

PERBEDAAN DOMS SETELAH LATIHAN SQUAT, LUNGE, DEADLIFT, DAN STEP-UP PADA ATLET TAEKWONDO

Andy Widhiya Bayu Utomo¹, Annas Ridloh Ahmad Izzudin², Anwas Mashuri³, Januar Abdilah Santoso⁴, Mohammad Syafruddin Kuryanto⁵

^{1,2,3}STKIP Modern Ngawi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur⁴, Universitas Muria Kudus⁵
¹andywbu@stkipmodernngawi.ac.id

Abstract

This study aims to compare the level of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) experienced by Taekwondo athletes after performing Squat, Lunge, Deadlift, and Step-up exercises. A quantitative experimental method with a pretest-posttest design was employed, involving 32 athletes aged 18–21 years from Ngawi Regency, East Java. DOMS was measured using the Visual Analog Scale (VAS) at 24, 48, and 72 hours post-exercise. The results showed that Deadlift induced the highest DOMS levels, followed by Squat, Lunge, and Step-up. DOMS intensity significantly decreased from 24 to 72 hours after exercise. These findings emphasize the importance of appropriate load management and recovery time in optimizing athlete performance and minimizing the risk of injury due to DOMS. This study provides practical guidance for developing training programs and recovery strategies for martial arts athletes, particularly Taekwondo.

Keywords: DOMS, strength training, Taekwondo, Squat, Lunge, Deadlift, Step-up

Abstrak

Penelitian ini bertujuan membandingkan tingkat Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) pada atlet Taekwondo setelah menjalani latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Metode yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental dengan desain pretest-posttest melibatkan 32 atlet berusia 18–21 tahun dari Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Pengukuran DOMS dilakukan menggunakan Visual Analog Scale (VAS) pada 24, 48, dan 72 jam setelah latihan. Hasil penelitian menunjukkan latihan Deadlift menghasilkan tingkat DOMS tertinggi diikuti Squat, Lunge, dan Step-up. Intensitas DOMS menurun secara signifikan dari 24 hingga 72 jam pasca latihan. Temuan ini menegaskan perlunya pengaturan beban latihan dan waktu pemulihan yang tepat untuk mengoptimalkan performa atlet serta mengurangi risiko cedera akibat DOMS. Penelitian ini memberikan dasar praktis dalam pengembangan program latihan dan strategi pemulihan atlet bela diri, khususnya Taekwondo.

Kata Kunci: DOMS, latihan kekuatan, Taekwondo, Squat, Lunge, Deadlift, Step-up

Submitted: 2025-05-07

Revised: 2025-05-19

Accepted: 2025-05-27

PENDAHULUAN

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah rasa sakit otot yang muncul setelah beberapa waktu, biasanya terasa dalam rentang 24 hingga 72 jam setelah aktivitas fisik yang melibatkan kontraksi eksentrik, terutama jika tubuh belum terbiasa dengan jenis latihan tersebut. Kondisi ini dapat bertahan hingga 5 sampai 7 hari, bergantung pada intensitas dan jenis latihan yang dilakukan (Bitra & Rajesh, 2021). Fenomena DOMS ini menjadi masalah signifikan dalam dunia olahraga karena dapat menghambat proses pemulihan dan mengurangi performa atlet. Hal ini berlaku pula bagi atlet bela diri, khususnya Taekwondo, yang sangat bergantung pada kekuatan dan daya tahan otot tungkai. Dalam program pelatihan atlet Taekwondo, latihan kekuatan seperti Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up menjadi komponen utama untuk meningkatkan kemampuan otot dan kinerja atlet secara keseluruhan (Choe et al., 2021; Firdausi et al., 2023). Akan tetapi, latihan-latihan tersebut juga dikenal sebagai pemicu utama DOMS karena dominasi kontraksi eksentrik yang menimbulkan kerusakan mikroskopis pada serat otot, yang kemudian memicu proses inflamasi dan nyeri (Markus et al., 2021; Nazarudin et al., 2021).

DOMS yang tidak ditangani dengan tepat dapat menimbulkan penurunan kualitas latihan dan mengganggu kontinuitas proses pembinaan fisik atlet. Dalam konteks olahraga bela diri seperti Taekwondo, ketidaksiapan fisik akibat DOMS berpotensi meningkatkan risiko cedera selama latihan maupun saat kompetisi (Lesmana, 2019). Latihan Squat dan Deadlift, misalnya, secara khusus menuntut keterlibatan otot pinggul, paha depan, paha belakang, dan gluteus yang besar, sehingga cenderung menghasilkan tingkat DOMS yang cukup signifikan (Choe et al., 2021; Del Vecchio et

al., 2018). Di sisi lain, Lunge dan Step-up juga melibatkan gerakan yang menuntut kerja eksentrik berulang dengan beban tubuh dan tambahan beban eksternal, yang mungkin menghasilkan pola DOMS berbeda karena karakter biomekanik yang tidak sama (Marathamuthu et al., 2020). Oleh karena itu, pemahaman yang jelas tentang bagaimana masing-masing latihan ini memengaruhi tingkat dan durasi DOMS pada atlet Taekwondo menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan program latihan dan pemulihan yang efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan tingkat DOMS yang dialami oleh atlet Taekwondo setelah melaksanakan latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis latihan yang paling berpotensi menyebabkan DOMS, serta memahami bagaimana variasi tingkat DOMS tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang program latihan yang optimal dan strategi pemulihan yang lebih efisien. Dengan memahami hal tersebut, pelatih dan atlet dapat mengelola volume dan intensitas latihan dengan lebih tepat sehingga peningkatan kekuatan otot dapat dicapai tanpa mengorbankan kesiapan fisik akibat nyeri otot berlebihan.

Pentingnya penelitian ini sangat besar karena DOMS merupakan salah satu faktor pembatas utama yang sering dialami atlet setelah sesi latihan berat, terutama latihan yang mengandung banyak kontraksi eksentrik (Yoon et al., 2020). Dalam olahraga bela diri yang menuntut kesiapan fisik dan kemampuan teknis optimal dalam waktu singkat, DOMS dapat menyebabkan penurunan kecepatan pemulihan, kekakuan otot, dan keterbatasan gerakan yang signifikan, sehingga berpotensi menurunkan performa secara keseluruhan (Zhao, 2023). Karena itu, penelitian ini sangat penting sebagai dasar ilmiah bagi pelatih dan atlet dalam merancang program latihan yang fokus pada peningkatan kekuatan otot secara efisien tanpa mengurangi kesiapan fisik yang terganggu akibat DOMS. Hasil penelitian ini juga bisa menjadi acuan penting dalam mengembangkan metode pemulihan yang tepat, baik melalui terapi fisik, intervensi nutrisi, maupun pendekatan lainnya yang telah terbukti efektif secara ilmiah dalam mengurangi intensitas DOMS (Nazarudin et al., 2021). Dengan mengetahui latihan mana yang paling berpotensi menimbulkan DOMS, intervensi pemulihan dapat dilakukan secara spesifik sehingga proses adaptasi dan peningkatan performa berjalan lebih cepat dan optimal.

Dalam kajian literatur terkait, DOMS telah menjadi subjek penelitian yang luas dalam fisiologi olahraga. Mekanisme DOMS terutama berkaitan dengan kerusakan mikroskopis pada serat otot akibat kontraksi eksentrik, yang menyebabkan peradangan dan aktivasi reseptor nyeri, sehingga menimbulkan sensasi nyeri dan kekakuan pada otot yang terdampak (Markus et al., 2021; Bitra & Rajesh, 2021). Latihan eksentrik seperti Squat, Deadlift, Lunge, dan Step-up memicu DOMS dengan cara berbeda sesuai pola gerak dan keterlibatan otot-otot tertentu. Penelitian biomekanik menunjukkan bahwa Deadlift memberikan beban yang cukup besar pada otot pinggul dan paha belakang, sementara Squat lebih menargetkan otot paha depan dan gluteus melalui gerakan yang melibatkan banyak sendi secara kompleks (Choe et al., 2021; Del Vecchio et al., 2018). Lunge dan Step-up, walaupun secara teknis lebih sederhana, melibatkan gerakan beban tubuh yang signifikan dengan dominasi gerak unilateral yang dapat menimbulkan tingkat kerusakan otot yang berbeda pula (Marathamuthu et al., 2020). Penilaian DOMS sering dilakukan menggunakan skala subjektif seperti Visual Analog Scale (VAS), yang efektif mengukur intensitas nyeri dari waktu ke waktu pasca latihan (Sari et al., 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa latihan dengan tekanan eksentrik tinggi cenderung menghasilkan DOMS yang lebih berat dan bertahan lebih lama (Close et al., 2005; Yoon et al., 2020). Akan tetapi, studi yang membandingkan tingkat DOMS dari keempat latihan ini secara langsung, khususnya pada populasi atlet Taekwondo, masih sangat terbatas sehingga penelitian ini penting untuk mengisi kekosongan tersebut.

Secara khusus, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan terkait perbandingan tingkat DOMS pada latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up dalam konteks atlet Taekwondo. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak membahas DOMS dan latihan eksentrik secara umum atau pada cabang olahraga lain, tanpa mempertimbangkan karakteristik unik latihan dan kebutuhan fisik atlet bela diri (Close et al., 2005; Lesmana, 2019). Kesenjangan ini sangat penting mengingat tiap latihan memiliki pola biomekanik dan fisiologis yang berbeda yang memengaruhi

respons otot terhadap beban dan kontraksi, sehingga DOMS yang muncul pun berbeda intensitas dan durasinya (Choe et al., 2021). Selain itu, konteks atlet Taekwondo yang menuntut pemulihan cepat untuk menjaga kontinuitas latihan dan kompetisi mengharuskan pendekatan yang lebih spesifik dan aplikatif (Firdausi et al., 2023). Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi orisinal dan aplikatif dalam mengoptimalkan program latihan serta strategi pemulihan yang tepat sasaran bagi atlet bela diri.

Sehingga, penelitian ini tidak hanya memperkaya pemahaman ilmiah mengenai mekanisme DOMS dalam berbagai jenis latihan, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan metode latihan dan strategi pemulihan yang lebih efisien dan efektif. Hasilnya akan membantu pelatih dan atlet Taekwondo mengelola beban latihan secara optimal, meningkatkan performa, sekaligus mengurangi risiko cedera akibat DOMS yang berkepanjangan. Penelitian ini juga menjadi acuan penting dalam bidang fisiologi olahraga dan pembinaan atlet bela diri, khususnya dalam mengatasi kendala nyeri otot pasca latihan yang sering dialami.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen kuantitatif dengan desain pretest-posttest untuk membandingkan tingkat Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) pada atlet Taekwondo setelah melakukan empat tipe latihan kekuatan, yaitu Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Metode ini dipilih agar dapat secara objektif mengukur perbedaan intensitas DOMS yang dialami pada masing-masing jenis latihan dalam kondisi yang terkontrol dan sistematis.

Sampel penelitian terdiri dari 32 atlet Taekwondo aktif yang berasal dari Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Atlet pria dan wanita berusia antara 18 hingga 21 tahun dipilih secara purposive berdasarkan kriteria inklusi, yaitu memiliki pengalaman latihan kekuatan sekurang-kurangnya satu tahun dan dalam kondisi fisik yang sehat tanpa cedera yang dapat menghambat pelaksanaan latihan. Protokol latihan dirancang menggunakan beban sebesar 70% dari 1 Repetition Maximum (1RM) untuk setiap latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Setiap sesi latihan mencakup tiga set, di mana setiap set terdiri dari 10 repetisi. Waktu istirahat antar set diberikan selama 90 detik guna memberikan pemulihan optimal tanpa kehilangan intensitas latihan. Pemilihan beban, repetisi, dan durasi istirahat ini disesuaikan dengan standar latihan kekuatan yang efektif sekaligus mampu memicu DOMS yang dapat diukur secara objektif.

Pelaksanaan latihan dilakukan secara bergiliran untuk setiap jenis latihan, dengan jeda waktu pemulihan minimal tujuh hari antar sesi untuk memastikan bahwa efek DOMS dan kelelahan dari latihan sebelumnya tidak memengaruhi hasil pengukuran pada latihan berikutnya. Seluruh sesi latihan diawasi secara ketat oleh pelatih dan peneliti untuk menjamin konsistensi teknik, beban, jumlah repetisi, dan durasi istirahat sesuai dengan protokol yang telah ditetapkan. Pengawasan yang cermat ini juga bertujuan meminimalkan variabilitas hasil yang mungkin timbul akibat faktor teknis maupun non-teknis selama latihan.

Observasi tingkat DOMS dilakukan melalui pengukuran menggunakan Visual Analog Scale (VAS) pada waktu 24, 48, dan 72 jam pasca latihan. Pengukuran ini dilakukan secara longitudinal untuk memantau perubahan intensitas nyeri otot dari waktu ke waktu secara rinci. Selain pengukuran subjektif, peneliti juga melakukan observasi langsung terhadap kondisi fisik para atlet selama periode penelitian guna memastikan tidak ada cedera atau faktor lain yang dapat mempengaruhi validitas data. Observasi ini juga menjadi validasi terhadap laporan subjektif dari atlet terkait tingkat nyeri yang mereka alami.

Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan analisis statistik menggunakan metode deskriptif dan inferensial, seperti ANOVA satu arah atau uji non-parametrik yang sesuai dengan distribusi data. Analisis ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam tingkat DOMS antara berbagai jenis latihan yang diuji. Hasil analisis tersebut kemudian dievaluasi untuk menilai efektivitas protokol latihan dalam memengaruhi DOMS,

sekaligus menjadi dasar rekomendasi perbaikan atau modifikasi program latihan serta intervensi pemulihan yang bertujuan mengoptimalkan kesiapan fisik atlet.

Penelitian ini mengadopsi pendekatan siklus atau daur ulang, di mana hasil evaluasi dari satu siklus latihan digunakan sebagai masukan penting untuk merancang siklus latihan selanjutnya. Siklus ini memungkinkan adanya penyesuaian beban, volume latihan, dan durasi istirahat guna mengurangi dampak DOMS sekaligus meningkatkan adaptasi otot dan performa atlet secara berkelanjutan. Dengan pendekatan siklikal tersebut, penelitian tidak hanya berhenti pada satu percobaan saja, melainkan membuka peluang pengembangan latihan yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan fisik atlet Taekwondo.

Pendekatan metodologis yang sistematis dan terstruktur ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif dan aplikatif mengenai pengaruh berbagai jenis latihan terhadap DOMS. Selain itu, prosedur penelitian yang detail dan terstandarisasi ini memastikan bahwa penelitian dapat direplikasi oleh peneliti lain dan memberikan kontribusi ilmiah yang kredibel bagi bidang fisiologi olahraga serta pembinaan atlet bela diri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data deskriptif sampel penelitian menunjukkan bahwa penelitian ini melibatkan 32 atlet Taekwondo aktif dari Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Dari jumlah tersebut, 20 atlet berjenis kelamin laki-laki dan 12 atlet perempuan, dengan rentang usia antara 18 hingga 21 tahun dan rata-rata usia 19,5 tahun ($SD = 1,1$). Semua atlet telah memiliki pengalaman latihan kekuatan minimal satu tahun dan dalam kondisi fisik sehat tanpa cedera yang dapat mempengaruhi pelaksanaan latihan. Lokasi penelitian dilakukan di fasilitas pelatihan resmi Taekwondo di STKIP Modern Ngawi, yang memenuhi standar fasilitas olahraga dan pengawasan latihan.

Data pengukuran Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) dikumpulkan menggunakan Visual Analog Scale (VAS) pada interval waktu 24, 48, dan 72 jam setelah pelaksanaan masing-masing latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Hasil rata-rata nilai VAS serta standar deviasi untuk tiap latihan pada setiap interval waktu disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata - rata Skor VAS DOMS Atlet Taekwondo pada 24, 48, dan 72 jam Pasca Latihan

Jenis Latihan	Waktu Pengukuran	Rata-rata VAS (mm)	Standar Deviasi (SD)
Squat	24 jam	46.5	7.8
	48 jam	38.9	6.5
	72 jam	27.3	5.9
Lunge	24 jam	44.1	8.2
	48 jam	35.7	7.1
	72 jam	24.8	5.2
Deadlift	24 jam	53.7	9.3
	48 jam	46.2	8.7
	72 jam	32.1	6.8
Step-up	24 jam	40.8	7.5
	48 jam	33.5	6.0
	72 jam	22.4	4.7

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa latihan Deadlift menghasilkan skor DOMS tertinggi di semua waktu pengukuran, dengan rata-rata VAS 53,7 mm pada 24 jam, yang menunjukkan tingkat nyeri otot paling intens dibandingkan Squat, Lunge, dan Step-up. Latihan Squat menempati posisi kedua dengan skor rata-rata 46,5 mm, diikuti oleh Lunge dan Step-up yang masing-masing memiliki skor nyeri lebih rendah. Secara umum, skor nyeri otot menurun secara signifikan dari 24 jam ke 72 jam pasca latihan, mengindikasikan proses pemulihan DOMS yang berjalan normal.

Perbedaan tingkat DOMS antar latihan ini dapat dijelaskan dari aspek biomekanik dan fisiologis latihan tersebut. Deadlift dikenal memberikan tekanan eksentrik yang sangat besar pada otot pinggul dan paha belakang, yang menyebabkan kerusakan mikroskopis pada serat otot lebih signifikan sehingga memicu nyeri yang lebih intens (Choe et al., 2021; Del Vecchio et al., 2018). Squat juga melibatkan banyak kelompok otot besar, khususnya otot paha depan dan gluteus, namun dengan distribusi beban yang berbeda, sehingga menghasilkan tingkat DOMS yang sedikit lebih rendah. Sementara itu, Lunge dan Step-up merupakan latihan yang lebih fokus pada gerakan unilateral dengan beban relatif lebih ringan, sehingga menimbulkan DOMS yang lebih rendah (Marathamuthu et al., 2020).

Penurunan skor DOMS dari 24 jam hingga 72 jam pada semua latihan menunjukkan bahwa nyeri otot akibat DOMS bersifat sementara dan otot mengalami pemulihan sesuai mekanisme fisiologis yang normal (Markus et al., 2021; Bitra & Rajesh, 2021). Namun, perbedaan skor yang signifikan pada fase awal pemulihan menegaskan pentingnya waktu pemulihan yang cukup untuk tiap jenis latihan agar nyeri tidak mengganggu performa latihan atau kompetisi selanjutnya.

Temuan ini menegaskan bahwa pengaturan program latihan pada atlet Taekwondo harus memperhatikan jenis latihan dan dampaknya terhadap DOMS. Latihan dengan potensi DOMS tinggi seperti Deadlift mungkin memerlukan interval pemulihan lebih panjang atau intervensi pemulihan yang efektif. Sedangkan latihan seperti Step-up yang menimbulkan DOMS lebih ringan dapat digunakan untuk latihan dengan frekuensi yang lebih tinggi tanpa risiko kelelahan berlebih.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menguatkan rekomendasi bahwa perancangan program latihan dan pemulihan atlet bela diri perlu disesuaikan dengan karakteristik masing-masing latihan untuk mengoptimalkan performa dan mengurangi risiko cedera akibat DOMS. Hal ini sejalan dengan temuan dan rekomendasi dalam literatur terkait (Yoon et al., 2020; Nazarudin et al., 2021).

SIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan adanya perbedaan signifikan dalam tingkat Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) yang dialami oleh atlet Taekwondo setelah melaksanakan latihan Squat, Lunge, Deadlift, dan Step-up. Deadlift menyebabkan tingkat DOMS tertinggi, diikuti oleh Squat, Lunge, dan Step-up. Intensitas nyeri otot cenderung menurun secara signifikan dari 24 jam hingga 72 jam pasca latihan pada semua jenis latihan, yang mengindikasikan proses pemulihan yang berlangsung secara bertahap dan normal. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pengaturan beban dan waktu pemulihan yang sesuai dalam perancangan program latihan atlet Taekwondo, khususnya untuk latihan dengan potensi DOMS tinggi seperti Deadlift. Dengan demikian, pemilihan jenis latihan dan durasi istirahat yang tepat sangat diperlukan untuk mengoptimalkan performa atlet sekaligus meminimalkan risiko cedera akibat DOMS. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dan akademik dalam pengembangan program latihan dan pemulihan atlet bela diri, serta menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, N., Agus, A., Alimuddin, A., & Gemaini, A. (2020). Pengaruh latihan mental imagery terhadap hasil tembakan atlet menembak air riffel Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Stamina*, 3(8), 655-660. <http://stamina.ppj.unp.ac.id/index.php/jst/article/view/602>
- Bitra, M., & Rajesh, P. (2021). Mechanism and theories for delayed onset of muscle soreness in athletes. *International Journal of Scientific Advances, Special Issue 1*.
- Chan, F. (2012). Strength training (Latihan kekuatan). *Cerdas Sifa*, 1(1), 1–8. <https://online-journal.unja.ac.id/index.php/csp/article/view/703>

- Close, G. L., Ashton, T., McArdle, A., & Shipp, D. B. (2005). The biochemical and morphological changes in human muscle after eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5-6), 537–544. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1242-3>
- Sidik, D. Z., Pesurnay, P. L., & L. A. (2019). Pelatihan kondisi fisik. PT Remaja Rosdakarya.
- Firdausi, M., Nugraha, A., & Prabowo, A. (2023). Latihan kekuatan otot pada atlet Taekwondo: Studi terbaru. *Jurnal Ilmiah Olahraga*, 14(1), 45-55.
- Hendrawan, A., & Setiyawati, D. (2015). Efektivitas modalitas terapi peregangan sebelum – sesudah latihan dalam mencegah delayed onset muscle soreness. *Jurnal Kesehatan Al-Irsyad*, 8(2), 12–17.
- I Wayan Artanayasa. (2014). *Panahan*. Graha Ilmu.
- Jusuf, J. B. K., Raharja, A. T., Mahardhika, N. A., & Festiawan, R. (2020). Pengaruh teknik effleurage dan petrissage terhadap penurunan perasaan lelah pasca latihan pencak silat. *Jurnal Keolahragaan*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.21831/jk.v8i1.30572>
- Kazmi, K., & Ngo, M. (2020). The role of eccentric exercises on muscle soreness and injury prevention. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(4), 393-401.
- Lesmana, H. S., Padli, P., & Broto, E. P. (2018). Pengaruh recovery aktif dan pasif dalam latihan. *JOSSAE: Journal Of Sport Science And Education*, 2(2), 38. <https://doi.org/10.26740/jossae.v2n2.p38-41>
- Marathamuthu, S. K., Kumar, R., & Selvaraj, M. (2020). Effect of sports massage manipulation on delayed onset muscle soreness. *International Journal of Sports Science*, 8(3), 56-62.
- Mulya, D. Y., Suwondo, A., & Setyaningsih, Y. (2021). Kajian pustaka pemberian sport massage dan stretching terhadap pemulihan kelelahan otot dan kadar asam laktat pada atlet. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 79–86.
- Nasrulloh, A., Prasetyo, Y., & Apriyanto, K. D. (2018). *Dasar-dasar latihan beban*. UNY Press.
- Nazarudin, N., Ahmad, F., & Abdullah, N. (2021). Recovery strategies for delayed onset muscle soreness in athletes. *Journal of Physical Therapy Science*, 33(6), 492-500.
- Nugroho, S., Hadi Karyono, T., Dwihandaka, R., Duwi, D., & Pambudi, K. (2020). Efektivitas terapi air hangat, dingin dan kontras terhadap nyeri, kelelahan, dan daya tahan otot. *Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 6(2), 466–482. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v6i2.14413
- Parwata, I. M. Y. (2015). Kelelahan dan recovery dalam olahraga. *Khatulistiwa Informatika*, 3(2), 124–133.
- Pan, J., Pan, J., & Xu, D. (2020). The effects of step-up exercises on lower limb strength and DOMS. *Journal of Sports Rehabilitation*, 29(4), 453-460.
- Prikhodko, D., Krasilshchikov, O., & Malyshev, V. (2023). Muscle fatigue and recovery in taekwondo athletes. *Journal of Martial Arts Studies*, 7(1), 33-44.
- Putra, R. T., Jayadilaga, Y., & Aryatama, B. (2022). Analisis delayed onset muscle soreness (DOMS) pasca latihan beban pada atlet panahan Science Archery School. *Jurnal Stamina*, 5(6), 247-257. <http://stamina.ppj.unp.ac.id/index.php/jst/article/view/602>
- Ramdan Pelana, N. D. Ok. (2017). *Teknik dasar olahraga panahan*. Rajawali Pers.
- Sanjaya, E. J., Ayusari, A. A., Ghozali, D. A., & Wiboworini, B. (2021). Efektivitas suplementasi branched-chain amino acid (BCAA) terhadap timbulnya delayed onset muscle soreness (DOMS). *Journal of Nutrition College*, 10(2), 149–155. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i2.29947>

- Sari, S. (2016). Mengatasi DOMS setelah olahraga. *Journal Research of Physical Education*, 7(1), 97–107.
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Wahyuri, B. H., & A. S. (2019). *Pembentukan kondisi fisik*. Rajawali Pers.
- Yoon, T., Schlinder-Delap, B., & Knight, C. (2020). Mechanisms and prevention of delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 50(10), 1665-1678.
- Zhao, Y. (2023). Training and recovery in Taekwondo: Managing muscle soreness and injury. *Asian Journal of Sports Science*, 11(2), 124-130.