



Pengaruh Hidroterapi dan Quadriceps Exercise Terhadap Penurunan Nyeri pada Osteoarthritis Knee

Syafitri EY^{1*}, Wibisono LS², Najizah F³, Syurrahmi⁴

¹⁻⁴ Program Studi Sarjana Fisioterapi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Kesdam IV/Diponegoro, Indonesia

Penulis Korespondensi: : erigayessyra@gmail.com

Abstract. Knee osteoarthritis is one of the most prevalent musculoskeletal disorders in the elderly, characterized by progressive degeneration of articular cartilage, chronic pain, joint stiffness, and reduced functional capacity. In Indonesia, the prevalence of knee osteoarthritis is notably high, affecting over 30% of individuals aged above 60 years. This condition leads to significant health burdens, impaired quality of life, and increased economic costs. Non-pharmacological management strategies such as hydrotherapy and quadriceps exercise are widely recommended to relieve pain and improve joint function. Hydrotherapy utilizes the physical properties of water including buoyancy, hydrostatic pressure, viscosity, and warmth to reduce joint loading, enhance circulation, and promote relaxation. Quadriceps exercise, on the other hand, focuses on strengthening the quadriceps muscle to stabilize the knee joint, thereby reducing pain and improving functionality. The combination of these two interventions is expected to provide greater benefits than a single modality. Research Design: This study employed a quasi-experimental design with a one-group pre-post test approach on 12 elderly respondents with knee osteoarthritis at OSF Magdalena Daemen BSB Convent. Pain was measured using the Visual Analogue Scale (VAS) before and after the intervention, which consisted of hydrotherapy and quadriceps exercise administered twice a week for four weeks. Results: The findings showed a decrease in the mean pain score from 4.42 to 3.08, with the Wilcoxon test yielding $p = 0.001$ ($p < 0.05$), indicating a significant difference in pain levels before and after the intervention. Conclusion: The combination of hydrotherapy and quadriceps exercise is effective in reducing pain in patients with knee osteoarthritis.

Keywords: Elderly; Hydrotherapy; Knee Osteoarthritis; Pain; Quadriceps Exercise

Abstrak. Osteoarthritis knee merupakan salah satu masalah muskuloskeletal paling umum pada lansia, ditandai dengan kerusakan progresif tulang rawan, nyeri kronis, kekakuan sendi, serta keterbatasan aktivitas. Di Indonesia, prevalensi osteoarthritis knee cukup tinggi, terutama pada usia >60 tahun yang mencapai lebih 30%, sehingga berdampak besar pada kualitas hidup. Penatalaksanaan non-farmakologis seperti hidroterapi dan quadriceps exercise menjadi pilihan penting untuk mengurangi nyeri. Hidroterapi memanfaatkan sifat fisik air berupa buoyancy, tekanan hidrostatik, viskositas, dan suhu hangat untuk mengurangi beban sendi serta meningkatkan sirkulasi, sementara quadriceps exercise bertujuan untuk memperkuat otot quadriceps guna menstabilkan lutut. Kombinasi kedua terapi ini diharapkan memberi hasil yang lebih optimal. **Tujuan Penelitian** untuk mengetahui pengaruh hidroterapi dan quadriceps exercise terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis knee. **Desain penelitian** yang digunakan adalah quasi-experimental dengan pendekatan one group pre-post test design pada 12 responden lansia penderita osteoarthritis knee di Biara OSF Magdalena Daemen BSB. Pengukuran nyeri dilakukan menggunakan Visual Analogue Scale (VAS) sebelum dan sesudah pemberian intervensi hidroterapi dan quadriceps exercise sebanyak 2 kali seminggu selama 4 minggu. **Hasil penelitian** menunjukkan adanya penurunan rata-rata nyeri dari 4,42 menjadi 3,08 dengan hasil uji Wilcoxon $p = 0,001$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara skor nyeri sebelum dan sesudah intervensi. **Kesimpulan** penelitian ini adalah kombinasi hidroterapi dan quadriceps exercise efektif dalam menurunkan nyeri pada penderita osteoarthritis knee.

Kata kunci: Hidroterapi; Lansia; Nyeri; Osteoarthritis Knee; Quadriceps Exercise

1. LATAR BELAKANG

Penyakit *osteoarthritis knee* merupakan kelainan degeneratif sendi yang ditandai dengan kerusakan nyata pada sendi lutut. Pada kondisi ini juga terdapat *osteofit*, yaitu tulang baru yang terbentuk di sekitar tepi tulang, yang timbul karena perubahan baik secara fisiologis maupun patologis pada tulang subkondral (Atik et al., 2022). *Osteoarthritis knee* adalah penyebab utama kerusakan dan disabilitas pada lansia dan menimbulkan beban ekonomi yang bermakna di masyarakat *Osteoarthritis knee* dilaporkan menjadi sebuah masalah kesehatan utama yang dihadapi oleh sebagian besar populasi terutama pada lansia. *World Health Organization* (WHO, 2023) memperkirakan bahwa 10% penduduk dunia yang berusia lebih dari 60 tahun mengalami *osteoarthritis knee* dan bahwa 80% penderita *osteoarthritis knee* mengalami keterbatasan gerak dan 25% tidak dapat melakukan aktivitas utama sehari-hari (Pattnaik, 2022). Prevalensi *osteoarthritis knee* di Asia Tenggara adalah sekitar 19,9% (Sulthon Aulia Zuhrita, 2024). Di Indonesia prevalensi *osteoarthritis knee* mencapai 5% pada usia < 40 tahun, 30% pada usia 40-60 tahun, dan 65% pada usia > 61 tahun. Di Jawa Tengah prevalensi *osteoarthritis knee* sebesar 5,1% dari semua penduduk (Alfarisi, 2018).

Osteoarthritis knee terjadi akibat pengikisan sendi yang ditandai dengan gejala nyeri. Penderita mengalami kesulitan dalam menjalankan aktivitas fisik sehari-hari akibat rasa nyeri tersebut. Nyeri, terutama pada pagi hari, menjadi keluhan utama yang sering dirasakan dan merupakan manifestasi klinis dari *osteoarthritis knee*. Nyeri biasanya terjadi saat melakukan aktivitas yang membebani lutut, seperti jongkok, berdiri lama, dan naik turun tangga, yang akan mereda saat penderita beristirahat (Rosadi & Wardoyo, 2023). Proses inflamasi pada sendi *knee* turut berperan dalam timbulnya nyeri. Oleh karena itu, pengurangan inflamasi melalui penurunan produksi sitokin proinflamasi dapat membantu mengurangi nyeri. Selain itu, penguatan otot-otot di sekitar *knee* serta peningkatan mobilitas sendi juga berkontribusi dalam mengurangi kekakuan dan nyeri. Salah satu pendekatan penanganan yang dapat diberikan untuk mengurangi nyeri pada *osteoarthritis knee* adalah melalui intervensi fisioterapi berupa hidroterapi dan *quadriceps exercise*. Hidroterapi dan *quadriceps exercise* memiliki mekanisme kerja yang saling melengkapi dan dapat menjadi pendekatan non-farmakologis yang efektif dalam menangani *osteoarthritis knee*.

2. KAJIAN TEORI

Osteoarthritis

Osteoarthritis merupakan penyakit degeneratif pada sendi yang ditandai dengan kerusakan progresif pada kartilago artikular, yang menyebabkan penyempitan celah sendi dan pembentukan osteofit. Kondisi ini bersifat kronis dan berkembang secara perlahan, terutama mengenai sendi-sendi yang menanggung beban tubuh. Osteoarthritis pada sendi lutut (osteoarthritis genu) adalah bentuk yang paling umum, mengingat fungsi lutut sebagai penopang utama saat aktivitas sehari-hari. Proses patologisnya melibatkan erosi tulang rawan serta proliferasi tulang baru di permukaan sendi, yang sering kali disertai dengan gejala nyeri (Warsono *et al.*, 2021). Faktor risiko yang berperan dalam perkembangan osteoarthritis meliputi usia lanjut, predisposisi genetik, trauma sendi sebelumnya, obesitas, serta aktivitas fisik berulang yang berlebihan (Birinci *et al.*, 2024).

Menurut Ghalia (2022) kondisi ini dibagi menjadi lima klasifikasi yakni: a.) Derajat 0: Kondisi sendi normal tanpa indikasi radiologis osteoarthritis, b.) Derajat 1: Terdapat kemungkinan terbentuknya osteofit awal, namun penyempitan celah sendi belum dapat dipastikan secara jelas, c.) Derajat 2: Ditemukan osteofit secara radiologis, dengan dugaan awal penyempitan celah antar sendi, d.) Derajat 3: Osteofit tampak berukuran sedang, disertai penyempitan celah sendi yang nyata dan adanya tanda-tanda awal sklerosis tulang subkondral, e.) Derajat 4: Osteofit berukuran besar dengan penyempitan celah sendi yang signifikan serta sklerosis tulang subkondral yang berat, f.) Dalam perkembangan risiko pada osteoarthritis knee terbagi atas tiga fase menurut (Noor, 2020) yaitu sebagai berikut: a.) Fase 1: Tahapan awal ditandai dengan proses proteolitik terhadap matriks kartilago, yang mengganggu aktivitas metabolik kondrosit. Sel ini kemudian meningkatkan produksi enzim proteolitik seperti *matrix metalloproteinases* (MMPs), yang berkontribusi terhadap kerusakan struktur kartilago. Sebagai mekanisme kompensasi, kondrosit juga menghasilkan inhibitor protease, namun ketidakseimbangan ini mengarah pada penipisan kartilago, b.) Fase 2: Pada tahap ini, permukaan kartilago mengalami fibrilasi dan erosi, disertai pelepasan komponen matriks seperti proteoglikan dan fragmen kolagen ke dalam cairan synovial, g.) Fase 3: Produk degradasi kartilago yang dilepaskan ke ruang sendi memicu reaksi inflamasi sinovial. Makrofag sinovial meningkatkan sekresi mediator inflamasi seperti *interleukin-1 (IL-1)*, *tumor necrosis factor-alpha (TNF- α)*, dan MMPs. Proses ini memperparah kerusakan kartilago. Molekul proinflamasi lain seperti *nitric oxide (NO)* juga terlibat, memperkuat respons inflamasi. Akibatnya, terjadi perubahan struktur anatomi sendi yang bersifat progresif, serta peningkatan stres inflamasi pada permukaan artikular.

Hidroterapi

Hidroterapi telah terbukti secara efektif meningkatkan kualitas hidup, meningkatkan aktivitas fisik, mengurangi nyeri, serta memperkuat otot pada individu dengan osteoarthritis lutut (Amelia, 2020). Program rehabilitasi berbasis air ini sebaiknya mencakup latihan yang diarahkan pada penguatan otot-otot utama, khususnya otot quadriceps dan otot-otot sekitar pinggul, serta latihan untuk meningkatkan keseimbangan tubuh. Intervensi tersebut terbukti dapat menurunkan intensitas nyeri akibat osteoarthritis. Latihan sebaiknya dilakukan dalam posisi fungsional, dan beban latihan perlu ditingkatkan secara bertahap sesuai dengan toleransi masing-masing pasien. Selain itu, latihan juga harus melibatkan aktivitas berjalan guna memperbaiki pola berjalan (*gait mechanics*) yang optimal (Peerachotikphun & Huangdee, 2022). Rekomendasi frekuensi latihan yaitu dua kali dalam seminggu selama empat minggu, dengan durasi setiap sesi berkisar antara 30 hingga 50 menit. Selama sesi hidroterapi, penting untuk melakukan pemantauan tekanan darah pasien, baik di awal maupun setelah latihan, untuk memastikan keamanan dan stabilitas kondisi kardiovaskular. Latihan yang dilakukan pada hidroterapi diantaranya adalah: (Wilk, K., & Joyner, 2024)

Pemanasan

Pemanasan merupakan tahap awal yang penting sebelum melakukan aktivitas fisik untuk meningkatkan suhu tubuh dan sirkulasi darah, khususnya ke otot dan sistem muskuloskeletal. Beberapa gerakan pemanasan yang direkomendasikan untuk ekstremitas bawah meliputi: 1.) Berjalan ke depan (*Forward Walking*): Pasien diminta untuk berdiri tegak dan melangkah ke depan dengan menekuk sendi pinggul dan lutut satu sisi, diikuti oleh sisi lainnya, 2.) Berjalan mundur (*Backward Walking*): Dalam posisi berdiri tegak, pasien melakukan ekstensi pinggul dan lutut ke arah belakang secara bergantian, 3.) Berjalan ke samping (*Lateral Walking*): Pasien berdiri tegak, melakukan abduksi pada salah satu pinggul dan adduksi pada sisi sebaliknya, lalu kembali ke posisi awal dan mengulangi pada sisi lainnya.

Latihan Fleksibilitas dan Mobilitas

Latihan peregangan dalam air dapat dilakukan dengan atau tanpa alat bantu, bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan rentang gerak sendi: 1.) *Gastrocnemius stretch* (peregangan *gastrocnemius*): Menghadap dinding kolam dan berpegangan pada tepi atau palang. Satu tungkai ditekuk ke depan, sedangkan tungkai lainnya diregangkan ke belakang dengan lutut tetap lurus, 2.) *Plantar fascia stretch* (peregangan *plantar fascia*): Dengan posisi menghadap ke dinding kolam dan berpegangan, tumit kaki yang diregangkan diletakkan di

dasar kolam sementara jari-jari kaki berada di dinding kolam. Lutut sedikit ditekuk untuk meningkatkan efektivitas peregangan,3.) *Quadriceps stretch/quadriceps buoyancy-assisted stretch* (peregangan kuadriceps): Berdiri menghadap dinding kolam dan memegang palang. Tungkai yang diregangkan ditekuk ke belakang, menjaga tubuh tetap tegak. Jika menggunakan pelampung, alat bantu diletakkan di kaki bagian bawah untuk membantu mengangkat tungkai,4.) *Hamstring stretch/hamstring buoyancy-assisted stretch* (peregangan hamstring): meletakkan kaki yang akan diregangkan pada tangga dengan posisi nyaman dan pergelangan kaki dalam dorsifleksi. Tubuh tetap tegak, lalu secara perlahan condong ke depan hingga terasa peregangan. Jika menggunakan pelampung, pasien cukup menjaga keseimbangan dan membiarkan tungkai terdorong lurus oleh daya apung air.

Quadriceps Exercise

Quadriceps Exercise adalah suatu jenis latihan kontraksi otot tanpa adanya perubahan dan pengurangan panjang otot serta tidak diikuti adanya perubahan gerak sendi (Handini *et al.*, 2022). Quadriceps exercise bertujuan untuk mengurangi nyeri, meningkatkan kekuatan, daya tahan dan kontrol neuromuskular otot quadriceps femoris sebagai ekstensor utama sendi lutut (Kiswati *et al.*, 2024). Teknik pelaksanaan *quadriceps exercise* yaitu (Maisyaroh *et al.*, 2023): a.) Duduk bersandar dengan kaki dalam posisi ekstensi dan fleksi lutut sekitar 10-20 derajat, b.) Lutut yang dalam posisi ekstensi dikonstraksikan isometric pada otot quadriceps femoris, c.) Mengencangkan paha dan menekan lutut ke bawah, tahan kontraksi otot selama 6-10 detik, jeda selama 5 detik, setelah menahan posisi lepaskan kontraksi dan rilekskan otot kembali, latihan ini dilakukan selama 10 menit dengan pengulangan 8 kali (Handini *et al.*, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berbasis *quasi experiment* dengan melakukan *one group pre-post test design*. Sebelum dan sesudah diterapkan program latihan pada masing-masing kelompok dilakukan pengukuran intensitas nyeri menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS). Teknik sampling yang digunakan adalah *puspositive sampling* dengan jumlah sampel 12 orang yang merupakan penderita *osteoarthritis knee* pada rentang usia 40 – 80 tahun di Biara OSF Magdalena Daemen BSB. Pada latihan hidroterapi menggunakan media air dengan suhu hangat 32°- 34° C kedalaman sebatas pinggang selama 30 menit sedangkan *quadriceps exercise* dilakukan kontraksi isometrik selama 6-10 detik, *rest* 5 detik dan repetisi 8 kali. Frekuensi latihan diberikan sebanyak 2 kali seminggu selama 4 minggu. Data primer yang diperoleh

dikelola dan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS (*Statistical Package for of Social Sciences*) versi 26.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1, karakter usia responden sangat bervariasi dengan mayoritas berada pada usia 60 tahun dan 65 tahun dan dapat dilihat pada tabel 2 tingkat nyeri yang dialami oleh responden sebelum diberikan latihan berada pada rata-rata di 4-5 skala nyeri.

Tabel 1 Karakteristik Usia Responden

Usia		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	60	3	25.0	25.0	25.0
	63	2	16.7	16.7	41.7
	65	3	25.0	25.0	66.7
	70	2	16.7	16.7	83.3
	73	1	8.3	8.3	91.7
	80	1	8.3	8.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabel 2 Karakteristik Nyeri Responden

Skala nyeri		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	1	8.3	8.3	8.3
	4	5	41.7	41.7	50.0
	5	5	41.7	41.7	91.7
	6	1	8.3	8.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Untuk melihat pengaruh sebelum dan sesudah pemberian latihan pada kelompok perlakuan maka sebelumnya dilakukan uji distribusi data menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk Test*, didapatkan hasil nilai $p = 0,033$ ($p < 0.05$) yang berarti data yang disajikan tidak terdistribusi secara normal sehingga selanjutnya dilakukan uji inferensial dengan uji *Wilcoxon*.

Tabel 3 Uji *Wilcoxon*

<i>Wilcoxon Test</i>	
Z	-3.176
Asymp.Sig	0.001

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi hidroterapi dan *quadriceps exercise* secara signifikan menurunkan intensitas nyeri pada penderita *osteoarthritis knee*. Penurunan ini terlihat dari rata-rata skor nyeri yang turun dari 4.42 menjadi 3.08 setelah latihan. Secara statistik, hal ini diperkuat oleh hasil uji *Wilcoxon* dengan nilai $p=0.001$ ($p<0.05$) yang

menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nyeri setelah pemberian latihan.

Secara fisiologis, hidroterapi memberikan efek terapeutik melalui *buoyancy* yang mengurangi beban mekanis pada sendi lutut, sehingga mengurangi tekanan intraartikular hangat dan rasa sakit saat bergerak (Munarji & Chayati, 2022). Suhu hangat air mampu meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi spasme otot, dan menstimulasi pelepasan endorfin yang berfungsi sebagai analgesik alami. Tekanan hidrostatik juga membantu menurunkan edema dan meningkatkan mobilitas sendi. Penjelasan ini sejalan dengan penelitian Taglietti et al., (2018) yang menemukan bahwa hidroterapi efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi lutut pada kasus *osteoarthritis knee*.

Hal di atas sejalan dengan penelitian Dias et al., (2017) yang menyatakan bahwa hidroterapi efektif dalam menurunkan nyeri dan meningkatkan fungsi fisik pada lansia dengan *osteoarthritis knee*. Dalam penelitiannya, hidroterapi selama 6 minggu mampu menurunkan skor nyeri dan meningkatkan kekuatan otot ekstermitas bawah serta kemampuan fungsional. Selain itu, hasil temuan Arief et al., (2022) yang membandingkan efektifitas *quadriceps exercise* dan *aquatic exercise* terhadap nyeri *osteoarthritis knee*. Kedua metode terbukti menurunkan nyeri secara signifikan ($p < 0,05$). Sedangkan *quadriceps exercise* berperan penting dalam mengurangi nyeri *osteoarthritis knee* karena otot *quadriceps* merupakan otot utama yang menstabilkan sendi lutut. Dengan meningkatnya kekuatan otot ini, beban yang ditanggung sendi akan berkurang sehingga keluhan nyeri menurun. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nayanti et al., (2020) yang menyatakan bahwa penguatan otot *quadriceps* secara teratur mampu mengurangi nyeri serta meningkatkan kemampuan aktifitas fungsional pada *osteoarthritis knee*. Berdasarkan hasil penelitian Koesrul et al., (2023) menyatakan hasil yang sama adanya pengaruh dalam menurunkan nyeri pada *osteoarthritis knee* setelah diberikan latihan sebanyak 8 kali selama 4 minggu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dengan analisis data dan pengujian hipotesis, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tingkat nyeri sebelum dan sesudah dilakukan latihan berupa hidroterapi dan *quadriceps exercise*. Sehingga didasarkan pada hasil penelitian di atas, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah sampel yang lebih besar dan waktu latihan yang lebih panjang untuk mengetahui efek jangka panjang dari kombinasi latihan hidroterapi dan *quadriceps exercise* terhadap penurunan nyeri pada *osteoarthritis knee*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisi, R. (2018). Perbedaan intensitas nyeri berdasarkan indeks massa tubuh pada pasien osteoarthritis di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 5(4). <https://doi.org/10.33024/v5i4.970>
- Amelia, A. T. (2020). *Pengaruh latihan hidroterapi terhadap intensitas nyeri dan kemampuan fungsional pada pasien osteoarthritis genu*. [Skripsi tidak dipublikasikan].
- Arief, D., Bestari, R., Yuliadarwati, N. M., & Utami, K. P. (2022). Perbandingan efektivitas isometric quadriceps exercise dan aquatic exercise terhadap tingkat nyeri pada lansia dengan knee osteoarthritis: Literature review. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 1(2). <https://doi.org/10.7454/jfti.v1i2.1041>
- Atik, A. S., Trisnawati, Y., & Efendi, R. S. (2022). Penatalaksanaan ultrasound dan terapi latihan pada kasus osteoarthritis knee bilateral: Studi kasus. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 1950–1955. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v6i2.5580>
- Birinci, T., Van Der Veer, P., Kolbaşı, E. N., Altun, S., & Ergin, Ö. N. (2024). Investigation of clinical factors affecting perceived pain intensity in female patients with knee osteoarthritis. *Karya Journal of Health Science*, 5(1), 28–32. <https://doi.org/10.52831/kjhs.1440168>
- Dias, J. M., Cisneros, L., Dias, R., Fritsch, C., Gomes, W., Pereira, L., Santos, M. L., & Ferreira, P. H. (2017). Hydrotherapy improves pain and function in older women with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(6), 449–456. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.012>
- Ghalia, A. N. S. (2022). *Karakteristik pasien osteoarthritis lutut di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar periode Januari–Desember 2021*. [Skripsi, Universitas Hasanuddin].
- Handini, R. R. T., Fariz, A., Priskusanti, R. D., & Enaryanto, A. H. (2022). Efektivitas quadriceps isometric strengthening kombinasi hamstring static stretching meningkatkan aktivitas fungsional penderita osteoarthritis knee di RS Dr. Soepraoen Kota Malang. *Jurnal Kesehatan Terpadu*, 6(1), 7–11.
- Kiswati, C. I., Irawan, D. S., & Rahim, A. F. (2024). Perbedaan pengaruh isometrik quadriceps exercise dengan isotonik quadriceps exercise terhadap pengurangan nyeri pada osteoarthritis lutut di RSUD Dr. Soedono Madiun. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(2), 5087–5092.
- Koesrul, A. N., Fau, Y. D., Pradita, A., & Hargiani, F. X. (2023). Kombinasi isometric quadriceps exercises dan edukasi treatment terhadap perubahan nyeri lutut pada penderita osteoarthritis genu. *Jurnal Keperawatan Muhammadiyah*, 8(1), 79–83. <https://doi.org/10.30651/jkm.v8i1.16057>
- Maisyaroh, A., Abdillah, A., Widiyanto, E. P., & Kurnianto, S. (2023). Quadriceps exercise efektif terhadap penurunan nyeri pada penderita osteoarthritis lutut: A literature review. *Jurnal Ners Community*, 13(3). <https://doi.org/10.55129/jnerscommunity.v13i3.2799>

- Munarji, R. P., & Chayati, N. (2022). Pengaruh hydrotherapy dalam asuhan keperawatan pasien dengan nyeri arthritis. *Health and Nursing*, 2(2), 187–195.
- Nayanti, A. P., Prabowo, T., & Sari, D. M. (2020). The effects of kinesio taping and quadriceps muscle strengthening exercise on quadriceps muscle strength and functional status in knee osteoarthritis. *Journal of Medicine and Health*, 2(5), 40–50. <https://doi.org/10.28932/jmh.v2i5.1555>
- Noor, Z. (2020). *Gangguan muskuloskeletal*. Salemba Medika.
- Pattnaik, M. (2022). *Fisioterapi lutut* (Terjemahan). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Peerachotikphun, P., & Huangdee, S. (2022). Hydrotherapy-based exercise for knee osteoarthritis. *Journal of the Thai Rehabilitation Medicine Association*, 37(2), 193–197.
- Rosadi, R., & Wardoyo, S. S. I. (2023). Hubungan keseimbangan statis terhadap risiko jatuh pada pasien knee osteoarthritis di Kota Malang. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(8), 1630–1634. <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i8.3679>
- Taglietti, V., Angelini, G., Mura, G., Bonfanti, C., Caruso, E., Monteverde, S., Le Carrou, G., Tajbakhsh, S., Relaix, F., & Messina, G. (2018). RhoA and ERK signalling regulate the expression of the transcription factor Nfix in myogenic cells. *Development*, 145(21). <https://doi.org/10.1242/dev.163956>
- Warsono, W., Rachmawati, A., & Fahmi, F. Y. (2021). Effect of isometric quadriceps in reducing pain in patients of knee osteoarthritis. *South East Asia Nursing Research*, 3(4), 160–166. <https://doi.org/10.26714/seanr.3.4.2021.160-166>
- Wilk, K., & Joyner, D. (2024). *The use of aquatics in orthopedics and sports medicine rehabilitation and physical conditioning* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003526865>
- World Health Organization. (2023). *Osteoarthritis*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/osteoarthritis>
- Zuhnita, S. A., & Nadhir, N. O. (2024). Hubungan indeks massa tubuh dan jenis kelamin terhadap angka kejadian osteoarthritis. *Jurnal Kesehatan dan Rehabilitasi*, 2(1).