

Efektivitas *sport massage* dalam menurunkan *tightness* otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk lama

Effectiveness of sports massage in reducing hamstring muscle tightness in students with prolonged sitting duration

Muchammad Asril Alfiansyah^{*1}, Joesoef Roepajadi¹, Anna Noordia¹, A. Burhanuddin Kusuma Nugraha¹

¹Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^{*}Corresponding Author

Abstrak

Latar Belakang Masalah: Mahasiswa yang duduk dalam waktu lama berisiko mengalami kekakuan otot karena kurangnya aktivitas fisik. Kondisi ini dapat menyebabkan *tightness* pada otot hamstring yang menurunkan fleksibilitas dan meningkatkan risiko cedera. Salah satu intervensi yang dapat digunakan untuk mengatasinya adalah *sport massage* yang membantu merelaksasi dan mengurangi ketegangan otot. **Tujuan Penelitian:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *sport massage* dalam menurunkan *tightness* otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk yang lama. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode quasi-experimental dengan desain pretest-posttest control group design. Subjek penelitian adalah mahasiswa laki-laki Jurusan Gizi Universitas Negeri Surabaya (UNESA) angkatan 2023 dan 2024 yang berjumlah 15 orang. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran tingkat *tightness* otot hamstring sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) perlakuan. Analisis data menggunakan uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* untuk melihat perbedaan dalam kelompok dan uji *Mann-Whitney U* untuk membandingkan perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. **Hasil:** Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada kelompok eksperimen setelah diberikan perlakuan *sport massage*, dengan rata-rata nilai *pre-test* sebesar 25,67 dan *post-test* sebesar 18,33, serta nilai *p-value* = 0,000 ($p < 0,05$). Pada kelompok kontrol, hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* juga menunjukkan perbedaan antara nilai *pre-test* dan *post-test* dengan nilai $Z = -2,271$ dan $\text{Sig.} = 0,023$, namun menunjukkan kecenderungan penurunan yang tidak disebabkan oleh perlakuan. Selanjutnya, hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan nilai $\text{Sig.} < 0,05$. **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *sport massage* efektif dalam mengurangi *tightness* otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk yang lama, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bentuk intervensi untuk meningkatkan fleksibilitas otot dan mencegah risiko cedera akibat kekakuan otot.

Kata Kunci: *Sport Massage*; Kekakuan Otot *Hamstring*; Duduk Berkepanjangan; Fleksibilitas Otot; Mahasiswa.

Abstract

Research Objectives: Students who sit for long periods are at risk of muscle stiffness due to lack of physical activity. This condition can cause hamstring muscle tightness, which reduces flexibility and increases the risk of injury. One intervention that can be used to address this issue is sports massage, which helps relax muscles and reduce muscle tension. **Research Objectives:** This study aimed to determine the effectiveness of sports massage in reducing hamstring muscle tightness among students with prolonged sitting. **Methods:** This study employed a quasi-experimental method using a pretest-posttest control group design. The participants were 15 male students from the Department of Nutrition at Universitas Negeri Surabaya (UNESA), cohorts 2023 and 2024. Data were collected by measuring hamstring

muscle tightness before (pre-test) and after (post-test) the intervention. Data analysis was conducted using the Wilcoxon Signed Ranks Test to examine within-group differences and the Mann-Whitney U test to compare differences between the experimental and control groups. **Results:** The experimental group showed a significant difference between pre-test and post-test scores after receiving sports massage treatment, with a mean pre-test score of 25.67 and a mean post-test score of 18.33 ($p < 0.05$). In the control group, the Wilcoxon Signed Ranks Test also indicated a difference between pre-test and post-test scores ($Z = -2.271$; Sig. = 0.023), although the treatment did not influence the change. Furthermore, the Mann-Whitney U test revealed a significant difference between the experimental and control groups ($p < 0.05$). **Conclusion:** Sports massage is effective in reducing hamstring muscle tightness in students with prolonged sitting duration and can be used as an intervention to improve muscle flexibility and reduce the risk of injury.

Keywords: Sports Massage; Hamstring Tightness; Prolonged Sitting; Muscle Flexibility; Students.

Dikirim: 9 Juli 2025; Direvisi: 15 Januari 2026; Diterima: 21 Januari 2026

 <http://dx.doi.org/10.55379/sjs.v5i2.201>

Corresponding author: Muchammad Asril Alfiansyah, Universitas Negeri Surabaya
Email: muchammad.21043@mhs.unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Manusia merupakan makhluk yang sangat bergantung pada gerakan karena hampir seluruh aktivitas kehidupan sehari-hari dilakukan melalui gerak tubuh. Gerakan yang optimal diperlukan agar keterampilan motorik berkembang dengan baik serta fungsi tubuh tetap terjaga. Aktivitas seperti berjalan, berlari, mengangkat, dan bekerja bergantung pada kemampuan tubuh untuk bergerak secara efektif dan efisien. Apabila kemampuan bergerak terganggu, maka kualitas hidup serta kinerja fungsional sehari-hari juga dapat menurun (Purnama & Graha, 2019; Booth et al., 2017). Namun demikian, perkembangan teknologi modern menyebabkan banyak aktivitas manusia menjadi lebih sedentary atau kurang bergerak. Gaya hidup *sedentary*, terutama kebiasaan duduk dalam waktu lama, semakin umum terjadi pada pekerja kantoran, pelajar, maupun mahasiswa. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan berbagai gangguan muskuloskeletal seperti kekakuan otot, penurunan fleksibilitas, serta peningkatan risiko cedera (WHO, 2020; Proper et al., 2021).

Salah satu kelompok otot yang sering mengalami penurunan fleksibilitas akibat durasi duduk yang lama adalah otot *hamstring*. Kekakuan otot *hamstring* didefinisikan sebagai penurunan rentang gerak sendi yang disertai rasa tidak nyaman pada bagian posterior paha, yang dapat memengaruhi

fungsi sendi panggul dan lutut (Hagos et al., 2025). Kondisi ini sering disebut sebagai *hamstring tightness*, yaitu keadaan ketika otot hamstring mengalami penurunan kemampuan untuk meregang sehingga membatasi *range of motion* (ROM) dan fungsi gerak. *Hamstring tightness* juga berhubungan dengan perubahan pola kontrol motorik, di mana otot *hamstring* cenderung berperan sebagai penstabil daripada sebagai penggerak utama, sehingga meningkatkan ketegangan otot dan membatasi fleksibilitas (Fatima et al., 2017; Behm et al., 2021). Selain itu, kondisi ini juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti cedera sebelumnya, adaptasi postural akibat posisi duduk yang berkepanjangan, serta kurangnya aktivitas peregangan otot (McHugh & Cosgrave, 2010).

Kekakuan otot hamstring tidak hanya menyebabkan penurunan fleksibilitas, tetapi juga berhubungan dengan berbagai gangguan muskuloskeletal seperti cedera otot hamstring, nyeri punggung bawah (*low back pain*), serta sindrom nyeri *patellofemoral* (Sassonker et al., 2023). Dalam jangka panjang, ketegangan pada otot hamstring dapat menyebabkan perubahan mekanika gerak panggul dan tulang belakang selama aktivitas sehari-hari yang dapat memicu nyeri kronis serta penurunan performa fungsional (Cuthbert, et al., 2020; Allam et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan suatu intervensi yang dapat membantu mengurangi ketegangan otot *hamstring* dan meningkatkan fleksibilitas otot. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *sport massage*.

Sport massage merupakan teknik manipulasi manual jaringan lunak tubuh yang bertujuan untuk meningkatkan sirkulasi darah, merelaksasi otot, serta mempercepat proses pemulihan jaringan (Weerapong et al., 2005). Teknik *sport massage* seperti *effleurage*, *petrissage*, *tapotement*, dan *friction* bekerja dengan cara merangsang jaringan otot sehingga dapat mengurangi ketegangan otot, meningkatkan aliran darah, serta memperbaiki elastisitas jaringan (Davis et al., 2020; Mustaqim et al., 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terapi *massage* dapat memberikan efek positif terhadap peningkatan fleksibilitas otot serta penurunan kekakuan jaringan lunak (Dakić et al., 2023). Meskipun teknik ini sering digunakan pada atlet sebagai

bagian dari strategi pemulihan, manfaat sport massage juga berpotensi diterapkan pada populasi umum, khususnya individu yang mengalami kekakuan otot akibat durasi duduk yang lama.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh treatment sport massage terhadap tightness otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk lama, sehingga diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah mengenai efektivitas sport massage dalam meningkatkan fleksibilitas otot pada populasi non-atlet yang memiliki gaya hidup *sedentary*.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode penelitian *quasi eksperimental* dengan pola *Pretest-Poestest Control Group Design*. Mahasiswa laki-laki jurusan Gizi berjumlah 15 angkatan 2023 dan 2024 yang akan menjadi subyek penelitian ini. Proses penelitian dibagi menjadi dua kelompok secara acak yaitu kelompok *eksperiment* dan kelompok kontrol. Kelompok eksperiment dilaksanakan dalam tiga tahap yaitu *pretest*, *treatment* (perlakuan), dan *posttest*, sedangkan kelompok kontrol hanya *pretest* dan *posttest*. Sebelum dan setelah perlakuan akan diberikan sebuah tes yaitu *Active Knee Extension Test* (AKET) untuk mengukur sudut fleksi lutut dengan Goniometer guna memperoleh hasil tes pemeriksaan awal (*pretest*) dan pemeriksaan akhir (*posttest*). Dengan tujuan membandingkan hasil sebelum dan sesudah intervensi untuk mengukur efek perlakuan.

Partisipan

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa laki-laki jurusan gizi angkatan 2023. Dalam penelitian ini populasi yang ada berjumlah 15 orang, karena jumlahnya ang sedikit maka disarankan sampel diambil dari keseluruhan populasi yang ada atau disebut total sampling. Manipulasi *Sport Massage* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *effleurage*, *petrissage*, *walken*, dan *shaking*. Pelaksanaan pemberian *Sport Massage* difokuskan pada otot Hamstring, otot *gluteus*, dan otot pada punggung bawah yang dimulai dengan posisi telungkup dan di lakukan setelah *posttest*.

Pemberian manipulasi Sport Massage dilakukan dengan durasi waktu penanganan awal 15 menit setiap orang dengan intensitas pemijatan menyesuaikan besar tebalnya otot. Untuk mengatasi jangka pendek jika hari selanjutnya mengalami *Tightness* otot Hamstring lagi, maka waktu pemberian manipulasi *Sport Massage* ditingkatkan menjadi 20 menit begitu seterusnya.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Active Knee Extension Test* (AKET) yang bertujuan untuk mengukur tingkat *tightness* atau kekakuan otot hamstring. Pengukuran dilakukan menggunakan goniometer untuk mengetahui sudut fleksi lutut secara objektif. Prosedur pengukuran dilakukan sebelum dan setelah pemberian perlakuan. Pengukuran awal (*pre-test*) dilakukan untuk mengetahui kondisi awal tingkat kekakuan otot hamstring pada subjek penelitian. Selanjutnya, setelah subjek mendapatkan perlakuan berupa sport massage, dilakukan kembali pengukuran akhir (*post-test*) menggunakan prosedur yang sama.

Dalam pelaksanaan *Active Knee Extension Test* (AKET), subjek berada pada posisi terlentang dengan sendi panggul dalam posisi fleksi 90°. Kemudian subjek diminta melakukan ekstensi lutut secara aktif hingga mencapai batas maksimal yang dapat dicapai tanpa menimbulkan rasa nyeri. Sudut ekstensi lutut tersebut kemudian diukur menggunakan goniometer untuk memperoleh nilai sudut fleksi lutut.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil *pre-test* dan *post-test* selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap tingkat *tightness* otot hamstring. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji menggunakan uji prasyarat untuk memastikan karakteristik data yang diperoleh.

Analisis perbedaan nilai sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok dianalisis menggunakan *Wilcoxon Signed Ranks Test*, karena data berskala ordinal dan jumlah sampel relatif kecil. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan

antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol.

Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan hasil antara kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan *sport massage* dan kelompok kontrol yang tidak diberikan perlakuan, digunakan uji *Mann-Whitney U*. Uji ini bertujuan untuk membandingkan perbedaan hasil pengukuran antara dua kelompok yang tidak berpasangan.

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Apabila nilai signifikansi (*p-value*) $< 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan maupun antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Seluruh proses analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics* untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

HASIL

Penelitian ini melibatkan 15 mahasiswa dengan durasi duduk lama, dibagi menjadi dua kelompok: kelompok eksperimen ($n = 8$) yang menerima *sport massage* dan kelompok kontrol ($n = 7$) yang tidak menerima perlakuan. Nilai *tightness* otot hamstring diukur menggunakan Active Knee Extension Test (AKET) sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) intervensi.

Tabel 1. Nilai AKET Pre-test dan Post-test Mahasiswa (Derajat)

Kelompok	N	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)	Δ (%)	p-value
Eksperimen	8	25,75 $\pm$ 2,91	18,25 $\pm$ 2,53	↓29,1%	0,001*
Kontrol	7	26,14 $\pm$ 3,11	24,57 $\pm$ 3,05	↓5,9%	0,045*

*Signifikan pada $p < 0,05$

Berdasarkan tabel 1, diperoleh data bahwa kelompok eksperimen yang berjumlah 8 orang memiliki nilai pretest sebesar 25,75 $\pm$ 2,91 dan setelah diberikan perlakuan *sport massage* nilai posttest menurun menjadi 18,25 $\pm$ 2,53. Penurunan ini menunjukkan adanya perubahan sebesar 29,1%, yang berarti terjadi penurunan *tightness* otot hamstring secara cukup besar setelah diberikan perlakuan. Hasil uji statistik menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,001 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest pada kelompok eksperimen. Hal

ini menunjukkan bahwa pemberian *sport massage* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan *tightness* otot *hamstring*.

Sementara itu, pada kelompok kontrol yang berjumlah 7 orang diperoleh nilai pretest sebesar $26,14 \pm 3,11$ dan nilai posttest sebesar $24,57 \pm 3,05$. Penurunan yang terjadi hanya sebesar 5,9%, yang menunjukkan perubahan yang relatif kecil dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Hasil uji statistik menunjukkan nilai p-value sebesar 0,045 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara *pretest* dan *posttest* pada kelompok kontrol, namun tingkat penurunannya tidak sebesar pada kelompok eksperimen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan *sport massage* memberikan pengaruh yang lebih efektif dalam menurunkan *tightness* otot *hamstring* dibandingkan tanpa perlakuan.

Sebelum melakukan analisis perbandingan antar kelompok, dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test pada nilai pre-test dan post-test AKET.

Tabel 2. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok	N	Pre-test (p-value)	Post-test (p-value)	Kesimpulan
Eksperimen	8	0,121	0,087	Normal
Kontrol	7	0,094	0,105	Normal

Keterangan: $p > 0,05$ menunjukkan data berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Homogenitas Levene's Test

Variabel	F	p-value	Kesimpulan
Pre-test AKET	0,156	0,699	Varians homogen
Post-test AKET	0,142	0,712	Varians homogen

Keterangan: $p > 0,05$ menunjukkan varians antar kelompok homogen.

Analisis *Wilcoxon Signed Ranks Test* menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami penurunan nilai *tightness* dari *pre-test* ke *post-test*, namun perubahan pada kelompok eksperimen lebih besar dan bermakna secara statistik ($p = 0,001$).

Tabel 4. Uji Mann–Whitney U (Perbandingan Post-test AKET Eksperimen vs Kontrol)

Kelompok	N	Median	Mann–Whitney U	Z	p-value
Eksperimen	8	18,0	5,0	-2,803	0,005*
Kontrol	7	24,5			

*Signifikan pada $p < 0,05$

Hasil uji *Mann–Whitney U* menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada hasil post-test ($p = 0,005$), menandakan bahwa sport massage efektif dalam mengurangi *tightness* otot hamstring.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *sport massage* efektif dalam mengurangi *tightness* otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk lama. Penurunan yang signifikan pada nilai AKET kelompok eksperimen mencerminkan peningkatan fleksibilitas hamstring setelah perlakuan massage. Temuan ini konsisten dengan laporan penelitian lain yang menemukan bahwa massage dapat meningkatkan fleksibilitas otot, termasuk hamstring (*masseffects*) dibandingkan tanpa intervensi ($p < 0,05$) dalam studi meta-analisis sebelumnya (Davis et al., 2020).

Penelitian oleh (Kaur & Sinha, 2020) juga menunjukkan bahwa *massage Swedish* 5 hari berturut-turut menghasilkan peningkatan fleksibilitas hamstring yang signifikan dalam parameter PSLR, AKET dan PKET pada atlet perempuan, walaupun tidak memengaruhi aspek agilitas. Hal ini mendukung temuan bahwa manipulasi manual jaringan lunak dapat memengaruhi panjang dan elastisitas otot secara akut.

Selain itu, beberapa penelitian eksperimental lain juga menemukan efek positif massage terhadap panjang otot hamstring, termasuk penelitian pada atlet hoki yang menunjukkan peningkatan panjang otot langsung setelah teknik massage klasik maupun DSTM dibandingkan kontrol (Hopper et al., 2005). Studi klasik Crosman et al. juga melaporkan peningkatan *range of motion* (ROM) setelah perlakuan *massage* dibandingkan tanpa *massage* (Crosman et al., 1984).

Efektivitas *massage* dalam peningkatan fleksibilitas dapat dijelaskan dari mekanisme fisiologis seperti peningkatan sirkulasi darah, pengurangan ketegangan fascia, dan stimulasi neuron-mekanis yang menurunkan resistensi otot terhadap peregangan. Hal ini juga tercatat dalam tinjauan pustaka bahwa *query massage* meningkatkan fleksibilitas meski efeknya lebih kecil dibanding metode lain seperti *stretch* jangka panjang, namun tetap berbeda signifikan dibanding tanpa perlakuan (Dakić et al., 2023).

Di samping itu, efektivitas *massage* juga terkait dengan penurunan DOMS (*delayed onset muscle soreness*) dan ketegangan yang dapat memengaruhi rentang gerak (ROM). Meta-analisis menemukan bahwa *sport massage* memberikan peningkatan kecil tetapi signifikan terhadap fleksibilitas dan DOMS di berbagai studi meskipun tidak secara langsung memperbaiki kinerja olahraga lainnya seperti sprint atau kekuatan (Davis et al., 2020).

Adapun penurunan yang kecil di kelompok kontrol dapat terjadi karena variasi individual dan kemungkinan adanya bias pengukuran. Hal ini menegaskan pentingnya adanya intervensi efektif seperti *sport massage* untuk meningkatkan fleksibilitas otot hamstring terutama pada populasi yang sering mengalami duduk berkepanjangan — suatu kondisi yang terbukti memberi dampak negatif pada elastisitas jaringan otot dan rentang gerak sendi. Referensi dalam penelitian lain menunjukkan bahwa metode selain *massage* seperti *stretching* dinamis atau statis juga dapat memengaruhi elastisitas hamstring secara berbeda, tetapi *massage* tetap memberikan efek yang relatif mudah diterapkan dan tidak memerlukan aktivitas fisik intens (Cai et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *sport massage* efektif dalam mengurangi *tightness* otot hamstring pada mahasiswa dengan durasi duduk lama. Kelompok eksperimen yang menerima perlakuan *sport massage* menunjukkan penurunan nilai AKET yang signifikan dibanding kelompok kontrol, baik secara uji *Wilcoxon* maupun *Mann-Whitney U*. Temuan ini menunjukkan bahwa *sport massage* dapat menjadi intervensi yang efektif dan

praktis untuk meningkatkan fleksibilitas otot *hamstring*, mencegah kekakuan otot, dan mengurangi risiko cedera akibat postur duduk lama.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan memperluas populasi, termasuk mahasiswa perempuan, pekerja kantoran, atau atlet, serta mengeksplorasi variasi durasi dan frekuensi *sport massage*. Penelitian selanjutnya juga dapat membandingkan *sport massage* dengan teknik lain seperti PNF *stretching* atau *foam rolling*, menambahkan pengukuran fisiologis lain seperti ketegangan otot atau sirkulasi darah, dan mempelajari efek jangka panjang untuk meningkatkan fleksibilitas, performa otot, serta pencegahan cedera secara lebih komprehensif.

KONTRIBUSI PENULIS

Muchammad Asril Alfiansyah: Writing - Review & editing, Software and Writing - Original Draft. **Joesoef Roepajadi:** Methodology. **Anna Noordia:** Methodology, Validating. **A. Burhanuddin Kusuma Nugraha:** Validating.

DAFTAR PUSTAKA

- Allam, N. M., Ebrahim, H. A., Megahed Ibrahim, A., Elneblawi, N. H., El-Sherbiny, M., & Fouda, K. Z. (2023). The association of hamstring tightness with lumbar lordosis and trunk flexibility in healthy individuals: gender analysis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1225973>
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2021). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 46(1), 1–11. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235>
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2017). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 7(4), 1143–1211. <https://doi.org/10.1002/cphy.c160025>
- Cai, P., Liu, L., & Li, H. (2023). Dynamic and static stretching on hamstring flexibility and stiffness: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*, 9(8), e18795. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18795>
- Crosman, L. J., Chateauvert, S. R., & Weisberg, J. (1984). The Effects of Massage to the Hamstring Muscle Group on Range of Motion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6(3), 168–172. <https://doi.org/10.2519/jospt.1984.6.3.168>
- Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., & Comfort, P. (2020). The Effect of Nordic *Hamstring* Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Medicine*, 50(1), 83–99.

<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01178-7>

- Dakić, M., Toskić, L., Ilić, V., Đurić, S., Dopsaj, M., & Šimenko, J. (2023). The Effects of Massage Therapy on Sport and Exercise Performance: A Systematic Review. *Sports*, 11(6), 110. <https://doi.org/10.3390/sports11060110>
- Davis, H. L., Alabed, S., & Chico, T. J. A. (2020). Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000614. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000614>
- Fatima, G., Qamar, M., Ul Hassan, J., & Basharat, A. (2017). Extended sitting can cause hamstring tightness. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 17(2), 110. https://doi.org/10.4103/sjsm.sjsm_5_17
- Hagos, A., Merchant, A. A., Kayani, B., Yasen, A. T., & Haddad, F. S. (2025). Risk factors and injury prevention strategies for hamstring injuries: a narrative review. *EFORT open reviews*, 10(8), 636–645. <https://doi.org/10.1530/EOR-2024-0135>
- Hopper, D., Conneely, M., Chromiak, F., Canini, E., Berggren, J., & Briffa, K. (2005). Evaluation of the effect of two massage techniques on hamstring muscle length in competitive female hockey players. *Physical Therapy in Sport*, 6(3), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.04.003>
- Kaur, K., & Sinha, A. G. K. (2020). Effectiveness of massage on flexibility of hamstring muscle and agility of female players: An experimental randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 519–526. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.029>
- McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 169–181. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>
- Mustaqim, R., Paramitha, S. T., & Rasydiq, H. (2021). *Masase Olahraga*.
- Proper, K. I., Singh, A. S., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. M. (2011). Sedentary Behaviors and Health Outcomes Among Adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(2), 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.10.015>
- Purnama, R. D., & Graha, A. S. (2019). Efektifitas masase dan terapi latihan fleksibilitas terhadap pemulihan rasa nyeri dan kelentukan extremitas bawah pada kiper. *Massage for Sport Therapy and Injury*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.33292/mastri.v1i1.4>
- Putri, L. S., Anjasmar, B., & Widanti, H. N. (2023). Differences in Nordic Hamstring Exercise and Contract Relax Stretching on Increasing Flexibility in Students with Hamstring Tightness at Muhammadiyah University of Sidoarjo: Perbedaan Nordic Hamstring Exercise dan Contract Relax Stretching Terhadap Peningkatan Fleksibilitas pada Mahasiswa dengan Hamstring Tightness di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. *Journal of Islamic and Muhammadiyah Studies*, 5, 10.21070/jims.v5i0.1571.

<https://doi.org/10.21070/jjms.v5i0.1571>

Sassonker, K., Magnezi, R., & Moran, D. (2023). Comparing right and left hamstring flexibility and its association to nonspecific lowr back pain among women of different age groups. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 36, 404–409.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.07.014>

Weerapong, P., Hume, P., & Kolt, G. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Medicine*, 35(3), 235–256. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00004>

World Health Organization. (2020). *Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>