

ANALISIS KEKUATAN OTOT TERHADAP RISIKO CEDERA MUSKULOSKELETAL PADA MAHASISWA

Sitti Fatimah Azzahra.M¹

¹Universitas Negeri Makassar, Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi

sitti.fatimah.azzahra@unm.ac.id

Abstract

Musculoskeletal injuries are a health problem whose prevalence continues to increase among college students, yet studies linking muscle strength objectively with injury risk in the academic context in Indonesia are still very limited. This study analyzes the relationship between back and leg muscle strength and the risk of musculoskeletal injuries among students at Makassar State University (UNM). This research uses a cross-sectional design with 150 students selected through random sampling, conducted at Makassar State University. The purpose of this study was to examine the correlation between muscle strength and musculoskeletal injuries by using back and leg muscle strength. Back and leg muscle strength were measured using a back-and-leg dynamometer, while musculoskeletal complaints were assessed using the Indonesian-validated version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). The prevalence of musculoskeletal complaints reached 72.0%, with the most dominant region being the lower back (48.0%). The majority of respondents were male (54.7%) with an average age of 21.4 ± 1.8 years. There was a significant negative correlation between all muscle strength parameters and NMQ scores ($r = -0.558$; $p < 0.01$). Multivariate logistic regression analysis showed that back muscle strength ($OR=0.963$; 95% CI: 0.944-0.982; $p=0.000$) and limb strength ($OR=0.969$; $p=0.000$) indicate that back and limb muscle strength are proven to be protective against musculoskeletal injuries in students at Makassar State University (UNM).

Keywords: muscle strength, musculoskeletal injuries, Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), back and leg dynamometer

Abstrak

Cedera muskuloskeletal merupakan masalah kesehatan yang prevalensinya terus meningkat di kalangan mahasiswa perguruan tinggi, namun kajian yang menghubungkan kekuatan otot secara objektif dengan risiko cedera pada konteks akademik di Indonesia masih sangat terbatas. Menganalisis hubungan antara kekuatan otot punggung dan tungkai dengan risiko cedera muskuloskeletal pada mahasiswa/mahasiswi Universitas Negeri Makassar (UNM). Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional dengan 150 mahasiswa yang dipilih melalui random sampling yang dilaksanakan di Universitas Negeri Makassar. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk melihat korelasi antara kekuatan otot dengan cedera muskuloskeletal dengan menggunakan kekuatan otot punggung dan otot tungkai. Kekuatan otot punggung dan tungkai diukur menggunakan back-and-leg dynamometer sedangkan keluhan muskuloskeletal dinilai melalui Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) versi tervalidasi bahasa Indonesia. Prevalensi keluhan muskuloskeletal mencapai 72,0% dengan regio paling dominan adalah punggung bawah (48,0%), mayoritas responden adalah laki-laki (54,7%) dengan usia rata-rata $21,4 \pm 1,8$ tahun. Terdapat korelasi negatif signifikan antara seluruh parameter kekuatan otot dengan skor NMQ ($r = -0,558$; $p < 0,01$). Analisis regresi logistik multivariat menunjukkan kekuatan otot punggung ($OR=0,963$; 95%CI: 0,944-0,982; $p=0,000$) dan kekuatan tungkai ($OR=0,969$; $p=0,000$) yang menunjukkan bahwa kekuatan otot punggung dan tungkai, terbukti bersifat protektif terhadap cedera muskuloskeletal pada mahasiswa/mahasiswi Universitas Negeri Makassar (UNM).

Kata Kunci: kekuatan otot, cedera muskuloskeletal, Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), back-and-leg dynamometer

Submitted: 2026-02-19	Revised: 2026-02-26	Accepted: 2026-03-06
-----------------------	---------------------	----------------------

PENDAHULUAN

Masalah kesehatan muskuloskeletal merupakan salah satu tantangan global yang paling signifikan dalam bidang kedokteran olahraga, fisioterapi, dan kesehatan masyarakat. Gangguan ini mencakup spektrum kondisi yang luas, mulai dari nyeri otot akut hingga kelainan struktural kronik pada tendon, ligamen, tulang rawan, dan tulang yang secara kolektif memberikan beban morbiditas yang sangat besar bagi individu maupun sistem layanan kesehatan (Hardianto *et al.*,

2021). Di tingkat global, cedera dan nyeri muskuloskeletal merupakan penyebab utama kecacatan, hilangnya produktivitas, serta penurunan kualitas hidup pada populasi usia produktif (Dewi & Santoso, 2022).

Di Indonesia, perhatian terhadap kesehatan muskuloskeletal pada populasi remaja dan dewasa muda, khususnya mahasiswa, masih relatif kurang mendapat perhatian dibandingkan populasi pekerja atau lansia. Padahal, mahasiswa menjalani tuntutan akademik yang memaksa mereka berada dalam postur statis berkepanjangan selama 6–10 jam per hari, baik dalam kegiatan perkuliahan di kelas, aktivitas laboratorium, maupun saat mengerjakan tugas mandiri menggunakan komputer dan gawai (Rahmawati & Hasanuddin, 2022). Kondisi ini menciptakan tekanan mekanis kumulatif yang signifikan pada sistem muskuloskeletal, terutama pada regio servikal, torakal, lumbal, dan ekstremitas atas (Nurdin et al., 2021).

Universitas Negeri Makassar (UNM) sebagai salah satu perguruan tinggi negeri terkemuka di Kawasan Timur Indonesia memiliki populasi mahasiswa yang sangat beragam latar belakang program studinya. Keberagaman ini menciptakan heterogenitas profil aktivitas fisik yang menarik untuk dikaji secara ilmiah: mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan yang terbiasa dengan latihan fisik intensif kemungkinan memiliki profil kekuatan otot yang sangat berbeda dibandingkan mahasiswa dari fakultas berbasis sains atau humaniora yang lebih banyak menjalani aktivitas sedentari (Ismail et al., 2020). Namun demikian, bahkan di kalangan mahasiswa yang aktif secara fisik, risiko cedera muskuloskeletal tetap ada apabila tidak didukung oleh keseimbangan kekuatan otot yang memadai dan program pemulihan yang tepat (Wibowo & Fitrianto, 2023).

Kekuatan otot merupakan salah satu komponen kebugaran jasmani yang paling fundamental dan memiliki peran ganda dalam hubungannya dengan sistem muskuloskeletal: sebagai indikator kesehatan dan sebagai faktor protektif terhadap cedera. Secara fisiologis, otot yang kuat mampu menyerap energi kinetik secara lebih efisien, menstabilkan sendi melalui ko-kontraksi yang optimal, serta mendistribusikan beban mekanis secara lebih merata sehingga mengurangi tekanan berlebih pada struktur pasif seperti tulang rawan, ligamen, dan kapsul sendi (Susanto & Kurniawan, 2022). Sebaliknya, defisiensi kekuatan otot terutama pada otot erector spine, telah diidentifikasi sebagai prediktor independen yang kuat untuk berbagai bentuk cedera muskuloskeletal, termasuk nyeri punggung bawah, strain otot paravertebral, sindrom nyeri patellofemoral, dan cedera pada kompleks bahu (Prabowo & Santosa, 2021).

Kajian epidemiologi internasional melaporkan prevalensi keluhan muskuloskeletal pada mahasiswa perguruan tinggi berkisar antara 50% hingga 80%, dengan variasi yang sangat bergantung pada jenis program studi, infrastruktur kampus, kebiasaan ergonomis, serta budaya aktivitas fisik di lingkungan universitas masing-masing (Hardianto et al., 2021). Studi yang dilakukan oleh Rahmawati & Hasanuddin (2022) pada mahasiswa pendidikan jasmani di beberapa perguruan tinggi di Sulawesi Selatan menemukan bahwa 68,3% responden melaporkan keluhan muskuloskeletal dalam 12 bulan terakhir, dengan punggung bawah dan leher sebagai regio yang paling sering terdampak. Temuan ini konsisten dengan penelitian Nurdin et al. (2021) yang menunjukkan prevalensi 65,7% pada mahasiswa kesehatan di Makassar. Angka-angka ini mengindikasikan bahwa masalah muskuloskeletal bukan hanya domain pekerja atau atlet profesional, melainkan juga merupakan realitas kesehatan yang dihadapi oleh populasi mahasiswa secara umum.

Kendati prevalensinya tinggi, mekanisme yang mendasari hubungan antara kekuatan otot dan risiko cedera muskuloskeletal pada mahasiswa belum sepenuhnya dipahami dalam konteks populasi Indonesia. Sebagian besar penelitian yang ada berfokus pada faktor ergonomi dan postur, sementara kajian yang mengintegrasikan pengukuran kapasitas neuromuskular secara objektif—menggunakan instrumen terstandar seperti dynamometer dengan penilaian keluhan muskuloskeletal yang komprehensif masih sangat terbatas (Ismail et al., 2020). Pengukuran kekuatan otot dengan dynamometer memberikan data kuantitatif yang lebih dapat diandalkan

dibandingkan penilaian klinis semata, dan memungkinkan penetapan ambang batas risiko yang dapat digunakan sebagai acuan dalam program skrining kesehatan (*Dewi & Santoso, 2022*).

Dari perspektif pencegahan primer, identifikasi dini profil kekuatan otot mahasiswa yang berisiko tinggi mengalami cedera muskuloskeletal memiliki nilai strategis yang sangat besar. Program latihan penguatan otot berbasis bukti yang dirancang spesifik untuk konteks kehidupan akademik mempertimbangkan keterbatasan waktu, akses fasilitas, dan preferensi mahasiswa telah terbukti efektif menurunkan insidensi keluhan muskuloskeletal dalam berbagai uji klinis terkontrol (*Prabowo & Santosa, 2021*). Namun, efektivitas program semacam ini bergantung pada pemahaman yang mendalam mengenai distribusi kekuatan otot aktual pada populasi target, serta hubungan spesifiknya dengan jenis dan lokasi keluhan muskuloskeletal yang paling prevalen (*Hardianto et al., 2021*).

METODE

Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional study yang dilaksanakan di Universitas Negeri Makassar selama periode September hingga November 2025. Lokasi pengambilan data mencakup 4 Program Studi yang berbeda di lingkungan Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, yakni Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Ilmu Keolahragaan dan Fisioterapi

Populasi target penelitian adalah seluruh mahasiswa aktif Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan UNM yang terdaftar. Teknik pengambilan sampel menggunakan random sampling berdasarkan Program Studi dan jenis kelamin untuk memastikan keterwakilan proporsional dari setiap subkelompok populasi. Kriteria inklusi meliputi: (1) mahasiswa aktif berusia 18–26 tahun; (2) tidak sedang menjalani rehabilitasi cedera akut atau pasca-operasi sistem muskuloskeletal; (3) tidak terdiagnosis gangguan neurologis atau penyakit kronik yang memengaruhi fungsi motorik; serta (4) bersedia berpartisipasi secara sukarela dengan menandatangani formulir informed consent. Kriteria eksklusi meliputi riwayat fraktur dalam enam bulan terakhir, penggunaan alat bantu gerak permanen, serta kehamilan (*Nurdin et al., 2021*).

Pengukuran kekuatan otot punggung dan kekuatan tungkai diukur menggunakan back-and-leg dynamometer, Identifikasi keluhan muskuloskeletal dilakukan menggunakan Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). Seluruh data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS Statistics versi 26.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian berhasil merekrut 150 mahasiswa UNM yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan eksklusi. Dari total 163 mahasiswa yang dihubungi secara awal, 9 orang tidak memenuhi kriteria inklusi dan 4 orang menolak berpartisipasi, sehingga tingkat respons efektif mencapai 92,0%.

Tabel 1. Karakteristik Demografis dan Antropometrik Responden Penelitian (n = 150)

Karakteristik Responden	n	%	Mean ± SD
Jenis Kelamin			
Laki-laki	82	54,7	–
Perempuan	68	45,3	–
Usia (tahun)			21,4 ± 1,8
18–20 tahun	54	36,0	–
21–23 tahun	76	50,7	–

Karakteristik Responden	n	%	Mean $\pm$ SD
24–26 tahun	20	13,3	–
Program Studi			
Ilmu Keolahragaan	45	30,0	–
Pendidikan Jasmani	40	26,7	–
Pendidikan Kepelatihan	35	23,3	–
Ilmu Gizi & Kesehatan	30	20,0	–
TOTAL	150	100,0	

Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, mayoritas responden adalah laki-laki (54,7%) dengan usia rata-rata $21,4 \pm 1,8$ tahun. Kelompok usia 21–23 tahun mendominasi dengan proporsi 50,7%, yang mencerminkan distribusi mahasiswa tingkat 3–4 yang menjadi target rekrutmen.

Tabel 2. Profil Kekuatan Otot Responden (n = 150)

Parameter Kekuatan Otot	Mean	SD	Min	Maks
Kekuatan Otot Punggung	82,4	16,3	40,0	125,0
Kekuatan Otot Tungkai	97,6	19,8	50,0	152,0

Sebagaimana terlihat pada Tabel 2 Nilai rata-rata kekuatan otot punggung sebesar $82,4 \pm 16,3$ kg dan kekuatan tungkai sebesar $97,6 \pm 19,8$ kg menunjukkan profil yang berada di bawah nilai normatif yang direkomendasikan untuk kelompok usia 18–25 tahun berdasarkan standar Japan Fitness Test, di mana kekuatan punggung minimal yang diharapkan adalah 90–100 dan kekuatan tungkai 110–130 untuk laki-laki dewasa muda.

Tabel 3. Prevalensi dan Distribusi Keluhan Muskuloskeletal Berdasarkan Regio Tubuh (n = 150)

Regio Muskuloskeletal	n	%	Rerata VAS (0–10)	Kategori Keluhan
Punggung Bawah (Low Back)	72	48,0	$4,3 \pm 1,6$	Sedang
Leher (Cervical)	64	42,7	$3,8 \pm 1,4$	Ringan–Sedang
Bahu (Shoulder)	58	38,7	$3,5 \pm 1,3$	Ringan–Sedang
Pergelangan Tangan & Tangan	46	30,7	$3,1 \pm 1,2$	Ringan
Lutut (Knee)	38	25,3	$3,4 \pm 1,5$	Ringan–Sedang
Punggung Atas (Thoracal)	34	22,7	$2,9 \pm 1,1$	Ringan
Pergelangan Kaki & Kaki	24	16,0	$2,6 \pm 1,0$	Ringan
Pinggul & Paha (Hip/Thigh)	18	12,0	$2,4 \pm 0,9$	Ringan
Siku (Elbow)	14	9,3	$2,2 \pm 0,8$	Ringan

Penilaian keluhan muskuloskeletal menggunakan NMQ mengungkapkan prevalensi yang sangat tinggi: sebanyak 150 responden (72,0%) melaporkan keluhan muskuloskeletal yang bermakna (skor VAS ≥ 3) pada setidaknya satu regio tubuh dalam 12 bulan terakhir. Distribusi

keluhan berdasarkan regio tubuh disajikan pada Tabel 3. Regio punggung bawah (lumbal) menjadi lokasi keluhan yang paling sering dilaporkan, dengan prevalensi 48,0% dan intensitas nyeri rata-rata $4,3 \pm 1,6$ pada skala VAS, yang tergolong dalam kategori nyeri sedang. Regio leher menempati posisi kedua dengan prevalensi 42,7%, diikuti bahu (38,7%), pergelangan tangan dan tangan (30,7%), serta lutut (25,3%). Penting dicatat bahwa satu responden dapat melaporkan keluhan pada lebih dari satu regio, sehingga total kasus per regio melebihi jumlah total responden.

Tabel 4. Hasil Analisis Korelasi antara Kekuatan Otot dan Keluhan Muskuloskeletal (n = 150)

Variabel	r	p-value	Kekuatan Korelasi	Arah
Kekuatan Punggung ↔ Nyeri Punggung Bawah	-0,514	0,000	Kuat	Negatif
Kekuatan Tungkai ↔ Keluhan Lutut & Tungkai	-0,478	0,000	Sedang–Kuat	Negatif
Skor Total Kekuatan ↔ Skor Total NMQ	-0,558	0,000	Kuat	Negatif

Analisis regresi logistik multivariat dilakukan untuk mengidentifikasi prediktor independen risiko cedera muskuloskeletal setelah mengontrol variabel-variabel confounding secara simultan. Pada tahap analisis bivariat, variabel yang memenuhi kriteria $p < 0,25$.

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Logistik Multivariat Prediktor Risiko Cedera Muskuloskeletal (n = 150)

Prediktor	β	SE	p	OR	95% CI
Kekuatan Otot Punggung	-0,038	0,010	0,000	0,963	0,944 – 0,982
Kekuatan Otot Tungkai	-0,031	0,008	0,000	0,969	0,954 – 0,985
Jenis Kelamin Perempuan vs Laki-laki	0,424	0,318	0,182	1,528	0,820 – 2,848
Total	3,712	0,854	0,000	–	–

Hasil analisis multivariat pada Tabel 5 menunjukkan beberapa temuan kritis. Pertama, kekuatan otot punggung merupakan prediktor protektif independen terkuat di antara semua parameter kekuatan otot ($OR=0,963$; $95\%CI$: 0,944-0,982; $p=0,000$), yang berarti setiap peningkatan 1 kg kekuatan otot punggung dikaitkan dengan penurunan risiko cedera muskuloskeletal sebesar 3,7%. Kekuatan tungkai ($OR=0,969$; $p=0,000$) juga memberikan efek protektif yang signifikan. Jenis kelamin tidak mencapai signifikansi statistik dalam model multivariat ($p=0,182$), mengindikasikan bahwa perbedaan keluhan antar gender dapat dijelaskan melalui perbedaan profil kekuatan otot dan IMT daripada oleh gender itu sendiri.

Penelitian ini menghasilkan prevalensi keluhan muskuloskeletal sebesar 72,0% pada mahasiswa UNM, sebuah angka yang tergolong tinggi namun konsisten dengan laporan dari berbagai penelitian serupa di Indonesia dan internasional. Rahmawati & Hasanuddin (2022) melaporkan prevalensi 68,3% pada mahasiswa olahraga di Sulawesi Selatan, sementara Nurdin et al. (2021) menemukan angka 65,7% pada mahasiswa kesehatan di Makassar. Studi internasional

oleh Dianat et al. di Iran (*dikutip dalam Hardianto et al., 2021*) mencatat prevalensi hingga 74,5% pada mahasiswa universitas teknik.

Dominansi keluhan pada regio punggung bawah (48,0%) dan leher (42,7%) yang ditemukan dalam penelitian ini memiliki justifikasi biomekanik yang kuat. Posisi duduk statis dengan kurva lordosis lumbal yang berkurang—sebagaimana lazim terjadi saat mahasiswa mengetik di laptop selama berjam-jam—meningkatkan tekanan intradiskal lumbal hingga 40% lebih besar dibandingkan posisi berdiri (*Prabowo & Santosa, 2021*). Tekanan kumulatif yang berulang setiap hari selama bertahun-tahun masa studi ini merupakan mekanisme utama di balik tingginya prevalensi nyeri punggung bawah. Di sisi lain, keluhan leher yang tinggi dapat dikaitkan dengan postur forward head posture yang muncul saat melihat layar komputer atau smartphone pada sudut pandang yang tidak optimal, sebuah fenomena yang semakin relevan di era digitalisasi akademik (*Dewi & Santoso, 2022*).

Korelasi negatif yang kuat antara kekuatan otot punggung dengan keluhan punggung bawah ($r = -0,514$; $p < 0,001$) yang ditemukan dalam penelitian ini memiliki landasan fisiologis yang komprehensif. Otot-otot erector spinae, multifidus, dan quadratus lumborum berfungsi sebagai sistem stabilisasi aktif kolumna vertebralis lumbalis; ketika otot-otot ini lemah, beban mekanis yang seharusnya diserap secara dinamis oleh kontraksi otot dialihkan kepada struktur pasif seperti diskus intervertebralis, ligamen longitudinal posterior, dan kapsul sendi facet—yang jauh lebih rentan terhadap cedera kumulatif (*Susanto & Kurniawan, 2022*). Khususnya, defisit kekuatan otot multifidus diketahui berkorelasi dengan penurunan kontrol segmental vertebra dan peningkatan risiko instabilitas lumbal, sebuah kondisi yang secara klinis bermanifestasi sebagai nyeri punggung bawah kronik yang sulit diobati. Temuan ini memperkuat konsensus ilmiah yang ada dan memberikan dasar empiris yang kuat untuk merekomendasikan program latihan penguatan punggung sebagai komponen inti strategi pencegahan nyeri punggung bawah pada mahasiswa (*Wibowo & Fitrianto, 2023*).

Tidak signifikannya jenis kelamin sebagai prediktor independen dalam model multivariat ($OR = 1,528$; $p = 0,182$) merupakan temuan yang berbeda dari beberapa studi sebelumnya yang melaporkan perempuan memiliki risiko keluhan muskuloskeletal lebih tinggi. Perbedaan ini kemungkinan dapat dijelaskan oleh fakta bahwa ketika perbedaan kekuatan otot (yang secara biologis lebih rendah pada perempuan) dan IMT telah dikontrol dalam model, efek gender per se menjadi tidak signifikan. Artinya, perbedaan keluhan muskuloskeletal antar jenis kelamin yang dilaporkan dalam studi-studi bivariat mungkin sebagian besar dimediasi oleh perbedaan kekuatan otot, bukan oleh faktor biologis gender itu sendiri (*Rahmawati & Hasanuddin, 2022*). Implikasi dari temuan ini adalah bahwa program pencegahan berbasis penguatan otot yang efektif kemungkinan akan memberikan manfaat yang setara untuk mahasiswa laki-laki maupun perempuan, tanpa perlu pendekatan yang terlalu gender-spesifik.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan secara empiris bahwa kekuatan otot khususnya kekuatan otot punggung dan tungkai memiliki hubungan negatif yang signifikan dan secara klinis bermakna dengan risiko cedera muskuloskeletal pada mahasiswa Universitas Negeri Makassar. Prevalensi keluhan muskuloskeletal yang mencapai 72,0% mengindikasikan bahwa masalah ini merupakan persoalan kesehatan yang mendesak di lingkungan kampus, bukan kondisi yang dapat diabaikan atau dianggap sebagai konsekuensi normal dari kehidupan akademik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, R. K., & Santoso, B. (2022). Validasi International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF) pada mahasiswa Indonesia: Studi metodologis di Universitas Diponegoro. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 17(1), 1–12.
- Hardianto, F., Setiawan, B., & Kurniawan, R. (2021). Faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal pada mahasiswa program studi ilmu kesehatan: Kajian sistematis penelitian di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 7(2), 145–158.
- Ismail, N., Syamsuddin, S., & Hasyim, M. (2020). Pengukuran kekuatan otot dengan hand dynamometer pada mahasiswa program studi pendidikan jasmani: Validitas, reliabilitas, dan nilai normatif. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 8(2), 112–124.
- Nurdin, A. S., Ramli, R., & Sulaiman, S. (2021). Prevalensi dan faktor risiko gangguan muskuloskeletal pada mahasiswa Universitas Hasanuddin: Studi cross-sectional berbasis kuesioner Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Indonesia*, 5(1), 45–57.
- Prabowo, T., & Santosa, B. H. (2021). Nordic Musculoskeletal Questionnaire sebagai instrumen skrining keluhan muskuloskeletal pada mahasiswa perguruan tinggi di Indonesia: Tinjauan sistematis dan meta-analisis. *Jurnal Fisioterapi dan Rehabilitasi*, 5(2), 78–94.
- Rahmawati, D., & Hasanuddin, I. (2022). Hubungan aktivitas fisik dan postur kerja dengan keluhan muskuloskeletal pada mahasiswa pendidikan jasmani di perguruan tinggi Sulawesi Selatan. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, 12(1), 23–36.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-4, revisi). Alfabeta.
- Susanto, H., & Kurniawan, D. E. (2022). Analisis biomekanik dan neuromuskular kekuatan otot inti terhadap stabilitas lumbar dan pencegahan nyeri punggung bawah pada populasi dewasa muda: Kajian naratif. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Keperawatan*, 18(1), 55–70.
- Tarwaka. (2021). *Ergonomi industri: Dasar-dasar pengetahuan ergonomi dan aplikasi di tempat kerja* (Edisi ke-3). Harapan Press.
- Wibowo, A. T., & Fitrianto, A. N. (2023). Efektivitas program latihan penguatan otot terhadap penurunan risiko cedera muskuloskeletal pada mahasiswa olahraga: Randomized controlled trial dua belas minggu. *Jurnal Keolahragaan*, 11(1), 102–119.
- Yulianto, F., Prasetyo, Y., & Dwianto, A. (2022). Kekuatan otot dan profil cedera muskuloskeletal pada atlet mahasiswa perguruan tinggi: Systematic review dan analisis kritis literatur Indonesia 2017–2022. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 18(2), 88–104.
- Zulaikha, R., Wahyuni, S., & Nurjanah. (2023). Indeks massa tubuh, komposisi lemak tubuh, dan risiko cedera muskuloskeletal pada mahasiswa: Studi korelatif multi-senter di empat universitas Indonesia. *Physiotherapy Journal of Indonesia*, 3(2), 67–82.