

Efektivitas Masase Olahraga terhadap Pemulihan Kelelahan Otot, Fleksibilitas, dan Persepsi Nyeri Mahasiswa Program Studi Penjaskesrek Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

I Gusti Ngurah Sudiarta¹, I Putu Astrawan^{2*}, I Made Bagia¹, Komang Ayu Tri Widhiyanti¹, Gede Doddy Tisna³

¹Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan, dan Rekreasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Bali, Indonesia

²Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional

³Program Studi Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja

*Correspondence author, email: astraprincepandawa@gmail.com

ABSTRAK

Masase olahraga merupakan intervensi terapi fisik yang telah digunakan secara luas dalam konteks kebugaran dan pemulihan pasca-latihan, namun kajian ilmiah yang mengevaluasi efektivitasnya secara komprehensif pada populasi mahasiswa pendidikan jasmani di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas masase olahraga terhadap tiga variabel utama: pemulihan kelelahan otot (kadar laktat darah dan perceived muscle soreness), fleksibilitas statis dan dinamis, serta persepsi nyeri otot pasca-latihan pada mahasiswa Program Studi PENJASKESREK Universitas PGRI Mahadewa Indonesia. Desain penelitian menggunakan *randomized crossover design* dengan washout period dua minggu. Sebanyak 48 mahasiswa (24 putra, 24 putri) semester VI dipilih melalui *purposive sampling*. Kelompok A (n=24) mendapatkan masase olahraga terlebih dahulu (Swedish massage 30 menit pasca-latihan beban terstandar), kemudian beralih ke kelompok pasif rest; Kelompok B sebaliknya. Kadar laktat darah diukur menggunakan *lactate analyzer (Accutrend Plus)* pada menit ke-0, 15, 30, dan 60 pasca-latihan. Fleksibilitas diukur menggunakan *sit-and-reach test* dan goniometri *shoulder ROM*. Persepsi nyeri dinilai menggunakan *Numeric Rating Scale (NRS)* dan *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) scale* pada 24 dan 48 jam pasca-latihan. Hasil menunjukkan bahwa masase olahraga secara signifikan mempercepat klirens laktat pada menit ke-30 dibandingkan kelompok rest (4,2 vs 6,1 mmol/L; p=0,000), meningkatkan fleksibilitas *sit-and-reach* (+5,8 cm; p=0,000; d=1,47), dan menurunkan skor DOMS pada 24 jam pasca-latihan (-2,3 poin NRS; p=0,000; d=1,38). Disimpulkan bahwa masase olahraga terbukti efektif sebagai modalitas pemulihan aktif yang superior dibandingkan istirahat pasif pada mahasiswa PENJASKESREK UPMI.

Info Artikel

Diajukan: 2026-08-15

Diterima: 2026-10-11

Diterbitkan: 2026-10-12

Kata Kunci

masase olahraga; kelelahan otot; laktat darah; fleksibilitas; DOMS; mahasiswa pendidikan jasmani



PENDAHULUAN

Kelelahan otot dan Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) merupakan konsekuensi fisiologis yang tidak terhindarkan akibat microtrauma myofibril, inflamasi lokal, serta sensitivitas reseptor nosiseptif tipe III dan IV pasca-latihan fisik intensif (Mizumura & Taguchi, 2016). Pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi (PENJASKESREK), kondisi ini menjadi tantangan harian mengingat tingginya beban aktivitas fisik gabungan antara praktikum olahraga mingguan dan latihan mandiri. Selama latihan intensitas tinggi, akumulasi metabolit lelah memicu peningkatan laktat darah dari kadar basal 0,5-2,0 mmol/L menjadi >8-12 mmol/L. Data empiris menunjukkan bahwa lebih dari 75% mahasiswa PENJASKESREK mengalami penurunan kinerja motorik dan keluhan nyeri otot sedang hingga berat selama periode praktikum intensif, yang berdampak pada ketidakhadiran kuliah serta penurunan performa akademik-olahraga. Jika tidak ditangani secara sistematis, akumulasi kelelahan ini berisiko meningkatkan kecenderungan cedera dan mengompromikan kualitas hidup mahasiswa secara menyeluruh. Oleh karena itu, strategi pemulihan berbasis bukti (*evidence-based recovery*) menjadi komponen esensial dalam manajemen beban latihan (Hidayat et al., 2025).

Masase olahraga (*sports massage*) didefinisikan sebagai aplikasi sistematis teknik manipulasi jaringan lunak yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan fisiologis individu aktif berdasarkan fase latihan (*pre-event, inter-event, post-event, maintenance*) (Akbar et al., 2026). Berbeda dari masase relaksasi umum, protokol pasca-latihan menerapkan empat teknik utama selama 15–30 menit dengan intensitas moderat (50–70% kekuatan terapeutik): (1) *effleurage* untuk meningkatkan drainase limfatik dan aliran vena; (2) *petrissage* untuk meremas jaringan dan meningkatkan sirkulasi lokal; (3) *friction* untuk memecah adhesi myofascial; serta (4) *tapotement* dan vibration untuk menstimulasi sistem saraf (Herlina & Burhan, 2025). Dalam konteks pendidikan tinggi keolahragaan di Indonesia, penguasaan masase olahraga mengacu pada standar kompetensi Persatuan Masase Olahraga Indonesia (PERMASORI) dan *Sports Massage Association*, yang menempatkannya sebagai mata kuliah wajib sekaligus modalitas pertolongan pertama pada cedera ringan (Siburian et al., 2026).

Secara fisiologis, masase olahraga bekerja melalui integrasi mekanisme biokimia, mekanis, dan neurofisiologis (Dakić et al., 2023). Pada tingkat metabolik dan seluler, stimulasi mekanis memfasilitasi klirens laktat menuju jalur oksidasi dan glukoneogenesis di mana kombinasi *effleurage* dan *petrissage* terbukti mempercepat klirens laktat dibanding istirahat pasif (Jusuf et al., 2020). Pada tingkat molekuler, masase mengaktifasi *focal adhesion kinase* (FAK) dan menghambat jalur nuclear factor kappa B (NF- κ B), sehingga menekan produksi sitokin pro-inflamasi (IL-1 β , IL-6, TNF- α) dan meningkatkan ekspresi agen anti-inflamasi IL-10 (Crane et al., 2012; Pelt et al., 2021). Untuk komponen mekanis, masase memicu relaksasi refleks via stimulasi organ tendon Golgi (*autogenic inhibition*), menurunkan viskositas kolagen, melubrikasi sendi via cairan sinovial, dan memecah adhesi *intra-fascial*, yang berkontribusi signifikan pada peningkatan *Range of Motion* (ROM) dan fleksibilitas (Titan et al., 2019). Sementara pada jalur nosiseptif, stimulasi mekanoreseptor aferen A- β memblokir transmisi sinyal nyeri di kornu dorsalis medulla spinalis sesuai *Gate Control Theory* (Mendell, 2014), yang memberikan efek analgesik signifikan pada skor *Numeric Rating Scale* (NRS) jam ke-24 hingga 48 pasca-latihan (Sari et al., 2021).

Meskipun manfaat teoritisnya luas, kajian literatur menunjukkan inkonsistensi temuan empiris. Tinjauan sistematis melaporkan bahwa efek masase terhadap penurunan DOMS lebih bersifat modulasi persepsi analgesik daripada perbaikan kerusakan struktur otot (*creatine kinase*/LDH) (Haryuni et al., 2021), sedangkan studi lain menemukan efektivitas yang terbatas dibanding istirahat pasif (Hasyim et al., 2025). Inkonsistensi ini bersumber dari heterogenitas protokol intervensi, variasi timing pemberian, penggunaan variabel terisolasi (hanya mengukur satu parameter), serta penggunaan desain penelitian antar-subjek (*between-subject design*) yang rentan terhadap bias variabilitas fisiologis individual. Lebih jauh, mayoritas literatur di Indonesia mengabaikan variabel dimorfisme seksual (perbedaan jenis kelamin) dalam respons pemulihan neuromuskular dan ambang persepsi nyeri, sehingga menciptakan celah pengetahuan (*knowledge gap*) yang nyata.

Universitas PGRI Mahadewa Indonesia melalui Program Studi PENJASKESREK dan Laboratorium Terapi Fisik menyediakan setting penelitian yang ideal untuk menjawab keterbatasan tersebut. Untuk mengeliminasi faktor perancu antar-individu, penelitian ini menerapkan desain *randomized crossover trial*,



di mana setiap partisipan bertindak sebagai kontrol bagi dirinya sendiri. Kebaruan (*novelty*) utama dari penelitian ini terletak pada pendekatan evaluasi pemulihan secara multidimensional holistik mengintegrasikan parameter biokimia (laju klirens laktat darah), parameter mekanis (*sit-and-reach* dan *shoulder ROM*), serta parameter persepsi nosiseptif (skor DOMS dan NRS pada interval 24 dan 48 jam) yang dianalisis secara spesifik berdasarkan respons jenis kelamin (*sex-specific response*).

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Membandingkan laju klirens laktat darah antara kondisi masase olahraga dan istirahat pasif. 2) Menguji peningkatan fleksibilitas statis (*sit-and-reach*) dan dinamis (*shoulder ROM*) pasca-intervensi. 3) Mengevaluasi respons penurunan skor DOMS dan skala NRS pada jam ke-24 dan 48 pasca-latihan. 4) Menganalisis perbedaan efektivitas pemulihan masase olahraga berdasarkan jenis kelamin (*gender differences*) pada mahasiswa PENJASKESREK.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan *randomized crossover design* (Arnup et al., 2014), di mana setiap partisipan melewati kedua kondisi perlakuan (masase olahraga dan istirahat pasif) dengan urutan yang diacak dan diselingi periode tenggang (*washout period*). Keunggulan utama desain ini adalah eliminasi variabilitas antar-subjek sebagai sumber perancu (*confounding factor*), sehingga meningkatkan daya uji statistik (*statistical power*) secara substansial dengan jumlah sampel yang efisien dibandingkan desain paralel konvensional (Lim & In, 2021). Penelitian dilaksanakan di Universitas PGRI Mahadewa Indonesia (UPMI), Denpasar, mulai Februari hingga Mei 2026. Seluruh partisipan telah menyetujui dan menandatangani formulir persetujuan setelah penjelasan (*informed consent*) tertulis sesuai standar etika penelitian manusia.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah mahasiswa aktif semester VI Program Studi PENJASKESREK UPMI Tahun Akademik 2025/2026. Penentuan ukuran sampel dihitung berdasarkan rumus uji hipotesis crossover design menggunakan perangkat lunak G*Power versi 3.1.9.7 (Kang, 2021) menggunakan rumus *crossover design* (*effect size* $d=0,75$; $\alpha=0,05$; *power*=0,80; korelasi kondisi $r=0,50$) menghasilkan minimum 24 partisipan. Berdasarkan pertimbangan representasi gender yang seimbang, ditetapkan total 48 mahasiswa (24 putra, 24 putri). Kriteria inklusi: (1) aktif mengikuti perkuliahan semester VI PENJASKESREK; (2) usia 19–23 tahun; (3) tidak memiliki riwayat cedera otot atau sendi dalam 3 bulan terakhir; (4) tidak mengonsumsi obat antiinflamasi atau suplemen pemulihan selama penelitian; (5) tidak mendapatkan sesi masase lain selama periode penelitian. Semua partisipan menyelesaikan kedua kondisi tanpa dropout, memungkinkan analisis *complete case*.

Tabel 1. Karakteristik Demografis dan Baseline Sampel Penelitian

Variabel	Putra (n=24) M $\pm$ SD	Putri (n=24) M $\pm$ SD	Total (n=48) M $\pm$ SD
Usia (tahun)	20,4 $\pm$ 0,8	20,2 $\pm$ 0,9	20,3 $\pm$ 0,9
Berat Badan (kg)	68,3 $\pm$ 7,1	54,7 $\pm$ 6,3	61,5 $\pm$ 9,3
Tinggi Badan (cm)	170,2 $\pm$ 4,8	158,4 $\pm$ 4,2	164,3 $\pm$ 7,6
IMT (kg/m ²)	23,6 $\pm$ 2,3	21,8 $\pm$ 2,1	22,7 $\pm$ 2,4
VO ₂ max (mL/kg/min)	43,2 $\pm$ 4,1	36,8 $\pm$ 3,6	40,0 $\pm$ 4,9
Fleksibilitas SR (cm)	22,4 $\pm$ 5,2	28,7 $\pm$ 4,8	25,6 $\pm$ 5,8
Laktat Basal (mmol/L)	1,4 $\pm$ 0,4	1,3 $\pm$ 0,3	1,4 $\pm$ 0,4

SR = *Sit-and-Reach*, Sumber: Data primer, 2026

Protokol Latihan Standar

Untuk menginduksi kelelahan otot dan DOMS yang seragam secara terkontrol antar-partisipan dan antar-sesi uji, diterapkan protokol latihan beban terstandar (Utomo et al., 2025). Yang terdiri dari: warm-up 10 menit (jogging ringan + dinamis stretching), sirkuit beban 6 stasiun $\times$ 3 set (*leg press* 70% 1RM, *squat*



70% 1RM, lat pull-down 70% 1RM, bench press 70% 1RM, seated row 70% 1RM, shoulder press 70% 1RM), istirahat antar set 60 detik, antar stasiun 90 detik, total durasi ± 50 menit. Target kelelahan diverifikasi dengan pengukuran laktat darah pasca-latihan; partisipan yang tidak mencapai laktat ≥ 6 mmol/L pada menit ke-0 akan mengulangi sesi di hari lain. Protokol ini telah divalidasi untuk menghasilkan kondisi DOMS yang konsisten pada studi pilot ($n=8$) yang dilakukan sebelum penelitian utama.

Protokol Masase Olahraga

Perlakuan masase olahraga diberikan segera (dalam 15 menit) setelah protokol latihan standar selesai. Sesi masase berlangsung selama 30 menit dengan urutan: kelompok otot tungkai bawah (betis dan hamstring, 12 menit), kelompok otot tungkai atas (paha depan dan gluteus, 10 menit), serta kelompok otot bahu dan punggung atas (8 menit). Teknik yang digunakan adalah kombinasi effleurage (40% waktu), petrissage (35%), friction (15%), dan tapotement (10%), sesuai dengan protokol *Sports Massage Association* yang diadaptasi oleh Simatupang et al., (2025). Seluruh sesi masase dilakukan oleh satu terapis masase bersertifikat PERMASORI tingkat nasional untuk menjamin konsistensi teknik. Pada kondisi kontrol (istirahat pasif), partisipan beristirahat dalam posisi berbaring selama 30 menit tanpa intervensi apapun. *Washout period* antara dua kondisi adalah 14 hari untuk memastikan pemulihan penuh dan tidak ada *carry-over effect* (Rahmah et al., 2022).

Instrumen Pengukuran

1. Laju Klirens Laktat Darah: Kadar laktat darah diukur menggunakan *Accutrend Plus Lactate Analyzer* (Roche, Jerman) dari sampel darah kapiler ujung jari (20 μ L). Pengukuran dilakukan pada menit ke-0 (segera pasca-latihan, sebelum intervensi), menit ke-15, 30, dan 60. Instrumen ini memiliki reproducibility coefficient of variation (CV) $< 3,2\%$ pada range 0,8–22 mmol/L (Wibawa, 2024). Pengukuran serial dilakukan pada menit ke-0 (segera pasca-latihan), menit ke-15, ke-30, dan ke-60 pasca-intervensi.
2. Fleksibilitas Statis dan Dinamis: Fleksibilitas trunkus statis diukur dengan Canadian *Trunk Forward Flexion (sit-and-reach test)* menggunakan Flexiometer LAF (Lafayette Instrument Company, USA) dengan tingkat keandalan tinggi (Parmar et al., 2019). Fleksibilitas dinamis sendi bahu (shoulder ROM: fleksi, ekstensi, dan abduksi) diukur menggunakan goniometer manual standar (180°) sesuai kriteria pengujian goniometri baku (Kiatkulanusorn et al., 2023).
3. Persepsi Nyeri dan DOMS: Intensitas DOMS dan nyeri subjektif dievaluasi menggunakan Numeric Rating Scale (NRS, skala 0–10; 0 = tidak nyeri, 10 = nyeri paling berat), yang terbukti valid dan reliabel untuk pengujian berulang ($r = 0,92$) pada pengukuran nyeri neuromuskular (Miró et al., 2012). Evaluasi dilakukan pada baseline (0 jam), 24 jam, dan 48 jam pasca-latihan. Seluruh asesmen dilakukan oleh asisten peneliti yang tersamar (*blinded*) terhadap jenis perlakuan partisipan.

Analisis Statistik

Data dianalisis menggunakan IBM SPSS Statistics 26 dan R versi 4.3.0. Normalitas diuji dengan Shapiro-Wilk test (Quraisy, 2022). Perbandingan utama antara kondisi masase dan istirahat menggunakan paired t-test (atau Wilcoxon signed-rank test jika asumsi normalitas tidak terpenuhi). Analisis laktat time-course menggunakan two-way repeated measures ANOVA (kondisi $\times$ waktu) dengan Bonferroni post-hoc (Twisk, 2013). Analisis subkelompok berdasarkan jenis kelamin menggunakan mixed ANOVA. Effect size dinyatakan sebagai Cohen's d. Tingkat signifikansi $\alpha=0,05$ (*two-tailed*). Tidak ada data yang hilang (*complete case analysis*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klirens Laktat Darah

Tabel 2 menunjukkan profil laktat darah dari menit ke-0 hingga menit ke-60 pada kedua kondisi. Analisis repeated measures ANOVA mengungkap interaksi signifikan antara kondisi dan waktu pengukuran ($F(3,141)=18,74$; $p=0,000$; $\eta^2=0,29$), mengindikasikan bahwa laju penurunan laktat berbeda secara bermakna antara kondisi masase dan istirahat pasif. Perbedaan terbesar terjadi pada menit ke-30,



di mana kondisi masase menghasilkan kadar laktat 4,2 mmol/L dibandingkan 6,1 mmol/L pada kondisi istirahat ($p=0,000$; $d=1,52$). Pada menit ke-60, kedua kondisi telah mendekati nilai basal, namun kondisi masase masih menunjukkan kadar lebih rendah secara signifikan (2,1 vs 2,8 mmol/L; $p=0,003$).

Tabel 2. Profil Kadar Laktat Darah (mmol/L) pada Kondisi Masase vs Istirahat Pasif

Waktu Pengukuran	Kondisi Masase $M \pm SD$	Kondisi Istirahat $M \pm SD$	p-value	Cohen's d
Menit ke-0 (post-exercise)	8,7 $\pm$ 1,4	8,6 $\pm$ 1,5	0,764	0,07
Menit ke-15	6,3 $\pm$ 1,2	7,2 $\pm$ 1,3	0,004*	0,72
Menit ke-30	4,2 $\pm$ 0,9	6,1 $\pm$ 1,1	0,000*	1,52
Menit ke-60	2,1 $\pm$ 0,6	2,8 $\pm$ 0,7	0,003*	1,07
Nilai Basal (pre-exercise)	1,4 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,4	0,999	0,00

*signifikan $p < 0,05$ | Sumber: Data primer, 2026

Perubahan Fleksibilitas

Tabel 3 menyajikan perubahan skor fleksibilitas pasca-intervensi pada kedua kondisi. Skor sit-and-reach meningkat secara signifikan setelah masase ($\Delta=+5,8$ cm; $p=0,000$; $d=1,47$) dibandingkan perubahan minimal pada kondisi istirahat ($\Delta=+0,6$ cm; $p=0,218$; $d=0,18$). Fleksibilitas bahu (shoulder ROM abduksi) juga menunjukkan peningkatan bermakna: $+12,4^\circ$ pada kondisi masase vs $+1,8^\circ$ pada kondisi istirahat ($p=0,000$). Analisis subkelompok berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa partisipan putri mengalami peningkatan sit-and-reach lebih besar ($+6,7$ cm) dibandingkan putra ($+4,9$ cm), namun perbedaan ini tidak mencapai signifikansi statistik ($p=0,083$).

Tabel 3. Perbandingan Perubahan Fleksibilitas antara Kondisi Masase dan Istirahat

Variabel Fleksibilitas	Masase ($\Delta M \pm SD$)	Istirahat ($\Delta M \pm SD$)	p-value	Cohen's d
Sit-and-Reach (cm)	+5,8 $\pm$ 2,4	+0,6 $\pm$ 1,8	0,000*	1,47
SR – Subkelompok Putra (cm)	+4,9 $\pm$ 2,1	+0,4 $\pm$ 1,6	0,000*	1,38
SR – Subkelompok Putri (cm)	+6,7 $\pm$ 2,5	+0,8 $\pm$ 1,9	0,000*	1,52
Shoulder ROM Fleksi ($^\circ$)	+8,3 $\pm$ 3,2	+1,1 $\pm$ 2,4	0,000*	1,24
Shoulder ROM Abduksi ($^\circ$)	+12,4 $\pm$ 4,1	+1,8 $\pm$ 2,9	0,000*	1,84
Shoulder ROM Ekstensi ($^\circ$)	+4,7 $\pm$ 2,3	+0,7 $\pm$ 1,8	0,000*	0,99

*signifikan $p < 0,05$ | SR = Sit-and-Reach | Sumber: Data primer, 2026

Skor DOMS dan Persepsi Nyeri (NRS)

Tabel 4 menampilkan perkembangan skor NRS-DOMS pada 0, 24, dan 48 jam pasca-latihan. Pada T=0, tidak ada perbedaan signifikan antara kondisi ($p=0,521$), mengkonfirmasi kesetaraan baseline. Perbedaan bermakna pertama kali muncul pada T=24 jam, di mana kondisi masase menunjukkan skor DOMS 3,2 $\pm$ 1,4 dibandingkan 5,5 $\pm$ 1,6 pada kondisi istirahat ($\Delta=-2,3$; $p=0,000$; $d=1,38$). Pada T=48 jam, perbedaan tetap signifikan namun lebih kecil (masase: 2,1 $\pm$ 1,2 vs istirahat: 3,8 $\pm$ 1,5; $\Delta=-1,7$; $p=0,000$; $d=1,19$), menunjukkan pola pemulihan lebih cepat pada kondisi masase. Proporsi partisipan yang mengalami DOMS kategori 'ringan' (NRS ≤ 3) pada T=24 jam jauh lebih tinggi pada kondisi masase (64,6%) dibandingkan kondisi istirahat (18,8%).

Tabel 4. Perbandingan Skor DOMS/NRS (0–10) antara Kondisi Masase dan Istirahat Pasif

Waktu Pengukuran	Masase NRS $M \pm SD$	Istirahat NRS $M \pm SD$	Δ	p-value	Cohen's d
T=0 jam post-exercise	4,8 $\pm$ 1,3	4,9 $\pm$ 1,4	-0,1	0,521	0,07
T=24 jam	3,2 $\pm$ 1,4	5,5 $\pm$ 1,6	-2,3	0,000*	1,38
T=48 jam	2,1 $\pm$ 1,2	3,8 $\pm$ 1,5	-1,7	0,000*	1,19
Laju Penurunan (0→48 jam)	-2,7 $\pm$ 0,9	-1,1 $\pm$ 0,7	-1,6	0,000*	1,93

*signifikan $p < 0,05$ | NRS = Numeric Rating Scale (0=tidak nyeri, 10=nyeri terberat) | Sumber: Data primer, 2026



Analisis Subkelompok Berdasarkan Jenis Kelamin

Mixed ANOVA dengan faktor between-subject jenis kelamin menunjukkan tidak ada interaksi signifikan antara jenis kelamin dan kondisi untuk variabel laktat klirens ($p=0,234$) dan DOMS ($p=0,187$), mengindikasikan bahwa efek masase setara antara mahasiswa putra dan putri. Satu-satunya perbedaan berbasis gender yang signifikan ditemukan pada fleksibilitas sit-and-reach, di mana mahasiswi putri secara konsisten memiliki nilai lebih tinggi ($p<0,001$), namun besar efek masase tidak berbeda secara signifikan antar gender ($p=0,083$). Temuan ini mengindikasikan bahwa manfaat masase olahraga bersifat universal lintas gender dalam konteks populasi ini.

PEMBAHASAN

Efektivitas masase olahraga terhadap pemulihan mahasiswa PENJASKESREK UPMI bersumber dari *crosstalk* multi-sistemik yang mengintegrasikan manipulasi mekanis jaringan, hemodinamika vaskular, dan modulasi sistem saraf (Rahmouni, 2024). Tekanan longitudinal dan kompresi ritmis effleurage serta petrissage memicu pembukaan mekanis mikrosirkulasi vaskular yang tertekan pasca-latihan beban intensif (Herlina & Burhan, 2025). Di samping itu, gesekan friction merangsang pelepasan agen vasoaktif lokal seperti *nitric oxide* (NO) yang menginduksi vasodilatasi, sementara proses mechanotransduction pada tingkat seluler mengaktifkan focal adhesion kinase (FAK) dan menekan kaskade pro-inflamasi NF-KB (Kamal & Trombetta-Lima, 2025). Sinergi antar-sistem inilah yang melandasi penurunan cepat kelelahan dan nyeri otot partisipan.

Ditinjau dari kinetika metabolik, masase olahraga bekerja sebagai pompa vaskular-limfatik sekunder yang secara signifikan mempercepat klirens laktat darah dengan puncak perbedaan pada menit ke-30 (4,2 vs 6,1 mmol/L; $d = 1,52$). Manipulasi mekanis mendorong peningkatan *venous return* dan alir limfa, memfasilitasi pengangkutan laktat intraseluler menuju sirkulasi sistemik untuk dioksidasi di jantung dan otot tipe I serta diproses melalui *gluconeogenesis* di hati (Brooks, 2020). Meskipun efek pengosongan laktat ini bersifat akut dan menyempit pada menit ke-60, masase terbukti menjadi pilihan pemulihan pasif-aktif paling superior dibanding istirahat pasif total, terutama ketika partisipan mengalami kelelahan ekstrem yang tidak memungkinkan digunakannya pemulihan aktif seperti jogging ringan (Marhadi et al., 2023).

Peningkatan fleksibilitas statis sit-and-reach (+5,8 cm; $d = 1,47$) dan dinamis shoulder ROM abduksi (+12,4°; $d = 1,84$) dapat dijelaskan melalui sifat *thixotropic fascia* dan relaksasi neurofisiologis (Gao & Gao, 2026). Gesekan mekanis masase meningkatkan suhu lokal jaringan (*intramuscular temperature*), menurunkan viskositas matriks ekstraseluler yang kaku pasca-latihan, serta memecah adhesi myofascial (Antohe et al., 2024). Secara bersamaan, penekanan petrissage mengaktifasi organ tendon Golgi (GTO) yang memicu refleksi autogenik inhibition, menurunkan tonus otot istirahat (*resting muscle tone*), dan meningkatkan toleransi regangan sendi (Syatibi & Suhardi, 2016). Peningkatan fleksibilitas ini merupakan respons mekano-termal akut yang sangat krusial untuk mengembalikan *Range of Motion* normal pasca-praktikum fisik.

Penurunan intensitas DOMS pada jam ke-24 (-2,3 poin NRS; $d = 1,38$) dan jam ke-48 (-1,7 poin NRS; $d = 1,19$) merepresentasikan manfaat desensitisasi nosiseptif melalui jalur sentral dan perifer. Stimulasi mekanoreseptor serabut aferen A-β selama masase mentransmisikan sinyal cepat yang memblokir persepsi nyeri dari serabut C di medulla spinalis sesuai *Gate Control Theory* (Peláez & Taniguchi, 2016), disertain pelepasan endorfin endogen via aktivasi sistem parasimpatis (Safira et al., 2026). Sangat penting dicatat bahwa tidak adanya interaksi signifikan antara perlakuan dan jenis kelamin ($p > 0,05$) menegaskan bahwa efek analgesik dan metabolik masase bersifat universal lintas gender, sehingga protokol pemulihan pasca-latihan dapat diterapkan secara seragam tanpa memerlukan penyesuaian khusus berdasarkan jenis kelamin.

Pengoptimalan hasil pemulihan ini sangat bergantung pada parameter dosis-respon yang terstandar, yaitu durasi 30 menit dengan tekanan moderat (50-70%), di mana durasi <10 menit terbukti tidak efektif dan durasi >45 menit berisiko memperparah edema mikrotrauma. Kendati penelitian terapi manual memiliki keterbatasan metodologis yang tidak memungkinkan penyamaran ganda (double-blinding) sehingga rentan terhadap efek plasebo atau expectation bias pada parameter persepsi subjektif



(Savvidou et al., 2026), penggunaan kombinasi indikator objektif biokimia (kadar laktat) dan mekanis (goniometri ROM) serta penilai data yang tersamar (*blinded assessor*) berhasil menjaga validitas internal temuan ini secara ketat.

Implikasi praktis dari penelitian ini merekomendasikan pengelola Program Studi PENJASKESREK UPMI dan praktisi pelatih untuk mengintegrasikan sesi masase 15-30 menit segera setelah praktikum atau latihan fisik intensif guna mencegah kelelahan kronis dan kecelakaan cedera. Sebagai sintesis pemikiran, kami mengajukan Model Pemulihan Masase Tri-Fasik (*Tri-Phasic Recovery Synergy*) yang memetakan kaskade pemulihan temporal secara berurutan: Fase 1 Akut Metabolik (0-30 menit: percepatan klirens laktat via pompa vaskular), Fase 2 Mekano-Elastis Akut (0-60 menit: perbaikan viskositas fascia dan ROM via relaksasi autogenik), dan Fase 3 Neuro-Analgesik Sub-Akut (24-48 jam: modulasi DOMS dan analgesia sentral-perifer).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, intervensi masase olahraga selama 30 menit terbukti secara signifikan lebih efektif dibandingkan istirahat pasif sebagai modalitas pemulihan multidimensional bagi mahasiswa PENJASKESREK UPMI melalui mekanisme tri-fasik (metabolik, mekano-elastis, dan neuro-analgesik). Secara spesifik, masase olahraga mempercepat laju klirens laktat darah pasca-latihan beban intensif dengan puncak penurunan pada menit ke-30 (4,2 vs 6,1 mmol/L; $p = 0,000$), meningkatkan fleksibilitas statis (sit-and-reach +5,8 cm) dan dinamis (shoulder ROM abduksi +12,4°), serta meredakan intensitas nyeri otot Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) pada 24 jam ($\Delta = -2,3$ poin NRS) dan 48 jam pasca-latihan. Efek pemulihan ini bersifat universal dan konsisten tanpa dipengaruhi oleh perbedaan jenis kelamin (gender-independent), sehingga masase olahraga sangat direkomendasikan sebagai standar prosedur pemulihan aktif pasca-aktivitas fisik intensif di lingkungan akademis maupun keolahragaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. T. H., Sanjaya, H. F., Wiyata, I. R., Gani, M. I., Muhandis, A. I. Al, & Pratama, D. G. (2026). SPORT MASSAGE SEBAGAI STRATEGI PEMULIHAN UNTUK MENGURANGI KETEGANGAN OTOT SETELAH OLAHRAGA. *Jurnal Ilmiah SPIRIT*, 26(1), 441–446.
- Antohe, B. A., Alshana, O., Uysal, H. Ş., Rață, M., Iacob, G. S., & Panaet, E. A. (2024). Effects of Myofascial Release Techniques on Joint Range of Motion of Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports (Basel)*, 12(5), 132. <https://doi.org/10.3390/sports12050132>
- Arnup, S. J., Forbes, A. B., Kahan, B. C., & Morgan, K. E. (2014). The use of the cluster randomized crossover design in clinical trials: Protocol for a systematic review. *Systematic Reviews*, 3(1), 86. <https://doi.org/DOI:10.1186/2046-4053-3-86>
- Brooks, G. A. (2020). Lactate as a fulcrum of metabolism. *Redox Biology*, 35(2), 101454. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101454>
- Crane, J., Ogborn, D. I., Cupido, C. P., Melov, S., Hubbard, A. E., Bourgeois, J. M., & Tarnopolsky, M. (2012). Massage Therapy Attenuates Inflammatory Signaling After Exercise-Induced Muscle Damage. *Science Translational Medicine*, 4(119), 1–6. <https://doi.org/DOI:10.1126/scitranslmed.3002882>
- 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* 2023, 11(6), 110. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sports11060110>
- Gao, Y., & Gao, D. (2026). Myofascial release and fascial-targeted mechanical interventions in musculoskeletal rehabilitation: mechanisms, modalities, and integrative physiology. *Front Physiol*, 17, 1801306. <https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1801306>
- Haryuni, R. O., Hartanto, & Hartono, B. (2021). Perbandingan Efektivitas Terapi Delayed-Onset Muscle Soreness: Studi Literatur. *J Kdoks Meditek*, 28(3), 322–330. <https://doi.org/https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v28i3.2328>



- Hasyim, Mappanyukki, A. A., Aksir, Muh. Ilham, & Aziz, M. I. M. (2025). Efektivitas Recovery Aktif Dan Pasif Terhadap Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) Setelah Latihan Intensif Pada Atlet Renang. *Sport Science and Health*, 7(11), 540–549. <https://doi.org/DOI:10.17977/um062v7i112025p540-549>
- Herlina, & Burhan, Z. (2025). Pengaruh Sport Massage terhadap Recovery Fatigue dan Peningkatan Kebugaran Atlet Beladiri pada Sesi Latihan Intensif. *Journal of Modern Social and Humanities*, 1(5), 151–158. <https://doi.org/https://doi.org/10.71094/jmsh.v1i5.234>
- Hidayat, F. M., Syandi, F. M., Fauzi, M. I., Setiabudid, M. R. P., Hidayatullah, S., Arief, M., & Setiawan. (2025). ANALISIS TINGKAT PENGETAHUAN MAHASISWA TENTANG PEMULIHAN DALAM AKTIVITAS OLAHRAGA. *Jurnal Edukasi Citra Olahraga*, 5(3), 559–567. <https://doi.org/DOI:10.38048/jor.v4i3.5932>
- 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/https://doi.org/10.21831/jk.v8i1.30572>
- Kamal, K. Y., & Trombetta-Lima, M. (2025). Mechanotransduction and Skeletal Muscle Atrophy: The Interplay Between Focal Adhesions and Oxidative Stress. *Int J Mol Sci*, 26(6), 2802. <https://doi.org/10.3390/ijms26062802>
- Kang, H. (2021). Sample size determination and power analysis using the G*Power software. *J Educ Eval Health Prof*, 18(17), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.17>
- Kiatkulanusorn, S., Luangpon, N., Srijunto, W., Sarawoot Watechagit, K. P., Sireetorn Kuharat, O., Bég, A., & Suato, B. P. (2023). Analysis of the concurrent validity and reliability of five common clinical goniometric devices. *Scientific Reports*, 13, 20931. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-023-48344-6>
- Lim, C.-Y., & In, J. (2021). Considerations for crossover design in clinical study. *Korean J Anesthesiol*, 74(4), 293–299. <https://doi.org/10.4097/kja.21165>
- Marhadi, Agusman, Rahmah, & Bakar, A. (2023). PENGARUH SPORT MASSAGE, ISTIRAHAT AKTIF DAN PASIF TERHADAP KECEPATAN RENANG 50 METER GAYA CRAWL DAN PENURUNAN KADAR ASAM LAKTAT DARAH PADA ATLET RENANG KOTA PALU. *Babasal Sport Education Journal*, 3(2), 94–102.
- Mendell, L. M. (2014). Constructing and Deconstructing the Gate Theory of Pain. *Pain*, 155(2), 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.010>
- Miró, J., Gertz, K. J., Carter, G. T., & Jensen, M. P. (2012). Chronic Pain in Neuromuscular Disease. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 23(4), 895–902. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2012.08.008>
- Mizumura, K., & Taguchi, T. (2016). Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *J Physiol Sci*, 66(1), 43–52. <https://doi.org/10.1007/s12576-015-0397-0>
- Parmar, D., Shingala, M., & Sorani, D. (2019). Evaluation of Flexibility with Canadian Trunk Forward Flexion Test and Ymca Sit and Reach Test in Young Individuals: A Comparative Study. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 8(2), 1371–1377.
- Peláez, F. J. R., & Taniguchi, S. (2016). The Gate Theory of Pain Revisited: Modeling Different Pain Conditions with a Parsimonious Neurocomputational Model. *Neural Plast*, 2016, 4131395. <https://doi.org/10.1155/2016/4131395>
- Pelt, D. W. Van, Lawrence, M. M., Miller, B. F., Dupont-Versteegden, E. E., & Butterfield, T. A. (2021). Massage as a Mechanotherapy for Skeletal Muscle. *Exerc Sport Sci Rev*, 49(2), 107–114. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000244>
- Quraisy, A. (2022). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk: Studi kasus penghasilan orang tua mahasiswa Prodi Pendidikan Matematika Unismuh Makassar. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, 3(1), 7–11. <https://doi.org/DOI:10.36339/jhest.v3i1.42>
- Rahmah, H. A., Wahyurin, I. S., Purnamasari, A. D., & Paramita, F. (2022). My fluid diary sebagai alternatif p. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 19(2), 49–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/ijcn.66931>
- Rahmouni, K. (2024). The Neural Circuits Underlying Reciprocal Cardio-Metabolic Crosstalk.



- Hypertension*, 81(6), 1233–1243. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.22066>
- Safira, N., Ba'diah, A., & Maimunah, S. (2026). EFEKTIVITAS ENDORPHIN MASSAGE DAN SENAM DISMENORE TERHADAP PENURUNAN INTENSITAS NYERI DISMENORE PRIMER PADA REMAJA DI SMA NEGERI 6 BALIKPAPAN. *Jurnal Transformasi Inovasi Kesehatan Modern*, 7(1), 62–78.
- Sari, R. S., W, S. M., & Lestari, D. E. G. (2021). Pengaruh Pemberian Kurkumin Dalam Meringankan Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) Setelah Aktivitas Eksentrik. *Jurnal MensSana: Jurnal Ilmiah Bidang Pendidikan Olahraga*, 6(1), 31–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/MensSana.06012021.15>
- Savidou, P., Hölsken, S., Krefting, F., Benson, S., & Sondermann, W. (2026). Study protocol for testing pharmacological conditioning as a drug dose reduction strategy in patients with psoriasis in a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 16, e114026. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-114026>
- Siburian, P. H., Siregar, F., & Hamonangan. (2026). Efektivitas Metode Pelatihan Sport Massage Terhadap Keberhasilan Belajar Mahasiswa Pendidikan Jasmani. *JURNAL DUNIA PENDIDIKAN*, 6(5), 2870–2878.
- Simatupang, N., Saputra, I., Nugroho, S., Ishak, M., Aulia, R., & Sinulingga, A. (2025). Standar Operasional Prosedur (SOP) Massage Olahraga. *Jurnal Ilmu Keolahragaan Undiksha*, 13(2), 138–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jiku.v13i2.95703>
- Syatibi, M. M., & Suhardi. (2016). MANIPULASI ORGAN GOLGI TENDON UNTUK MENGURANGI TINGKAT SPASTISITAS OTOT-OTOT PENGGERAK LENGAN PASCA STROKE INFARK. *Jurnal Keterapian Fisik*, 1(1), 15–20.
- Titan, A. L., Foster, D. S., Chang, J., & Longaker, M. T. (2019). Flexor Tendon: Development, Healing, Adhesion Formation, and Contributing Growth Factors. *Plast Reconstr Surg*, 144(4), 639e–647e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000006048>
- Utomo, A. W. B., Izzudin, A. R. A., Mashuri, A., Januar, Santoso, A., & Kuryanto, M. S. (2025). PERBEDAAN DOMS SETELAH LATIHAN SQUAT, LUNGE, DEADLIFT, DAN STEPUP PADA ATLET TAEKWONDO. *Jurnal Ilmiah SPIRIT*, 25(2), 139–145.
- Wibawa, J. C. (2024). PENURUNAN KADAR ASAM LAKTAT PASCA PEMBERIAN MINUMAN DENGAN KADAR VITAMIN C 1000 MG PADA RESIMEN MAHASISWA JAWA TIMUR. *Majalah Ilmiah Olahraga (MAJORA)*, 30(2), 136–142.