

EFEKTIFITAS *QUADRICEPS ISOMETRIC STRENGTHENING* KOMBINASI *HAMSTRING STATIC STRETCHING* MENINGKATKAN AKTIVITAS FUNGSIONAL PENDERITA *OSTEOARTHRITIS KNEE* DI RS DR SOEPRAOEN KOTA MALANG

Rr. Retno Tri Handini, Achmad Fariz, Retno Dewi Priskusanti, Agung Hadi Endaryanto
Prodi Fisioterapi; Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS.dr. Soepraoen Malang
Jalan Supriadi No. 22 Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email : rr.hanysa3@gmail.com

ABSTRAK

Nyeri, kekakuan otot, dan penurunan kekuatan *quadriceps* merupakan prediktor utama dalam menurunkan aktivitas fungsional *knee osteoarthritis*. Latihan yang direkomendasikan untuk meningkatkan kekuatan otot dan fleksibilitas otot sehingga terjadi peningkatan kemampuan fungsional adalah *quadriceps isometric strengthening* dan *stretching hamstring*. Studi ini untuk mengkombinasikan kedua teknik latihan tersebut. Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperimen* menggunakan *pre-post test one group design*, dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2021 di RS. Tingkat II dr. Soepraoen Malang. Jumlah populasi dalam penelitian ini adalah 35 orang pasien *osteoarthritis*, dengan teknik pengambilan sampel secara acak dengan usia responden 55-65 tahun, baik laki-laki dan perempuan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, sehingga didapatkan sampel sejumlah 20 orang. Penelitian menggunakan alat ukur *Western Ontario* dan *McMaster Questionnaire Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)* untuk menilai kemampuan fungsional penderita *knee osteoarthritis*. Dosis *quadriceps isometric strengthening exercise* dilakukan dengan tahanan 6-10 detik/set, jeda 5 detik, 8 set 3 kali repetisi. *Hamstring stretching* dengan tahanan 6-10 detik/set, jeda 5 detik, 8 set 3 kali repetisi, yang masing-masing dilakukan selama 2 minggu sebanyak 6 kali *treatment*. Penelitian ini menggunakan uji *Wilcoxon*, dengan hasil median *pre-* dan *post-test* masing-masing 70.50 dan 50.00 dengan nilai signifikansi $0,00 < 0,05$. Maka disimpulkan bahwa, efektivitas pemberian *quadriceps isometric exercise* kombinasi *hamstring stretching* pada peningkatan aktivitas pada kasus *knee osteoarthritis*.

Kata kunci : *quadriceps isometric strengthening, stretching hamstring, knee osteoarthritis*

ABSTRACT

Pain, muscle stiffness, and decreased quadriceps strength are the main predictors of decreasing functional activity of knee osteoarthritis. One of the physiotherapy treatments is the provision of exercise. The recommended exercises for improving functional ability are quadriceps isometric strengthening and stretching hamstrings. This study sought to combine the two exercise techniques. This type of research is a quasi-experimental using a pre-post test one group design, and was conducted from May to August 2021 at the Level II Hospital dr. Soepraoen in Malang. The population of osteoarthritis patients was 35 people with random sampling technique, with respondents aged 55-65 years both male and female, who had met the inclusion and exclusion criteria. Thus, the number of samples obtained was 20 people using Western Ontario and McMaster Questionnaire Universities Osteoarthritis measuring instruments Index (WOMAC). The dose of Quadriceps isometric strengthening exercise is performed with a resistance of 6-10 seconds/set, a pause of 5 seconds, 8 sets of 3 repetitions. Hamstring stretching with resistance 6-10 seconds/set, pause 5 seconds, 8 sets of 3 repetitions. This study used the Wilcoxon test, with the median pre and post results being 70.50 and 50.00, respectively, with a significance value of $0.00 < 0.05$. It was concluded that, giving a combination of quadriceps isometric exercise and hamstring stretching had an effect on increasing activity in cases of knee osteoarthritis.

Keywords : *quadriceps isometric strengthening, stretching hamstring, knee osteoarthritis*

PENDAHULUAN

Osteoarthritis (OA) knee sering diartikan adanya peradangan dan kerusakan kartilago sendi lutut yang diperkuat dengan pemeriksaan radiologis sesuai dengan klasifikasi *Kellgren-Lawrence* sehingga menyebabkan nyeri bagi penderitanya yang dalam jangka waktu yang lama dapat menurunkan kekuatan otot dan fleksibilitas pada otot *hamstring* (Cisternas et al., 2016). Studi epidemiologi di Amerika Serikat mengungkapkan

bahwa populasi *osteoarthritis knee* mempengaruhi 19% orang dewasa dengan rata-rata usia lebih dari 45 tahun (Wallace et al., 2017). Sedangkan prevalensi *osteoarthritis* di Indonesia, mencapai 5% pada usia 61 tahun (Marlina, 2015). Sebagai variabel prediktor utama yang mengakibatkan berkurangnya aktivitas fisik di era modern ini. Studi terbaru mengungkapkan bahwa diet modern yang kaya nutrisi karbohidrat olahan akan mempengaruhi kelebihan adipositas pada tubuh yang secara

langsung akan mempercepat *pathogenesis osteoarthritis knee* (Wallace et al., 2017). Selain itu, osteoarthritis menjadi salah satu penyebab kecacatan yang paling umum pada usia lanjut. Menurut N dan rekan-rekannya, terdapat tiga gangguan fisik utama, seperti nyeri, kekakuan otot, dan penurunan kekuatan *quadriceps*. Hal tersebut dapat berkontribusi dominan pada kecacatan fisik pada regio lutut. Salah satu gangguan fisik pada *osteoarthritis* adalah kelemahan otot pada otot *quadriceps* yang dapat mengurugi stabilitas sendi sehingga menghasilkan *stressor* yang lebih besar dan menambah beban sendi lutut. *Quadriceps muscle* juga berperan sebagai *shock absorber* yang meredam beban pada lutut (N, 2018).

Exercise therapy/terapi latihan secara efektif dapat mereduksi nyeri, mencegah atrofi otot dan meningkatkan fungsi motorik pada ekstremitas bawah (Huang et al., 2018). Sejak tahun 2004, studi skala besar tentang peningkatan kekuatan otot *quadriceps* menjadi perhatian utama dalam menjaga stabilitas sendi lutut. Silvia et al. (dalam Huang, 2018) menyatakan bahwa terapi latihan pada sendi lutut dapat meningkatkan keseimbangan dan mengurangi resiko jatuh pada wanita yang memiliki keluhan *osteoarthritis*. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian *quadriceps isometric exercise* memiliki efek klinis meningkatkan kekuatan otot dan stabilitas sendi (Huang et al., 2018). Sedangkan *stretching* merupakan latihan sederhana untuk mengatasi ketegangan serta kekakuan otot. *Stretching* akan melatih otot untuk mencapai derajat panjang dan fleksibilitas normal yang mempengaruhi pelebaran pembuluh kapiler di otot, sehingga sirkulasi darah yang lebih baik akan mengurangi penumpukan sampah metabolisme dan iritan, meningkatkan suplai oksigen pada sel otot, yang diyakini dapat mengurangi nyeri (Afia et al., 2018).

Penelitian sebelumnya membandingkan treatment *hamstring* dan *quadriceps strengthening* dalam penanganan osteoarthritis lutut. Terdapat empat puluh pasien dengan osteoarthritis lutut yang berusia 50-65 tahun dengan pada derajat *osteoarthritis* grade 2 and 3. dengan dosis 3kali/minggu selama 12 minggu yang dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama diberikan *hot therapy* dengan kombinasi *quadriceps* dan *hamstring strengthening*. Kelompok kedua *hot therapy* dengan kombinasi *quadriceps strengthening*. Mereka menyimpulkan bahwa *quadriceps* dan *hamstring strengthening* terbukti bermanfaat untuk meningkatkan nyeri lutut subjektif, menambah luas gerak sendi lutut dan mengurangi keterbatasan kinerja fungsional penderita *osteoarthritis* lutut (Al-Johani et al., 2014).

Sebuah studi untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi *kinesio taping*, *quadriceps strengthening* dan *hamstring stretching exercise* pada *patellofemoral pain* disimpulkan ketiga intervensi ini sangat efektif dalam menurunkan nyeri. Sehingga peneliti ingin mengetahui efektivitas kombinasi *quadriceps strengthening* dan *hamstring stretching exercise* pada kasus *knee osteoarthritis* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada kasus *knee osteoarthritis*. Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk menambah referensi ilmiah berbasis *evidence-based* di bidang fisioterapi.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* menggunakan *pre-post test one group design*, dan telah dilakukan pada bulan Mei hingga Agustus 2021 di RS. Tingkat II dr. Soepraoen Malang. Pada penelitian ini jumlah populasi pasien *osteoarthritis* sebanyak 35 orang dengan teknik pengambilan sampel secara acak. Kelompok usia responden 55-65 tahun baik laki-laki dan perempuan menjadi subjek utama penelitian ini. Selain itu penderita *osteoarthritis* yang memiliki grade OA tipe 1 dan 2 pada kriteria Kellgren dan Lawrence juga menjadi syarat studi ini. Akan tetapi jika populasi nyeri lutut dengan riwayat penyakit lain antaranya *chondro malaecia*, ruptur ligamen maupun tendon, *post-op replacement knee joint*, dan fraktur dijadikan sebagai kriteria eksklusi. Riwayat nyeri lutut akibat nyeri rujukan dari punggung bawah juga tidak dimasukkan pada penelitian ini. Sehingga jumlah sampel diperoleh sebanyak 20 orang dengan alat ukur *Western Ontario dan McMaster Kuesioner Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC).

WOMAC digunakan untuk mengevaluasi efek dari pengobatan nyeri dan kesulitan dengan aktivitas sehari-hari. Pasien menyelesaikan kuesioner tentang status sendi dalam 48 jam sebelumnya. Tidak ada kesulitan yang diberi skor 0, ringan 1, sedang 2, 3 dan ekstrim 4; kemudian dihitung skor totalnya. Bagian pertama dari kuesioner menilai tingkat nyeri dengan : (i) berjalan datar; (ii) berjalan naik turun tangga; (iii) tidur di malam hari; (iv) transfer duduk atau berbaring dan; (v) berdiri. Bagian kedua menilai kekakuan sendi lutut: (i) saat bangun di pagi atau; (ii) saat duduk atau saat istirahat. Ketiga menilai aktivitas fungsional sehari-hari : (i) saat berjalan menuruni tangga; (ii) berjalan menaiki tangga; (iii) transfer duduk ke berdiri; (iv) berdiri; (v) membungkuk ke depan; (vi) berjalan datar; (vii) masuk atau keluar dari mobil atau masuk di dalam atau di luar bus; (viii) belanja; (ix) mengenakan *stocking*; (x) bangun dari tempat tidur; (xi) melepas *stocking*; (xii) berbaring di tempat tidur; (xiii) masuk atau keluar dari bak mandi, (xiv) duduk; (xv) naik atau turun

dari toilet; (xvi) melakukan pekerjaan rumah yang berat dan; (xvii) mengerjakan pekerjaan rumah yang ringan. Dengan total maksimum 96 skor, pengukuran ini dilakukan sebanyak 2 kali, yakni; sebelum intervensi dan setelah 12 kali intervensi.

Quadriceps isometric exercise dilakukan dengan pasien posisi duduk dengan posisi kaki ekstensi yang tidak penuh, kemudian meminta pasien untuk mengontraksikan *quadriceps* secara isometrik sehingga patela meluncur ke proksimal, lalu tahan selama 6 sampai 10 detik, kemudian pasien diminta istirahat selama 2-3 detik, setelah itu pasien diminta untuk melakukan kontraksi berulang seperti awal sebanyak 6 kali

Hamstring stretching dilakukan pada pasien osteoarthritis dengan memposisikan badan dengan duduk tegak dan meletakkan kaki ke arah depan. Pastikan kedua otot baik agonis maupun antagonis dalam posisi terulur dengan rileks. Secara perlahan pasien diberi aba-aba untuk menurunkan badan menuju kedepan untuk meningkatkan tension pada otot hamstring menuju titik tidak nyaman akan tetapi tidak nyeri. Lalu pasien menahan posisi maksimal tersebut selama 30 detik dengan tiga repetisi dengan jeda interval 30 detik, dilakukan secara bergantian kaki kanan dan kiri.

Penelitian ini menggunakan uji hipotesis *wilcoxon*, untuk mengkombinasikan *quadriceps isometric exercise* dan *hamstring stretching* pada kondisi *osteoarthritis* yang telah melalui pertimbangan etik penelitian dengan No.2734/KEPK/VIII/2021.

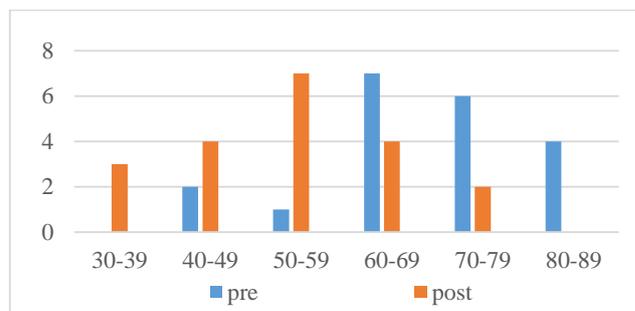
HASIL

Distribusi hasil penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Presentase
Usia	50-55 Tahun	3	15%
	56-60 Tahun	6	30%
	60-65 Tahun	11	55%
Jenis kelamin	Laki-Laki	6	30%
	Perempuan	14	70%

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa dominan penderita osteoarthritis berusia 60-65 tahun dan didominasi oleh wanita.



Gambar 1. Distribusi perubahan nilai WOMAC

Dari gambar 1, dapat dilihat bahwa nilai WOMAC setelah pemberian *quadriceps isometric exercise* kombinasi *hamstring stretching* pada kondisi *osteoarthritis* yang mengalami penurunan dibandingkan sebelum *treatment*.

Tabel 1. Distribusi uji Hipotesis

Karakteristik	Median (Minimum-Maksimum)	Nilai P
Pre Treatment (n=20)	70,50 (44-80)	0,000
Post Treatment (n=20)	55,00 (30-70)	

Dapat dilihat dari data 20 orang mengalami penurunan skala WOMAC dari sebelum dan sesudah intervensi pemberian *quadriceps isometric exercise* kombinasi *hamstring stretching* pada kondisi *osteoarthritis*, diperoleh hasil uji hipotesis dengan nilai signifikansi sebesar $<0,05$. Maka ditarik kesimpulan, terdapat pengaruh peningkatan aktivitas fungsional pada pemberian kombinasi *quadriceps isometric exercise* kombinasi *hamstring stretching* pada kasus *knee osteoarthritis*.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkombinasikan *quadriceps isometric exercise* dan *hamstring stretching* pada osteoarthritis. Dimana, didominasi oleh usia 60-65 tahun yang sejalan dengan teori yang diungkapkan dengan Gustina (2020), proses penuaan menjadi penyebab peningkatan kelemahan di sekitar sendi, penurunan stabilitas sendi, kalsifikasi kartilago dan menurunkan fungsi kondrosit sehingga mendukung terjadinya cedera pada lutut dan osteoarthritis (Gustina, 2020). Menurut Felson dan Zahang (2000) dalam Anggraini (2014), cedera pada sendi lutut diakibatkan oleh kegagalan mekanisme perlindungan sendi yang dipengaruhi oleh kapsul dan ligamen sendi, otot-otot, saraf sensorik aferen dan tulang di dasarnya.

Untuk mengurangi gesekan antar tulang, dibutuhkan cairan sendi (sinovial) sehingga dapat juga mencegah keletihan kartilago akibat terjadinya gesekan. Terdapat protein pada sendi (lubricin) yang

berfungsi sebagai pelumas, namun apabila terdapat cedera protein ini akan berhenti disekresi. Kontraksi otot yang terjadi pada saat pergerakan sendi memberikan dampak pengurangan kecepatan (deselerasi) sebelum terjadinya tekanan pada tulang. Tulang di balik kartilago berfungsi untuk menyerap tekanan pada sendi. Kartilago dilumasi oleh cairan sendi yang mampu mengurangi gesekan antar tulang ketika bergerak. Penambahan usia seseorang akan berdampak dengan pengurangan kartilago sehingga timbulnya osteoarthritis lutut semakin besar. Kartilago yang berkurang menyebabkan gesekan pada tulang semakin terasa dan menimbulkan rasa nyeri (Anggraini & Hendrati, 2014).

Selain itu, dapat dilihat responden wanita mendominasi penelitian ini, Menurut Khairani (2013) perempuan yang memasuki masa menopause akan mengalami penurunan hormon terutama estrogen dan fungsi fisiologis tubuh lainnya. Salah satu fungsi hormon estrogen yaitu membantu produksi kondrosit dalam matriks tulang, apabila estrogen menurun maka produksi kondrosit juga menurun. Hal tersebut akan mempengaruhi sintesis proteoglikan yang juga akan menurun sedangkan aktivitas lisosom meningkat. Pada wanita *post-menopause* terjadi penurunan kadar estrogen, sehingga meningkatkan sintesis sitokin seperti IL-1, IL-6, TNF- α dan akan mempercepat terjadinya degradasi kolagen serta menghambat sintesis proteoglikan yang berpengaruh terhadap kesehatan sendi (Khairani et al., 2013). Studi lain yang dilakukan oleh Misnadiarly tahun 2010 menyebutkan bahwa perempuan memiliki panggul yang lebih lebar dibandingkan laki-laki. Akibat panggul yang lebih lebar, menyebabkan kaki lebih rapat ke bagian *knee* sehingga tekanan pada *knee* tidak merata. Massa otot disekitar *knee* perempuan juga lebih sedikit dibandingkan laki-laki (Risqi et al., 2021).

Pada gambar 1 dan table 2, dapat dilihat perubahan yang signifikan pada *pre* dan *post-test* serta nilai WOMAC, hal ini diakibatkan karena pada latihan *quadiceps isometric exercise* yang penguatan progresif dapat menunjukkan efek adaptasi pada kontraksi otot. Kontraksi otot ini memacu intensitas otot motorik yang lebih aktif dan terjadi peningkatan kekuatan otot. Latihan *quadiceps isometric exercise* dapat menyebabkan hipertrofi otot yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah dan ukuran miofibril, kepadatan pembuluh darah kapiler, saraf tendon dan ligamen dan total kontraktil pada protein miosin. Perubahan dalam biokimia otot seperti peningkatan konsentrasi kreatin fosfat dan adanya adaptasi sistem saraf untuk mendukung pasien melakukan aktivitas yang berhubungan dengan fungsi sendi seperti berdiri,

jongkok atau berjalan dapat menyebabkan peningkatan kekuatan otot.

Aktivitas kehidupan sehari-hari membutuhkan kekuatan otot yang baik, daya tahan otot, otot kelenturan dan ruang lingkup gerak sendi karena kontraksi otot atau karena kebetulan pada sendi. Selain itu, latihan peregangan juga meningkatkan aktivitas fungsional karena peregangan dirangsang regangan terbalik atau inhibisi autogenik dan disesuaikan dengan hukum Sherrington jika otot mendapatkan rangsangan untuk kontraksi. Reseptor penting dalam refleksi regangan terbalik adalah organ tendon Golgi. Dengan demikian, kontraksi otot yang kuat dari fleksi lutut akan merangsang otot agonis sehingga impuls pergi ke medula tulang belakang tepatnya pada penghambat interneuron yang menghasilkan penghambatan respon terhadap otot melalui serabut saraf motorik sehingga terjadi kontraksi yang terjadi dengan otot yang rileks. Selain itu, stretching memiliki prinsip inhibisi resiprokal dimana terdapat sinaptik post inhibisi.

Sementara itu, peregangan meningkatkan aliran darah dan membawa nutrisi ke otot dan membuang limbah metabolisme dari otot dan mempercepat pemulihan cedera otot. Fleksibilitas otot membantu pasien OA genu dapat melakukan aktivitas sehari-hari tanpa batasan gerak (Syamsia et al., 2020). Prinsip stretching pada otot yang mengalami spasme, terjadi pemendekan muscle fiber karena anyaman-anyaman miofilamen mengalami overlapping satu sama lain. Pada saat dilakukan *stretching* dengan penahanan beberapa detik pada posisi otot memanjang, struktur muscle fiber terutama sarcomer mengalami peregangan karena anyaman miofilamen yang *overlapping* akan berkurang dan secara otomatis menyebabkan struktur *muscle fiber* menjadi memanjang. Dengan pemanjangan struktur *muscle fiber* tersebut, maka spasme dapat berkurang.

Selain itu *stretching* mengurangi spasme dengan cara proprioreceptor otot atau *spindle muscle* yang teraktivasi saat stretching terjadi. *Spindle muscle* bertugas untuk mengatur sinyal ke otak jika ada perubahan panjang otot dan perubahan tonus yang mendadak dan berlebihan maka *spindle muscle* akan berkontraksi sebagai pertahanan untuk mencegah cedera. Oleh karena itu saat melakukan *stretching* dilakukan penahanan beberapa saat dengan tujuan untuk memberikan adaptasi pada *spindle muscle* terhadap perubahan panjang otot yang kita berikan. Sehingga sinyal dari otak untuk mengkontraksikan otot menjadi berkurang. Dengan kontraksi otot minimal pada saat *stretching*, memudahkan *muscle fiber* untuk memanjang dan spasme otot berkurang.

Berdasarkan fisiologi, kelelahan kerja akumulasi asam laktat dapat menyebabkan penurunan kerja otot-otot yang berpengaruh terhadap kelelahan. Stretching dapat membantu relaksasi otot sehingga lebih lentur dalam bergerak karena peningkatan suplai oksigen, dan meningkatkan kemampuan dalam menggerakkan otot beserta persendian pada seluruh daerah pergerakan. (Afia et al., 2018). Maka kombinasi kedua metode teknik ini sangat meningkatkan aktivitas fungsional pada kondisi patologis lutut. Keterbatasan penelitian ini adalah, pada pengumpulan responden terhalang oleh PPKM yang menyebabkan pasien fisioterapis berkurang. Diharapkan penelitian selanjutnya, melakukan penelitian pemberian kombinasi *quadriceps isometric exercise* dan *hamstring stretching* berpengaruh pada peningkatan aktivitas pada kasus *knee osteoarthritis* yang terkait dengan pemberian dosis latihan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari 20 orang responden dapat disimpulkan bahwa, pemberian *quadriceps isometric exercise* kombinasi *hamstring stretching* efektif meningkatkan aktivitas fungsional pada kasus *knee osteoarthritis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afia, F. N., Oktaria, D., Kedokteran, F., Lampung, U., Kedokteran, B. P., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2018). *Pengaruh Stretching Terhadap Pekerja yang Menderita Low Back Pain The Effect of Stretching for Worker who Suffer Low Back Pain*. 5, 478–482.
- Al-Johani, A. H., Kachanathu, S. J., Hafez, A. R., Al-Ahaideb, A., Algarni, A. D., Alroumi, A. M., & Alanezi, A. M. (2014). Comparative study of hamstring and quadriceps strengthening treatments in the management of knee osteoarthritis. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(6), 817–820. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.817>
- Anggraini, N. E., & Hendrati, L. Y. (2014). Hubungan Obesitas dan Faktor-Faktor Pada Individu dengan Kejadian Osteoarthritis Genu. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 2(1), 93–104.
- Cisternas, M. G., Murphy, L., Sacks, J. J., Solomon, D. H., Pasta, D. J., & Helmick, C. G. (2016). Alternative methods for defining osteoarthritis and the impact on estimating prevalence in a US population-based survey. *Arthritis Care & Research*, 68(5), 574–580.
- Gustina, E. (2020). FAKTOR–FAKTOR YANG MEMPENGARUHI OSTEOARTRITIS Studi Kasus Kontrol Di Rumah Sakit TK II Putri Hijau Medan Tahun 2017. *EXCELLENT MIDWIFERY JOURNAL*, 3(1), 88–103.
- 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>
- Khairani, Y., Eryasni, H., & Nindya, A. (2013). Hubungan Umur, Jenis Kelamin, IMT, dan Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Osteoarthritis Lutut. *Jambi: Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi*.
- Marlina, T. (2015). Efektivitas Latihan Lutut Terhadap Penurunan Intensitas Nyeri Pasien Osteoarthritis Lutut di Yogyakarta. *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, 2(1), 44–56.
- N, D. A. (2018). An intervention study on the effectiveness of isometric quadriceps hamstrings exercise in the treatment of osteoarthritis, knee joint. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 4(2.8), 1010–1014. <https://doi.org/10.22271/ortho.2018.v4.i2o.143>
- Risqi, A. Z., Yuliadarwati, N. M., & Rahmanto, S. (2021). Kombinasi Pemberian Progressive Resistance Exercise Dan Isometric Exercise Terhadap Tingkat Penurunan Nyeri Lutut Pada Kasus Osteoarthritis. *Physiotherapy Health Science (PhysioHS)*, 2(2), 54–61. <https://doi.org/10.22219/physiohs.v2i2.15194>
- Syamsia, F. N., Aras, D., Yusfina, & Syamsia, F. N. (2020). Influence of stretching and strengthening exercise on functional activity in Genu Osteoarthritis patients. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/3/032030>
- Wallace, I. J., Worthington, S., Felson, D. T., Jurmain, R. D., Wren, K. T., Maijanen, H., Woods, R. J., & Lieberman, D. E. (2017). Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9332–9336.