

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TERAPI *ULTRASOUND* SEBAGAI TERAPI NYERI DOMS OTOT QUADRICEPS PADA ATLET BOLA TANGAN PUTRA

Fahrie Almeyda¹, Roy Januardi Irawan²

^{1,2} Program Studi Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: fahrie3105almeyda@gmail.com¹, royjanuardi@unesa.ac.id²

Abstrak

Nyeri otot tertunda adalah kondisi nyeri dan kekakuan yang terjadi pada otot setelah aktivitas fisik yang berat atau tidak biasa. Hingga saat ini mekanisme terjadinya DOMS ini belum ada kepastian yang jelas, namun peneliti merujuk pada teori kerusakan jaringan ikat dan teori inflamasi. Terapi *ultrasound* telah digunakan dalam praktik klinis untuk mengurangi nyeri dan peradangan pada otot. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh secara signifikan penggunaan *ultrasound* terhadap penurunan nyeri DOMS di otot quadriceps. Metode penelitian ini menggunakan kuantitatif deskriptif eksperimen dengan desain two group *pretest-posttest*. Subjek penelitian yang digunakan 10 atlet di kelompok kontrol dan 10 atlet di kelompok eksperimen. Kelompok eksperimen menerima terapi *ultrasound* selama 10-15 menit pada otot quadriceps subjek, Sementara kelompok kontrol melakukan jalan kaki. Instrumen yang digunakan adalah VAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok intervensi memiliki penurunan yang signifikan pada tingkat nyeri pada VAS dibandingkan dengan kelompok kontrol. Rata-rata penurunan skor VAS pada kelompok eksperimen sebesar $2,20 \pm (-9,5115)$, pada kelompok kontrol sebesar $0,80 \pm (-0,02769)$. Sedangkan uji hipotesis menggunakan uji *paired sample t test* mendapatkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05 (\pm 1.03280)$. Simpulan dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh secara signifikan penggunaan terapi *ultrasound* terhadap penurunan nyeri otot tertunda di bagian otot paha depan.

Kata kunci: doms, *ultrasound*, latihan eksentrik

Abstract

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) is a condition of pain and stiffness that occurs in muscles after heavy or unusual physical activity. To date, the mechanism of DOMS occurrence is not clearly known, but researchers refer to the theories of connective tissue damage and inflammation. Ultrasound therapy has been used in clinical practice to reduce pain and inflammation in muscles. The purpose of this study is to determine the significant effect of ultrasound use on the reduction of DOMS pain in the front thigh muscles. This research method used a descriptive experimental quantitative research with a two-group pretest-posttest design. The research subjects used were 10 athletes in the control group and 10 athletes in the experimental group. The experimental group received ultrasound therapy for 10-15 minutes on the quadriceps muscle of the subjects, while the control group walked. The instrument used is VAS. The results showed that the intervention group had a significant decrease in pain level on the VAS compared to the control group. The average decrease in VAS score in the experimental group was $2.20 \pm (-9.5115)$, while in the control group it was only $0.80 \pm (-0.02769)$. The hypothesis test using paired sample t-test obtained a significance value of $0.000 < 0.05 (\pm 1.03280)$. The conclusion of this study is that there is a significant effect of ultrasound therapy on the reduction of delayed onset muscle soreness in the front thigh muscles.

Keywords: doms, *ultrasound*, eccentric exercise

PENDAHULUAN

Kemampuan fisik adalah kemampuan memfungsikan organ-organ tubuh dalam melakukan aktivitas fisik. Kemampuan fisik sangat penting untuk mendukung mengembangkan aktifitas psikomotor (Candra et al., 2019). Aktivitas fisik yang dilakukan secara berlebihan dapat memicu nyeri otot akut hingga kronis dan dapat menghasilkan

penurunan waktu istirahat. Secara umum, terdapat indikasi bahwa latihan fisik perlu dilakukan untuk mempertahankan tingkat kebugaran yang tinggi (Hüttermann & Memmert, 2014). Mengembangkan dan meningkatkan kondisi fisik secara maksimal merupakan salah satu tujuan dari latihan fisik. Banyak perubahan yang terjadi pada tubuh ketika melakukan aktivitas fisik ataupun olahraga seperti (jantung, otot, paru-paru, ginjal dan lainnya) yang akan menimbulkan efek baik sementara ataupun permanen dengan tujuan untuk kesehatan dan prestasi (Umar, 2014). Dengan melakukan latihan fisik secara maksimal akan menimbulkan risiko nyeri otot hingga cedera olahraga (Anggriawan, 2015). Olahraga bola tangan merupakan olahraga beregu berhubungan dengan kontak tubuh yang rentan dengan cedera salah satunya tubuh bagian bawah yaitu tungkai, tungkai ini memiliki fungsi untuk berlari dan melompat. Latihan fisik dengan keadaan otot memanjang atau eksentrik dapat membantu memodifikasi kurva gaya eksentrik pada akhir gerakan untuk menghindari cedera. Namun efek samping dari latihan eksentrik ini ialah menimbulkan kerusakan otot yang terjadi pada atlet (Peake et al., 2017). Menurut (Zuo et al., 2014) latihan secara teratur memiliki manfaat bagi kebugaran tubuh, namun latihan yang tidak biasa dilakukan secara berlebihan dapat menghasilkan terjadinya kerusakan otot, inflamasi atau peradangan dan peningkatan spesies oksigen reaktif yang dapat menimbulkan peningkatan radikal bebas dalam tubuh.

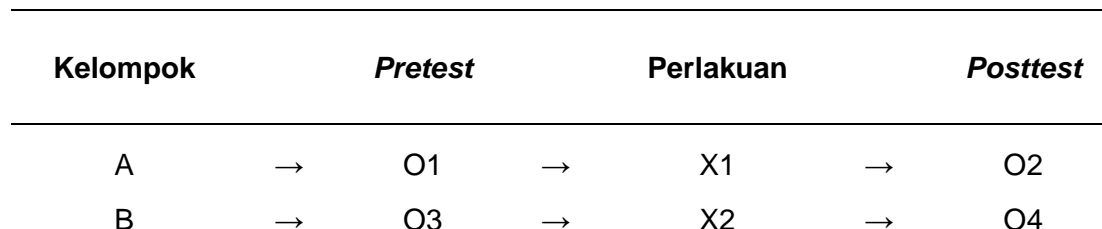
Kelelahan otot terjadi karena latihan yang dilakukan dengan intensitas dan volume tinggi yang menghasilkan ketidaknyamanan pada struktur otot mulai dari intraseluler, ekstraseluler dan sarkolema sehingga mengakibatkan nyeri otot tertunda (Pearcey et al., 2015). Pada penelitian (Huang et al., 2021) ditunjukkan bahwa *delayed onset muscle soreness* (DOMS) ini terjadi karena adanya latihan eksentrik dengan intensitas tinggi yang dilakukan secara berulang sehingga menghasilkan nyeri pada otot. Nyeri otot tertunda diklasifikasikan seperti jenis kerusakan otot yang disebabkan oleh latihan eksentrik, tetapi berlainan pada kelelahan fisik yang berkembang selama atau segera setelah latihan eksentrik. Sensasi terkait dengan nyeri otot tertunda sangat bervariasi mulai dari ketegangan otot ringan yang dapat mengganggu aktivitas fisik dan rasa sakit yang membatasi setiap ingin melakukan gerakan (Kantanista et al., 2016). Nyeri otot tertunda terjadi karena penyebab utamanya penurunan kapasitas fisik pada kekuatan otot dan rentang gerak tubuh serta membawa tekanan psikologis terutama saat atlet melakukan latihan setiap harinya, hal ini menjadikan atlet kurang nyaman saat melakukan latihan. Menurut (Irawan, 2023) banyak asumsi di masyarakat umum bahwa DOMS dikatakan seperti cedera olahraga. Asumsi ini banyak memicu kontra sehingga perlu adanya data valid untuk seperti pembuktian, apakah termasuk dalam kategori cedera atau tidak. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan suatu alat bantu untuk dapat memberikan penanganan pada DOMS yaitu dengan cara terapi *ultrasound*.

Ultrasound atau ultrasonik terdiri dari gelombang suara mekanis yang diciptakan oleh gerakan molekul isolasi dalam media propagasi. Gelombang *ultrasound* memiliki frekuensi yang terbagi dalam dua kategori yakni gelombang intensitas rendah dan gelombang intensitas tinggi yaitu 1 dan 3 MHz (Gallo et al., 2018). Apabila gelombang ultrasonik masuk pada jaringan efek yang diterima adalah efek biologis, efek mekanik dan efek termal. Penggunaan *ultrasound* saat ini cukup diminati oleh fisioterapi dan medis karena mampu memperbaiki sistem muskuloskeletal pada tubuh (Bailey et al., 2015).

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah efek umum yang terjadi setelah latihan fisik intensitas tinggi atau aktivitas fisik yang tidak biasa. DOMS ditandai dengan rasa sakit, kekakuan, dan ketidaknyamanan pada otot yang muncul beberapa jam hingga satu atau dua hari setelah aktivitas. Terapi *ultrasound* telah digunakan dalam pengobatan cedera olahraga dan kondisi muskuloskeletal lainnya. Namun, masih diperlukan lebih banyak bukti ilmiah mengenai efektivitas terapi *ultrasound* dalam mengatasi nyeri DOMS. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh secara signifikan penggunaan *ultrasound* terhadap penurunan nyeri DOMS di otot paha depan.

METODE

Peneliti menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Desain penelitian yang diterapkan oleh peneliti adalah *two group pretest posttest* dengan bentuk di mana partisipan dipilih secara random (Ahyar et al., 2020). Penelitian ini terdiri dari dua kelompok yang masing-masing diberikan perlakuan dengan menggunakan model terapi *ultrasound* dan berjalan yang kemudian diukur menggunakan *visual analogue scale* serta dilampirkan hasil data berupa *pretest* dan *posttest*.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

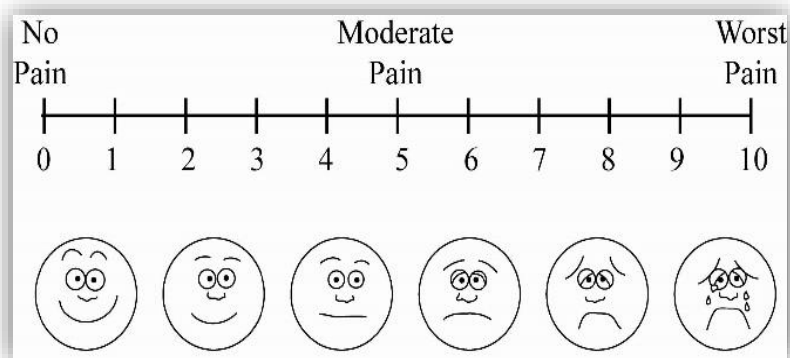
Keterangan:

- A = Kelompok Perlakuan (diberi perlakuan terapi *ultrasound*)
- B = Kelompok Kontrol (diberi perlakuan berjalan)
- O1 = Nilai *Pretest*
- O3 = Nilai *Pretest*
- X1 = Perlakuan terapi *ultrasound*
- X2 = Perlakuan plasebo (berjalan)
- O2 = Nilai *Posttest*
- O4 = Nilai *Posttest*

Subjek dalam penelitian ini adalah atlet putra Bola Tangan Kota Bekasi dengan jumlah 20 atlet. Peneliti menggunakan seluruh jumlah populasi untuk dijadikan subjek pada penelitian ini. Hal ini berdasarkan jumlah populasi kurang dari 30 orang, oleh karena itu teknik sampling yang digunakan adalah subjek jenuh. Subjek dalam penelitian ini membutuhkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi dan *drop out*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah wawancara langsung terhadap responden melalui alat ukur nyeri VAS. Pengukuran tingkat nyeri pada penelitian ini menggunakan *Visual Analogue Scale* (VAS) yang merupakan pengukuran tingkat nyeri berdasarkan ekspresi wajah (Ahmed et al., 2022). Menurut (Chiarotto et al., 2019) alat ukur VAS atau skala nyeri yang digunakan berbentuk garis lurus horizontal dengan skor 0-10 centimeter dan kategori tingkat nyeri diklasifikasikan sebagai berikut:

1. 0 (tidak terasa nyeri)
2. 1-3 (nyeri ringan seperti gatal, kesetrum, nyut-nyutan, perih)
3. 4-6 (nyeri sedang seperti kram, kaku, terbakar, ditusuk-tusuk)
4. 7-9 (nyeri berat namun masih dapat dikontrol oleh subjek)
5. 10 (nyeri berat yang tidak dapat dikontrol subjek)



Gambar 2. Tampilan VAS

Sumber: <https://assessment-module.yale.edu/im-palliative/visual-analogue-scale>

Setelah data terkumpul, pertama dilakukan analisis statistik deskriptif untuk mendapatkan gambaran umum tentang karakteristik subjek penelitian mulai dari usia, jenis kelamin dan IMT. Selanjutnya, data hasil penelitian diuji normalitas menggunakan kolmogrov Smirnov dengan nilai signifikansi > 0,05 maka data terdistribusi normal. Selain itu, peneliti juga menggunakan uji homogenitas dengan tujuan untuk mengetahui varian kedua kelompok subjek penelitian sama atau tidak. Setelah uji normalitas dan homogenitas jika data sebaran terdistribusi normal maka dapat dilanjutkan uji hipotesis menggunakan *levane test* dengan nilai signifikansi < 0,05 (Isnawan, 2020). Analisis data menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistik versi 29.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada penelitian ini hasil analisis data meliputi nilai mean dan standar deviasi dalam penilaian nyeri 24 jam setelah latihan eksentrik sebagai berikut:

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kelompok Eksperimen

Skala Nyeri	Kelompok Eksperimen			Kelompok Kontrol		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
<i>Pretest</i>	10	6,00	± 0,8165	10	5,80	± 0,78881
<i>Posttest</i>		3,80	± 10,328		5,00	± 0,81650
ΔUS		2,20	± (-9,5115)		0,80	± (-0,02769)
Usia		18,90	± 1,10050		18,90	± 0,99443
IMT		20,41	± 1,69818		21,39	± 2,09440

Berdasarkan hasil data tabel 2. pada kelompok eksperimen terdapat hasil rata-rata *pretest* sebesar 6,00 dan standart deviasi ± 0,8165. Selanjutnya hasil rata-rata *posttest* sebesar 3,80 dan standart deviasi ± 10,328. Adapun pada kelompok kontrol terdapat hasil rata-rata *pretest* sebesar 5,80 dan standart deviasi ± 0,78881. Kemudian hasil rata-rata *posttest* sebesar 5,00 dan standart deviasi ± 0,81650. Selain itu, pada kelompok eksperimen rata-rata usia subjek penelitian 18,90 tahun dan standart deviasi ± 1,10050. Lalu, rata-rata IMT 20,41 dan standart deviasi ± 1,69818. Pada kelompok

kontrol rata-rata usia subjek penelitian 18,90 tahun dan standart deviasi $\pm 0,99443$. Lalu rata-rata IMT 21,39 dan standart deviasi $\pm 2,09440$.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

	KELAS	Statistic	df	Sig.
HASIL	<i>Pretest</i> kelompok eksperimen	.200	10	.200*
	<i>Posttest</i> kelompok eksperimen	.245	10	.091
	<i>Pretest</i> kelompok kontrol	.245	10	.091
	<i>Posttest</i> kelompok kontrol	.200	10	.200*

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Dari hasil uji normalitas diketahui bahwa nilai signifikansi *pretest* kelompok eksperimen sebesar $0.200 > 0.05$ dan hasil signifikansi *posttest* kelompok eksperimen $0.091 > 0.05$ dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini terdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

HASIL	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	.025	3	36	.995
Based on Median	.000	3	36	1.000
Based on Median and with adjusted df	.000	3	36.000	1.000
Based on trimmed mean	.031	3	36	.993

Hasil menunjukkan bahwa variabel nyeri otot tertunda atau DOMS pada *pretest* dan *posttest* antara masing-masing kelompok memiliki nilai signifikansi ($P > 0,05$).

Tabel 5. Hasil Uji Paired Sample T-Test

		<i>Paired Differences</i>				t	df	Sig. (2-tailed)	
		<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>Std. Error Mean</i>	<i>95% Confidence Interval of the Difference</i>				
					<i>Lower</i>	<i>Upper</i>			
Pair 1	<i>pretest - posttest</i>	1.50000	.88852	.19868	1.08416	1.91584	7.550	19	.000

Berdasarkan hasil pada tabel 4. menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan *ultrasound* pada subjek dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Oleh karena itu, H0 diterima dan H0 ditolak.

Pembahasan

Latihan eksentrik merupakan latihan kontraksi memanjang yang ditandai dengan kerusakan otot sub selular dan nyeri (Nurfaiza et al., 2022). Subjek yang digunakan

peneliti adalah seluruh atlet bola tangan putra yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusif. Jumlah subyek penelitian secara keseluruhan dalam penelitian sejumlah 20 atlet, yang terbagi menjadi dua kelompok dengan *simple random sampling*. Kelompok tersebut yakni kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masing-masing kelompok terdiri atas 10 atlet. Dalam penelitian ini pelaksanaan latihan yang diberikan kepada atlet bola tangan putra memiliki risiko terjadinya peningkatan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang ditandai dengan nyeri otot tertunda atau DOMS baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Hasil penelitian ini menunjukkan pada saat *recovery*, 24 jam sesudah latihan eksentrik terjadi penurunan skala nyeri DOMS Semasa latihan eksentrik, kadar oksigen pada tubuh melonjak dua puluh kali di atas nilai istirahat dan dapat mengakibatkan peningkatan produksi ROS (Sinaga, 2016). Relevansi produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam DOMS telah ditetapkan, meskipun dengan pemisahan temporal. Sejalan dengan itu, radikal bebas terlibat dalam proses degenerasi menghilangkan otot yang rusak. Selain itu, radikal bebas juga berperan dalam proses regenerasi seperti molekul pemberi sinyal untuk mengatur pertumbuhan, remodeling, diferensiasi, dan proliferasi sel otot (Milkovic et al., 2015).

Terapi *ultrasound* bekerja dengan prinsip mekanisme panas dan non-termal dengan tujuan menurunkan tingkat nyeri pada otot saat setelah melakukan aktivitas yang tidak biasa. Dalam temuan penelitian (Bateman et al., 2023) menunjukkan bahwa pemberian NSAID setelah latihan resistensi dapat mengurangi respons peradangan pada otot yang sebelumnya mengalami kerusakan. Adanya pengurangan aktivitas prostaglandin melalui aktivitas enzim COX-1 dan COX-2 yang berkurang, NSAID dapat berperan dalam pengurangan sintesis protein. Dosis dari NSAID dapat berhubungan dengan jumlah sintesis protein yang terbatas. Adapun penelitian yang terkait dalam penanganan DOMS adalah dengan penggunaan *recovery* pasif. Menurut (Glasgow et al., 2014) Cold Water Immersion menjadi strategi populer untuk pemulihan setelah latihan eksentrik, penggunaan CWI dengan durasi 10 menit dan suhu 6°C dapat menurunkan tingkat nyeri otot namun tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok lain untuk hasil lainnya. Hal ini terdapat perbedaan dari hasil temuan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yang menggunakan terapi *ultrasound* sebagai *recovery* pasif, keunikan dalam penelitian ini yaitu dengan waktu 1-2 jam setelah pemberian *ultrasound* terjadi penurunan skala nyeri DOMS dan memiliki perbedaan yang signifikan dari kelompok intervensi maupun kelompok plasebo.

Prinsip mekanisme panas dalam *ultrasound* yaitu menghasilkan pemanasan yang dapat memperlebar pembuluh darah dan meningkatkan aliran darah. Secara fisiologis prinsip non-termal bekerja dengan meningkatkan pergerakan dan vibrasi molekul di dalam jaringan otot, proses ini menghasilkan meningkatnya metabolisme sel, merangsang produksi kolagen, meningkatkan fleksibilitas dan meningkatkan permeabilitas membran sel. Hal ini dapat membantu memperbaiki fungsi sel dan meningkatkan regenerasi sel dan jaringan yang rusak. Adapun faktor yang mempengaruhi terapi *ultrasound* pada otot antara lain: frekuensi, intensitas, durasi dan teknik penggunaan. Menurut (Pirri et al., 2021) pada paha depan, ketebalan lapisan subkutane berkisar antara 10-20 mm. Ketebalan lapisan subkutane pada setiap orang berbeda-beda, tergantung pada faktor seperti usia, jenis kelamin, dan indeks massa tubuh. Otot quadriceps terdiri dari empat jenis otot (*m. rectus femoris*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus intermedius*, *m. vastus medialis*) yang memperpanjang lutut dan mengangkat kaki ke depan. Ketebalan otot quadriceps pada orang dewasa sehat bervariasi, namun rata-rata ketebalannya berkisar antara 20-30 mm. Dalam pengaplikasian *ultrasound* penekanan yang dilakukan membentuk hingga posisi sudut 15° – 90° dengan tujuan efek panas dari *ultrasound* ini mampu menembus jaringan terdalam yaitu otot. Hal ini berbeda dengan pemberian treatment jalan dikarenakan

aktivitas berjalan merupakan aktivitas fisik yang ringan berbeda dengan treatment *ultrasound* yang memberikan gelombang suara berfrekuensi tinggi untuk menghasilkan getaran mikro di dalam jaringan otot, treatment jalan juga dapat meningkatkan sirkulasi darah, tetapi cenderung merata di seluruh tubuh, hal ini mungkin tidak sefokus seperti efek langsung *ultrasound* pada area yang ditargetkan. Terapi *ultrasound* juga melibatkan penggunaan gelombang suara yang tidak dapat dirasakan oleh indra manusia berbeda dengan treatment jalan yang melibatkan aktivitas fisik yang dapat mempengaruhi persepsi subjektif individu terhadap nyeri.

Berdasarkan hasil temuan treatment DOMS mulai dari *cryotherapy* (terapi dingin) *dan sport massage* (terapi panas) sejalan dengan penelitian ini yang telah di uji menggunakan uji hipotesis melalui paired sample t-test tentang efektivitas penggunaan terapi *ultrasound* terhadap penurunan nyeri DOMS dengan nilai ($p < 0,05$) dan standart deviasi ± 1.03280 . Hal ini dapat berarti bahwa penggunaan terapi *ultrasound* efektif dalam menurunkan tingkat nyeri DOMS yang diakibatkan oleh 1 sesi latihan eksentrik berupa *drop jumps* pada atlet bola tangan putra. Dalam penelitian ini, terjadinya DOMS dihasilkan karena adanya peradangan dan meningkatnya kadar oksigen setelah latihan eksentrik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang sudah dilakukan oleh peneliti, ada bukti bahwa penggunaan *ultrasound* yang digunakan setelah latihan eksentrik dapat menurunkan tingkat nyeri pada otot paha depan. Peneliti memiliki keterbatasan dalam jumlah subjek penelitian, diperlukan waktu yang lebih panjang penggunaan *ultrasound* untuk hasil maksimal yaitu 48 hingga 72 jam setelah latihan eksentrik. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian sejalan dengan hipotesis yakni terdapat pengaruh secara signifikan penggunaan *ultrasound* terhadap penurunan nyeri DOMS di bagian otot *quadriceps*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan dosen pembimbing bapak Roy Januardi, S.Or., M.Kes. yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian saya. Semoga Allah SWT melimpahkan karunia kepada pihak-pihak tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A., Lotfy, A., Elkholy, J., Abdelhamid, B., & Ollaek, M. (2022). Perfusion index as an objective measure of postoperative pain in children undergoing adenotonsillectomy: a cohort study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 36(3), 795–801. <https://doi.org/10.1007/s10877-021-00710-3>
- Ahyar, H., Maret, U. S., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Issue March).
- Anggriawan, N. (2015). *Peran Fisiologi Olahraga Dalam Menunjang Prestasi*. 11, 8–18.
- Bateman, L. S., McSwain, R. T., Lott, T., Brown, T. M., Cemenja, S. L., Jenkins, J. M., Tapper, A. M., Parr, J. J., & Dolbow, D. R. (2023). Effects of Ibuprofen on Muscle Hypertrophy and Inflammation: a Review of Literature. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 43–50. <https://doi.org/10.1007/s40141-023-00381-y>
- Candra, O., Dupri, D., Gazali, N., Khairullazi, K., & Oktari, A. (2019). Sosialisasi Kondisi Fisik Bola Basket Pada Siswa Ekstrakurikuler di SMA Negeri 1 Kuantan Hilir Kabupaten Kuantan Singingi. *Community Education Engagement Journal*, 1(1), 58–66. <https://doi.org/10.25299/ceej.v1i1.3763>
- Chiarotto, A., Maxwell, L. J., Ostelo, R. W., Boers, M., Tugwell, P., & Terwee, C. B. (2019). Measurement Properties of Visual Analogue Scale, Numeric Rating Scale,

- and Pain Severity Subscale of the Brief Pain Inventory in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. *Journal of Pain*, 20(3), 245–263. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.07.009>
- Gallo, M., Ferrara, L., & Naviglio, D. (2018). Application of *ultrasound* in food science and technology: A perspective. *Foods*, 7(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods7100164>
- Glasgow, P. D., Ferris, R., & Bleakley, C. M. (2014). Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose important? A randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, 15(4), 228–233. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.01.002>
- Huang, C. C., Lee, M. C., Ho, C. S., Hsu, Y. J., Ho, C. C., & Kan, N. W. (2021). Protective and recovery effects of resveratrol supplementation on exercise performance and muscle damage following acute plyometric exercise. *Nutrients*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/nu13093217>
- Hüttermann, S., & Memmert, D. (2014). Does the inverted-U function disappear in expert athletes? An analysis of the attentional behavior under physical exercise of athletes and non-athletes. *Physiology and Behavior*, 131, 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.04.020>
- Irawan, R. J. 2023. Suplementasi Selenomethionine Terhadap Kadar Malondialdehyde (MDA), Interleuki 6 (IL-6) dan C-Reactive Protein (CRP) Pasca Latihan Pencak Silat Studi Pada Mahasiswa Prodi Ilmu Keolahragaan FIO Unesa. Surabaya. PPs Universitas Airlangga.
- Isnawan, M. G. (2020). Kuasi Eksperimen. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Kantanista, A., Kusy, K., Dopierala, K., Trinschek, J., Król, H., Włodarczyk, M., & Zieliński, J. (2016). Trends in Sport Sciences Vol.26 (2016), no.2. *Trends in Sports Sciences*, 2(23), 73–79.
- Milkovic, L., Gasparovic, A. C., & Zarkovic, N. (2015). Overview on major lipid peroxidation bioactive factor 4-hydroxynonenal as pluripotent growth-regulating factor. *Free Radical Research*, 49(7), 850–860. <https://doi.org/10.3109/10715762.2014.999056>
- Nurfaiza, W., Fisioterapi, P. S. D., Ilmu, F., Dan, K., & Binawan, U. (2022). *Efek terapeutik eccentric exercise, ultrasound, kinesio taping dalam mengurangi nyeri pada tennis elbow (literature review)*.
- Peake, J. M., Neubauer, O., Gatta, P. A. D., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 559–570. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00971.2016>
- Pearcey, G. E. P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5–13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>
- Pirri, C., Fede, C., Petrelli, L., Guidolin, D., Fan, C., De Caro, R., & Stecco, C. (2021). An anatomical comparison of the fasciae of the thigh: A macroscopic, microscopic and *ultrasound* imaging study. *Journal of Anatomy*, 238(4), 999–1009. <https://doi.org/10.1111/joa.13360>
- Sinaga, F. A. (2016). Stress oksidatif dan status antioksidan pada aktivitas fisik maksimal. *Jurnal Generasi Kampus*, 9(2), 176–189.
- Umar. (2014). *BUKU FISILOGI OLAHRAGA UMAR 2014.pdf* (p. 254).
- Zuo, L., Hallman, A. H., Roberts, W. J., Wagner, P. D., & Hogan, M. C. (2014). Superoxide release from contracting skeletal muscle in pulmonary TNF- α overexpression mice. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 306(1), 75–81. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00425.2013>