2020). The blood flow restriction training effect in knee osteoarthritis people: a systematic review and meta-analysis. In *Clinical Rehabilitation* (Vol. 34, Issue 11, pp. 1378–1390). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/0269215520943650>

- Grantham, B., Korakakis, V., & O'Sullivan, K. (2021). Does blood flow restriction training enhance clinical outcomes in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. In *Physical Therapy in Sport* (Vol. 49, pp. 37–49). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.pts.2021.01.014>
- Jardim, R. A. C., de Sousa, T. S., dos Santos, W. N. N., Matos, A. P., & Iosimuta, N. C. R. (2022). Blood flow restriction with different load levels in patients with knee osteoarthritis: protocol of a randomized controlled trial. *Trials*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-022-05998-3>
- Katz, Jeffrey N., Arant, Kaetlyn R., Loeser, Richard F. (2022). Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *Journal of the American Medical Association*, 325(6): 568–578, doi:10.1001/jama.2020.22171
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia/Kemenkes RI. (2018). Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* (p. 674). http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf
- Lloret, T. (2022). *Blood Flow Restriction Training*.
- McNair, P. J., Colvin, M., & Reid, D. (2011). Predicting maximal strength of quadriceps from submaximal performance in individuals with knee joint osteoarthritis. *Arthritis Care and Research*, 63(2), 216–222. <https://doi.org/10.1002/acr.20368>
- Merchán, E. C. R., Cardero, P. G. (2020). *Comprehensive treatment of knee osteoarthritis*. Springer, Switzerland
- Nugraha, A. (2017). *Prinsip Latihan Osteoarthritis*. 44(2), 149–153.
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 10, Issue MAY). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Primorac, D., Molnar, V., Rod, E., Jeleč, Ž., Čukelj, F., Matišić, V., Vrdoljak, T., Hudetz, D., Hajsok, H., & Borić, I. (2020). Knee osteoarthritis: A review of pathogenesis and state-of-the-art non-operative therapeutic considerations. *Genes*, 11(8), 1–35. <https://doi.org/10.3390/genes11080854>
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. *Sports Medicine*, 45(3), 313–325. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
- Segal, N., Davis, M. D., & Mikesky, A. E. (2015). Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, 6(3), 160–167.
- Weakley, J., Schoenfeld, B. J., Ljungberg, J., Halson, S. L., & Phillips, S. M. (2023). Physiological Responses and Adaptations to Lower Load Resistance Training: Implications for Health and Performance. *Sports Medicine - Open*. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00578-4>
- Wood, T. M., Maddalozzo, G. F., & Harter, R. A. (2002). Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6(2), 67–94. https://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0602_1