

Beda Pengaruh Antara Latihan *Open Kinetic Chain* Dan Latihan Isometrik Pada Otot Quadriceps Terhadap Penurunan Nyeri Penderita Osteoarthritis Knee

Open Kinetic Chain Exercises And Isometric Exercises In The Quadriceps Muscles On The Decrease Pain In Patients With Knee Osteoarthritis

*Pajar Haryatno, Maryono, Nitaya Putri

Poltekkes Kemenkes Surakarta, Indonesia

Email Korespondensi: pjr.fisio@gmail.com

Diterima: 14 Maret 2023

Direvisi: 24 Okt 2023

Disetujui: 11 Sept 2023

Dipublikasikan: 17 Nov 2023

ABSTRAK

Kerusakan struktur sendi pada kasus osteoarthritis lutut akan menstimulasi mekanoreseptor menghantarkan informasi sensoris yang abnormal. Pada akhirnya menyebabkan penurunan kontraksi volunter otot quadriceps femoris yang diikuti oleh penurunan kekuatan otot quadriceps femoris. Penurunan kekuatanotot quadriceps femoris juga mempengaruhi nyeri saat beraktivitas pada penderita osteoarthritis lutut. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan pengaruh latihan *open kinetic chain* (OKC) dan latihan isometrik terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis *knee*. Penelitian dengan *two group pre and post test design*. Subjek penelitian ini merupakan pasien dengan kondisi nyeri lutut osteoarthritis yang berjumlah 40 orang yang terbagi menjadi 2 kelompok sehingga tiap kelompok berjumlah 20 orang. Intervensi dilakukan seminggu 3 kali sebanyak 12 kali latihan. Pengukuran nyeri dilakukan di awal dan akhir setelah seluruh program perlakuan selesai. Alat ukur pada penelitian ini menggunakan VAS. Hasil uji beda *pre* dan *post-test* pada kelompok OKC dan isometrik menggunakan uji wilcoxon dan didapatkan hasil $p=0,000$ ($p<0,05$). Adapun hasil uji beda *post-post* kelompok OKC dan isometrik menggunakan uji mann-whitney dan didapatkan hasil $p=0,01$ ($p<0,05$). Mean kelompok I : 2 dan mean kelompok II : 1. Latihan *open kinetic chain* lebih efektif dari pada latihan isometrik terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut.

Kata Kunci: Latihan *open kinetic chain*, latihan isometrik, osteoarthritis lutut, VAS

ABSTRACT

Damage to the structure of the joint in cases of osteoarthritis of the knee will stimulate mechanoreceptors to transmit abnormal sensory information. It ultimately leads to a decrease in the voluntary contraction of the quadriceps femoris muscle followed by a decrease in the strength of the quadriceps femoris muscle. The decrease in muscle strength of quadriceps femoris also affects pain during activities in people with osteoarthritis of the knee. To determine the difference in the effect of open kinetic chain (OKC) exercises and isometric exercises on pain reduction in patients with osteoarthritis knee. Research with two groups of pre and post test design. The subjects of this study were patients with osteoarthritis knee pain conditions totaling 40 people divided into 2 groups so that each group numbered 20 people. The intervention is carried out 3 times a week as many as 12 exercises. Pain measurement is carried out at the beginning and end after the entire treatment program is completed. The measuring instrument in this study used VAS. Pre- and post-test test results in OKC and isometric groups using wilcoxon assays and obtained results $p = 0.000$ ($p<0.05$). The results of the post-post test of the OKC and isometric groups used the mann-whitney test and obtained the results of $p = 0.01$ ($p<0.05$). Open kinetic chain exercises have an effect on reducing pain in patients with knee osteoarthritis.

Keywords: Open kinetic chain exercises, isometric exercises, osteoarthritis, VAS

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi akan berdampak langsung pada bidang kesehatan yang dapat mempengaruhi peningkatan usia harapan hidup. Peningkatan usia harapan hidup mengubah struktur penduduk secara keseluruhan, menjadikan komposisi penduduk lanjut usia bertambah dengan pesat baik di negara maju maupun negara berkembang.

Setiap individu pasti berharap berusia panjang dan selalu dalam kondisi sehat. Akan tetapi sistem di dalam tubuh akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya usia, sehingga dengan turunnya sistem di dalam tubuh maka menimbulkan permasalahan degeneratif maupun non degeneratif. Pada era globalisasi saat ini banyak perilaku dan perubahan gaya hidup masyarakat menjadi modern yang dikarenakan adanya kemajuan teknologi. Dengan beragam fasilitas modern yang muncul menyebabkan aktivitas fisik berkurang, pola makan yang tidak terkendali karena beragam produk makanan cepat saji dan tidak sehat, serta kebiasaan begadang dan tidur larut malam, dan adanya paparan radikal bebas merupakan faktor yang bisa mengakibatkan perubahan tubuh secara tidak disadari sehingga menjadi pemicu timbulnya penyakit degeneratif (Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., 2012)

Penyakit osteoarthritis merupakan suatu penyakit degeneratif sendi yang biasa terjadi pada bagian tangan, panggul, dan lutut, sehingga bisa disimpulkan bahwa osteoarthritis lutut merupakan osteoarthritis yang menyerang pada sendi lutut (Cahyaningtyas, 2019). Menurut (Huang, Guo, Xu, & Zhao, 2018) Osteoarthritis merupakan suatu bentuk penyakit arthritis yang menyebabkan timbulnya nyeri dan kecacatan pada usia lanjut. Dimana sendi yang sering terkena adalah sendi yang banyak menumpu beban pada saat melakukan aktivitas seperti sendi tulang belakang, sendi pinggul, sendi lutut, sendi pergelangan kaki dan sendi jari-jari. Sendi lutut merupakan sendi yang paling sering terkena osteoarthritis, dimana gejala yang timbul pada osteoarthritis lutut yaitu berupa nyeri sendi, kekakuan saat gerak dan akan menyebabkan kemampuan fungsionalnya turun.

Dari hasil survei *Centres for Disease Control and Prevention* pada tahun 2013-2015 ditemukan lebih dari 54,4 juta penduduk usia 60 tahun keatas mengalami osteoarthritis lutut, angka kejadian pada Wanita lebih tinggi (23,5%) dari pada laki-laki (18,1%). Kejadian osteoarthritis lutut pada lanjut usia diperkirakan akan meningkat 78,5 juta pada tahun 2040, hal ini dikarenakan umur harapan hidup dan jumlah penduduk lanjut usia yang semakin meningkat (Barbour, Helmick, Boring, & Brady, 2017). Berdasarkan data dari Riskesdas tahun 2018 angka kejadian penyakit sendi termasuk osteoarthritis di Indonesia tercatat sebesar 7,3%. Dimana angka kejadian osteoarthritis lutut mencapai 3.1% pada usia 25-34 tahun, 6.3% pada usia 35-44 tahun, 11.1% pada usia 45-54 tahun, 15.5% pada usia 55-64 tahun, dan 18,6% pada usia 65-74 tahun.

Munculnya keluhan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut ternyata berhubungan dengan kekuatan otot quadriceps pada penderita tersebut. Jika kekuatan otot quadriceps pada penderita osteoarthritis lutut kuat, maka keluhan nyeri yang muncul akan lebih sedikit dibandingkan dengan keluhan nyeri yang muncul pada penderita osteoarthritis lutut dengan kekuatan otot quadriceps yang lemah. Hal ini dikarenakan otot quadriceps yang lemah akan menyebabkan berkurangnya stabilitas pada sendi lutut. Turunnya stabilitas sendi lutut akan berdampak pada proses penerimaan beban dari tubuh ke lutut menjadi tidak adekuat. Dengan tidak adekuatnya pembebanan maka pada saat aktivitas dinamis akan menyebabkan tulang kartilago lutut tergerus. Reaksi radang akan terjadi jika pada tulang kartilago tergerus terus menerus, sehingga radang ini akan menstimulasi nosiseptor sendi lutut, dan akhirnya akan timbul rasa nyeri (Becker, Berth, Nehring, & Awiszus, 2004)

Penderita osteoarthritis lutut yang mengalami penurunan kekuatan otot quadriceps akan menimbulkan permasalahan nyeri, sehingga keluhan nyeri ini akan bisa menurunkan kemampuan fungsionalnya. Nyeri merupakan gejala utama terbesar pada sendi yang mengalami osteoarthritis. Keluhan nyeri akan bisa mengganggu aktifitas sehari-hari dan menimbulkan efek sosial-ekonomi yang berat (Xie et al., 2018).

Upaya fisioterapi yang bisa dilakukan untuk menangani masalah akibat Osteoarthritis lutut adalah dengan modalitas seperti *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)*, *Short Wave Diathermy (SWD)*, *Infrared*, dan *Ultrasound* (Jamtvedt et al., 2008).

Penelitian ini menggunakan intervensi berupa latihan penguatan yaitu latihan *open kinetic chain* otot quadriceps dan latihan isometrik otot quadriceps untuk menangani masalah akibat osteoarthritis lutut. Pemberian latihan pada penderita osteoarthritis lutut merupakan metode penanganan non operatif yang paling efektif digunakan dan memberikan efek besar dalam

menurunkan nyeri jikadibandingkan dengan tindakan non operatiflainnya. *Open kinetic chain* merupakan suatu latihan yang berfokus pada satu gerakan sendi, dimana segmen bagian distal bergerak dan segmen bagian proksimal tetap (Kisner, Caroline; Colby, 2007). Latihan ini mempunyai kelebihan dalam meningkatkan lingkup gerak sendi, meningkatkan kekuatan otot Quadriceps dan otot hamstring, dimana otot tersebut sebagai salah satu komponen dalam menstabilkan sendi lutut yang akan berprogres dalam perbaikan pola jalan sehingga keluhan rasa nyeri akan berkurang. Dimana latihan ini akan memberikan rangsangan stimulasi mekanik yang menginduksi jaringan kartilago untuk proses perbaikan sehingga akan mencegah inaktif gerakan sendi lutut (Mora, Przkora, & Cruz-Almeida, 2018). Sedangkan latihan isometrik otot quadriceps adalah suatu jenis latihan statik kontraksi dimana saat kontraksi otot melawan tahanan tidak terjadi perubahan panjang otot dan tidak diikuti pergerakan sendi. Pada saat latihan isometrik, gerakan yang dilakukan akan menghasilkan kekuatan otot tanpa perubahan panjang otot dan tidak menyebabkan gerakan pada sendi yang sakit. Latihan isometrik sangat baik dan sesuai digunakan bagi penderita yang tidak dapat mentoleransi gerakan sendi berulang seperti pada kondisi osteoarthritis lutut (Kisner, Caroline; Colby, 2007)

Berdasarkan penelitian (Ng et al., 2022) dengan jumlah subyek 66 orang dan dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan (*open kinetic chain*, *close kinetic chain* dan kelompok kontrol) pada penderita osteoarthritis lutut, dimana hasil akhir penelitian menunjukkan kelompok yang diberikan *open kinetic chain* ataupun *close kinetic chain* mengalami penurunan nyeri dan peningkatan kemampuan fungsional dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Xie et al., 2018) latihan isometrik otot quadriceps signifikan dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan kemampuan fungsional pada penderita osteoarthritis lutut. Sedangkan berdasarkan penelitian (Anwer & Alghadir, 2014) latihan isometrik otot quadriceps efektif dalam penurunan nyeri dan peningkatan kemampuan fungsional pada penderita osteoarthritis lutut. Latihan *open kinetic chain* dan Latihan isometrik pada otot quadriceps sama-sama dapat menurunkan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut, namun karena kedua latihan tersebut mempunyai bentuk latihan yang berbeda pada perlakuan otot quadriceps maka peneliti ingin membuktikan efektifitas dari kedua Latihan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di RS Mitra Plumbon Cirebon dengan nomor hasil lolos uji etik adalah No. 4881/B.2/KEPK-FKUMS/V/2022. Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimental* yaitu *two group pre and post test design*, karena ada 2 kelompok yang diambil secara random dengan nomor ganjil genap sebagai subjek penelitian. Pada penelitian ini membandingkan pengaruh latihan *open kinetic chain* otot quadriceps dengan latihan isometrik otot quadriceps terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut. Kelompok satu subjek penelitian diberikan intervensi terapi latihan *open kinetic chain* dengan frekuensi 3 kali seminggu selama 4 minggu dan kelompok dua subjek penelitian diberikan isometrik otot quadriceps dengan frekuensi 3 kali seminggu selama 4 minggu.

Penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah penggunaan latihan *open kinetic chain* quadriceps. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah nyeri pada penderita osteoarthritis lutut.

Definisi operasional dalam penelitian ini antara lain : (1) Osteoarthritis lutut adalah penyakit degeneratif yang menyerang persendian lutut yang telah didiagnosa oleh dokter pada catatan medis dan terdapat keluhan peningkatan nyeri saat aktivitas jalan, (2) Nyeri Adalah pengalaman sensoris dan emosional yang tidak menyenangkan akibat kerusakan jaringan, baik aktual maupun potensial atau yang digambarkan dalam bentuk kerusakan tersebut, sehingga nyeri bisa bervariasi berdasarkan intensitasnya, kualitasnya, durasi dan perjalanannya, (3) Latihan *Open kinetic chain* adalah suatu jenis latihan *resistance exercise* dimana bagian distal dari segmen yang akan dilatih bisa bergerak bebas dan tidak melibatkan pergerakan pada sendi disekitarnya, (4) Latihan isometrik adalah suatu bentuk latihan statis yang membuat otot berkontraksi dan menghasilkan

gaya tanpa perubahan yang berarti pada panjang otot dan tanpa adanya pergerakan sendi.

Prosedur pengukuran variable dalam penelitian ini adalah : (1) pengukuran awal yang dilakukan oleh tim fisioterapi dengan cara subjek diminta berjalan sejauh 10 meter kemudian diukur keluhan nyerinya dengan menggunakan VAS, (2) setelah perlakuan, dilakukan pengukuran akhir yang dilakukan oleh tim fisioterapi dengan cara subjek diminta berjalan sejauh 10 meter kemudian diukur keluhan nyerinya dengan menggunakan VAS. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Program pelaksanaan perlakuan satu maupun perlakuan dua dilakukan sebanyak 3 kali seminggu selama 4 minggu atau dengan total 12 kali terapi.

Uji beda pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali yaitu : (1) uji beda *pre test* dan *post test* pada kelompok perlakuan satu memakai uji *Wilcoxon*, (2) uji beda *pre test* dan *post test* pada kelompok II menggunakan uji *Wilcoxon*, (3) uji beda antara *post test* kelompok I dan II menggunakan uji *mann-whithney*. Adanya perbedaan efektifitas antara kelompok satu dan dua dapat digunakan sebagai penentu teknologi yang lebih efektif terhadap penurunan nyeri pada pasien osteoarthritis. Teknologi tersebut bisa dikatakan lebih efektif juga dapat dilihat dari hasil selisih *mean* antara kelompok satu dan dua, dimana nilai *mean* yang lebih besar menunjukkan teknologi tersebut lebih efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik subjek berdasarkan jenis kelamin

Karakteristik subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin pada penelitian ini yaitu, pada kelompok I terdapat 1 orang berjenis kelamin laki-laki (5%) dan 19 orang berjenis kelamin perempuan (95%) dan pada kelompok II terdapat 1 orang berjenis kelamin laki-laki (5%) dan 19 orang berjenis kelamin perempuan (95%).

Jenis Kelamin	Kelompok I (OKC)		Kelompok II (Isometrik)	
	(n)	%	(n)	%
Laki-laki	1	5	1	5
Perempuan	19	95	19	95
Jumlah	20	100	20	100

Sumber: Data Primer 2022

2. Karakteristik subjek berdasarkan usia

Karakteristik subjek penelitian berdasarkan usia pada penelitian ini yaitu, kelompok I memiliki rerata usia 54 tahun dengan simpangan baku 8,506. Usia minimal pada kelompok I 36 tahun dan usia maksimal 73 tahun, sedangkan pada kelompok II memiliki rerata usia 53 tahun dengan simpangan baku 8,069.

3. Karakteristik subjek berdasarkan indeks massa tubuh (IMT)

Karakteristik subjek berdasarkan IMT didapati hasil yaitu, pada kelompok I memiliki rerata IMT 28 Kg/m² dengan simpangan baku 5,623 Sedangkan kelompok II memiliki rerata IMT 28 Kg/m² dengan simpangan baku 5,539.

4. Uji Pengaruh Kelompok I dan Kelompok II.

Pada uji hipotesis menggunakan uji *wilcoxon* dikarenakan tidak memenuhi syarat parametrik. Pada pengaruh pemberian latihan *open kinetic chain* (OKC) kelompok I didapatkan hasil $p < 0,05$ yang bermakna terdapat pengaruh signifikan terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut serta pada pemberian latihan isometrik kelompok II didapatkan hasil $p < 0,05$ yang bermakna terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis.

5. Uji Beda Pengaruh Kelompok 1 dan Kelompok II

Pada uji beda pengaruh pemberian latihan *open kinetic chain* (OKC) kelompok I dan latihan isometrik kelompok II didapatkan hasil $p < 0,05$ yang bermakna terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut.

6. Uji penentuan latihan yang lebih efektif

Pada uji ini dilakukan dengan membandingkan selisih *mean* dari masing masing kelompok. Pada kelompok I didapatkan selisih mean sebesar 2 dan pada kelompok II didapatkan selisih mean sebesar 1 sehingga dapat diartikan bahwa pemberian latihan *open kinetic chain* lebih efektif dibandingkan latihan isometrik terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut.

Latihan *open kinetic chain* dapat memberikan dampak penurunan nyeri disebabkan pula adanya mobilisasi sendi lutut. Berdasarkan penelitian dengan judul “*Joint Mobilization Enhances Mechanismes of Condition Pain Modulation in Individuals With Osteoarthritis of The Knee*” yang dilakukan (Courtney, Steffen, Fernández-De-Las-Peñas, Kim, & Chmell, 2016) bahwa mobilisasi sendi dapat menurunkan modulasi nyeri secara langsung pada saraf pusat. Sehingga mobilisasi yang diberikan dalam latihan *open kinetic chain* otot quadriceps pada penderita osteoarthritis lutut akan mencegah inaktif gerakan dari sendi lutut dan merangsang stimulasi mekanik yang menginduksi jaringan sehingga nyeri akan berkurang.

Pada latihan *open kinetic chain* dilakukan pada posisi *Non-Weight Bearing* (tidak menumpu berat badan) dan memberikan efek terapeutik untuk meningkatkan kemampuan otot secara individual dimana individual ini adalah kontraksi pada salah satu otot saja, Pada saat berlangsungnya latihan *open kinetic chain* kontrol gerakan yang terjadi akan lebih baik karena pergerakan sendi yang terjadi hanya satu, sehingga ketika dilakukan pengukuran akhir penelitian bahwa nilai nyeri cenderung menurun dan aktivitas fungsional penderita lebih nyaman.

Latihan isometrik quadriceps suatu bentuk latihan statis yang membuat otot berkontraksi dan menghasilkan gaya tanpa perubahan yang berarti pada panjang otot dan tanpa adanya pergerakan sendi, sehingga memberikan efek terapeutik untuk meningkatkan kekuatan otot tersebut. Peningkatan otot quadriceps ini terjadi pada saat kontraksi isometrik dilakukan ketika otot panjang saat berkontraksi dan saat istirahat, sehingga terjadi perbaikan kekuatan otot tersebut. Peningkatan kekuatan otot quadriceps ini akan memberikan peningkatan stabilitas sendi lutut serta pola gerak artrokinematika, sehingga akan mengurangi keluhan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut (Kisner, Caroline; Colby, 2007)

Dengan latihan isometrik pada otot quadriceps maka sensitivitas *muscle spindle* dan reflek inhibisi otot quadriceps juga meningkat sehingga kontraksi volunter ototnya akan meningkat. Peningkatan kontraksi volunter otot yang terjadi akan menyebabkan peningkatan kekuatan otot quadriceps. Hal ini akan menyebabkan peningkatan proteksi sendi, maka kerusakan struktur pelindung sendi yang utama yaitu tulang rawan sendi dan terbentuknya osteofit pada tepi sendi yang bisa mengiritasi ujung saraf nosiseptor bisa dicegah dan nyeri bisa berkurang (Kuntono, 2011).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh latihan *open kinetic chain* dengan latihan isometrik hal ini dibuktikan dengan hasil uji hipotesa *Mann-Whitney* $p < 0,05$. Perbedaan pengaruh ini juga disebabkan komponen gerakan yang memicu munculnya gerakan dari dua latihan tersebut berbeda. Dimana pada latihan *open kinetic chain* otot quadriceps, tetapi otot fleksor hip juga bergerak membantu meningkatkan stabilitas sendi, Mekanisme lainnya yang mendasari berkaitan dengan aktivasi motor neuron menutup substansi gelatinosa pada *posterior horn cells* di medulla spinalis (PHC) terdampak lebih banyak sehingga mekanisme transduksi serta modulasi nyeri bisa di inhibisi lebih banyak lagi. serta lubrikasi yang terjadi saat proses gerakan terjadi menurunkan gesekan artrokinematika lutut sehingga menyebabkan rasa nyeri berkurang (Kuntono, 2011).

Pada latihan *open kinetic chain* (OKC) pada jaringan yaitu mengubah lingkungan lokal pada serabut matriks yang tidak beraturan melalui gerak antar persendian secara perlahan yang akan menstimulasi *mechano growth* faktor karena terjadinya peningkatan lubrikation sebagai syarat meningkatnya jumlah zat plastin, zat plastin sebagai prekursor perangsang glucosaminoglycans (GAG's). Zat plastin ini berfungsi sebagai pengganti jaringan baru yang terdiri atas kandungan asam amino protein yang akan disintesis dengan fasilitasi gerak perlahan yang akan mengurai

endapan dan akan terbentuk jarak baru untuk mengatur sintesis kolagen, yang bertujuan menurunkan *adhesive* abnormal formasi (kekakuan). Melalui peningkatan kontraktibilitas protein dan sistem okidasi pada *muscle belly* quadriceps, ditandai dengan meningkatnya pasokan oksigen otot sebagai awal terjadinya peningkatan metabolisme dan perbaikan jaringan dengan produksi jaringan yang baru serta perbaikan pada tulang rawan maka akan menurunkan nyeri, sedangkan pada latihan isometrik tidak terdapat fasilitasi gerak sendi yang tidak menstimulasi *mechano growth factor* hanya berkaitan dengan mekanisme kontraksi otot yang berdampak pada kekuatan otot dan stabilitas sendi lutut (Susilawati, Tirtayasa, & Lesmana, 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian tentang “Beda Pengaruh Antara Latihan *Open Kinetic Chain* Dan Latihan Isometrik Pada Otot Quadriceps Terhadap Penurunan Nyeri Penderita Osteoarthritis Lutut” yang dilaksanakan di Rumah Sakit Mitra Plumbon, Kabupaten Cirebon pada 18 Oktober sampai dengan 12 November dengan melibatkan subjek 40 orang, didapatkan hasil yaitu (1) terdapat pengaruh latihan *open kinetic chain* otot quadriceps terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut, (2) terdapat pengaruh latihan isometrik otot quadriceps terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut, (3) terdapat beda pengaruh latihan *open kinetic chain* quadriceps dan latihan isometrik otot quadriceps terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut serta (4) latihan *open kinetic chain* otot quadriceps lebih berpengaruh dan efektif dari pada latihan otot quadriceps terhadap penurunan nyeri penderita osteoarthritis lutut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwer, S., & Alghadir, A. (2014). Effect of isometric quadriceps exercise on muscle strength, pain, and function in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled study. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 745–748. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.745>
- Barbour, K. E., Helmick, C. G., Boring, M., & Brady, T. J. (2017). Vital Signs: Prevalence of Doctor-Diagnosed Arthritis and Arthritis-Attributable Activity Limitation — United States, 2013–2015. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 66(9), 246–253. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6609e1>
- Becker, R., Berth, A., Nehring, M., & Awiszus, F. (2004). of the Knee. *Clin Orthop*, 22, 768–773. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2003.11.004>
- Cahyaningtyas. (2019). Gambaran Pengetahuan Keluarga Tentang Cara Penanganan Radang Sendi (Osteoarthritis) Di Komunitas. *ABA Journal*, 102, 24–25.
- Courtney, C. A., Steffen, A. D., Fernández-De-Las-Peñas, C., Kim, J., & Chmell, S. J. (2016). Joint mobilization enhances mechanisms of conditioned pain modulation in individuals with osteoarthritis of the knee. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 46(3), 168–176. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6259>
- Huang, L., Guo, B., Xu, F., & Zhao, J. (2018). Effects of quadriceps functional exercise with isometric contraction in the treatment of knee osteoarthritis. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 21(5), 952–959. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.13082>
- Jamtvedt, G., Dahm, K. T., Christie, A., Moe, R. H., Haavardsholm, E., Holm, I., & Hagen, K. B. (2008). Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: An overview of systematic reviews. *Physical Therapy*, 88(1), 123–136. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070043>

Kisner, Caroline; Colby, L. A. (2007). Therapeutic Exercise. In *Nucl. Phys.* (Vol. 13).

Kuntono, H. P. (2011). *Nyeri Secara Umum dan Osteoarthritis Lutut dari Aspek Fisioterapi*. Universitas Muhammadiyah Press.

Mora, J. C., Przkora, R., & Cruz-Almeida, Y. (2018). Knee osteoarthritis: Pathophysiology and current treatment modalities. *Journal of Pain Research*, 11, 2189–2196. <https://doi.org/10.2147/JPR.S154002>

Ng, W. H., Jamaludin, N. I., Sahabuddin, F. N. A., Ab Rahman, S., Ahmed Shokri, A., & Shaharudin, S. (2022). Comparison of the open kinetic chain and closed kinetic chain strengthening exercises on pain perception and lower limb biomechanics of patients with mild knee osteoarthritis: a randomized controlled trial protocol. *Trials*, 23(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06153-8>

Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & J. R. B. (2012). *Campbell Biology* (9th ed.). Benjamin Cummings, USA.

Susilawati, I., Tirtayasa, K., & Lesmana, I. (2015). Sport and Fitness Journal. *Latihan Closed Kinetic Chain Lebih Baik Daripada Open Kinetic Chain Untuk Meningkatkan Kemampuan Fungsional Pada Osteoarthritis Lutut Setelah Pemberian MWD Dan TENS*, 3(1), 26–34.

Xie, Y., Zhang, C., Jiang, W., Huang, J., Xu, L., Pang, G., ... Wang, J. (2018). Quadriceps combined with hip abductor strengthening versus quadriceps strengthening in treating knee osteoarthritis: A study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2041-7>

© 2023 Pajar Haryatno dibawah Lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 Internasional License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)