JSMT
Journal of Sport Massage Therapy
Vol. xx, No. xx, Bulan, 20xx, pp. xxx - xxx

EVALUASI KANDUNGAN BAHAN AKTIF PADA OBAT TOPIKAL BERBASIS NSAID, OPIOID, ANESTESI LOKAL, DAN COUNTERIRRITANT KRIM UNTUK PEREDA NYERI OTOT: LITERATURE REVIEW

Elisa Dwi Ratna Sari[1], Mohammad Zein Muttaqin[2], Rafif Musyafa[3], Niko Syaban Wijaya[4], Joesoef Roepajadi[5], Yuni Fitriyah Ningsih[6], Ibtisam [7], Ika Nurmaya[8]
[1]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; 24061824003@mhs.unesa.ac.id
[2]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; 24061824002@mhs.unesa.ac.id
[3]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; 24061824010@mhs.unesa.ac.id
[4]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; 24061824015@mhs.unesa.ac.id
[5]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; joesoefroepajadi@unesa.ac.id
[6]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; yuniningsih@unesa.ac.id
[7]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; ibtisamibtisam@unesa.ac.id
[8]Terapi dan Masase Olahraga Universitas Negeri Surabaya; ikanurmaya@unesa.ac.id

*EDRS; 24061824003@mhs.unesa.ac.id

Article History:
Received:
Revised:
Accepted:

Abstract: *Functional recovery following soft tissue injury and high-intensity eccentric exercise may be impaired by pain, limited range of motion (ROM), and increased muscle damage biomarkers such as creatine kinase (CK) and myoglobin. The use of oral analgesics may cause systemic adverse effects, highlighting the need for more targeted alternative interventions. This study aimed to systematically examine the effectiveness of non-pharmacological and topical pharmacological interventions, including massage techniques, heat therapy, cryotherapy, topical non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), and cannabidiol (CBD), on pain, ROM, muscle strength, and recovery biomarkers in soft tissue injuries and delayed onset muscle soreness (DOMS). A systematic review was conducted according to the PRISMA 2020 guidelines by searching PubMed, Scopus, Cochrane, Embase, Web of Science, MEDLINE, and Google Scholar from database inception through 2026. Human studies with randomized controlled trial (RCT) and quasi-experimental designs that met the inclusion criteria were considered. Of 94,238 records identified, 30 articles met the eligibility criteria and were included in the analysis. The findings indicated that effleurage and deep tissue massage may reduce pain, improve ROM, and support functional muscle recovery. Heat therapy and cryotherapy were also effective in reducing DOMS-related pain, although their effects varied according to the timing and type of*

intervention. Topical NSAIDs, particularly ketoprofen and diclofenac, demonstrated relatively rapid local analgesic effects. In contrast, evidence regarding topical CBD remains limited and has not consistently demonstrated beneficial effects on muscle soreness, myoglobin, or muscle performance. Overall, non-pharmacological and topical pharmacological interventions may serve as therapeutic options to support recovery from injury and DOMS, with intervention selection tailored to the clinical condition, recovery phase, and functional goals.
Keywords: *Massage; Cryotherapy; Heat Therapy; Topical NSAIDs; Cannabidiol; DOMS;Pain; Range Of Motion.*

Abstrak: Pemulihan fungsi setelah cedera jaringan lunak dan latihan eksentrik intensitas tinggi dapat terhambat oleh nyeri, keterbatasan range of motion (ROM), serta peningkatan biomarker kerusakan otot seperti creatine kinase (CK) dan myoglobin. Penggunaan analgesik oral dapat menimbulkan risiko efek samping sistemik sehingga diperlukan alternatif intervensi yang lebih terarah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas intervensi nonfarmakologis dan farmakologis topikal, meliputi teknik masase, terapi panas, cryotherapy, NSAID topikal, dan cannabidiol (CBD), terhadap nyeri, ROM, kekuatan otot, serta biomarker pemulihan pada cedera jaringan lunak dan Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). Penelitian ini menggunakan metode systematic review berdasarkan pedoman PRISMA 2020 dengan penelusuran pada PubMed, Scopus, Cochrane, Embase, Web of Science, MEDLINE, dan Google Scholar dari awal publikasi hingga tahun 2026. Artikel yang dipilih meliputi penelitian manusia dengan desain randomized controlled trial (RCT) dan quasi-experimental yang memenuhi kriteria inklusi. Dari 94.238 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 30 artikel memenuhi kriteria untuk dianalisis. Hasil menunjukkan bahwa teknik effleurage dan deep tissue massage berpotensi menurunkan nyeri, meningkatkan ROM, dan mendukung pemulihan fungsi otot. Terapi panas dan cryotherapy juga menunjukkan efektivitas dalam mengurangi nyeri DOMS dengan respons yang dipengaruhi oleh waktu dan jenis intervensi. NSAID topikal, khususnya ketoprofen dan diklofenak, menunjukkan efek analgesik lokal yang relatif cepat. Sementara itu, bukti mengenai CBD topikal masih terbatas dan belum menunjukkan efek yang konsisten terhadap nyeri, myoglobin, dan performa otot. Secara keseluruhan, intervensi nonfarmakologis dan farmakologis topikal dapat menjadi pilihan dalam mendukung pemulihan cedera dan DOMS, dengan pemilihan intervensi

disesuaikan terhadap kondisi klinis, fase pemulihan, serta tujuan fungsional.
Kata Kunci: Masase; Cryotherapy; Terapi Panas; NSAID Topikal; Cannabidiol; DOMS, Nyeri, *Range Of Motion*.

Pendahuluan

Cedera muskuloskeletal dan *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) merupakan kondisi yang umum terjadi setelah aktivitas fisik dengan intensitas tinggi, terutama latihan yang melibatkan kontraksi eksentrik [1], [2]. DOMS dapat menyebabkan nyeri otot, kekakuan, penurunan *range of motion* (ROM), serta gangguan fungsi fisik yang berpotensi menghambat proses pemulihan dan performa atlet [2], [3]. Kondisi tersebut juga dapat disertai perubahan fisiologis dan peningkatan biomarker kerusakan otot, sehingga pemantauan nyeri dan fungsi otot menjadi penting dalam proses pemulihan [3], [4]. Oleh karena itu, diperlukan intervensi yang mampu membantu mengurangi nyeri sekaligus mendukung pemulihan fungsi dan kemampuan fisik setelah aktivitas berat [1], [4].

Masase merupakan salah satu intervensi nonfarmakologis yang banyak digunakan dalam pemulihan setelah olahraga maupun pada kondisi yang berkaitan dengan nyeri muskuloskeletal [5]. Hasil systematic review dan meta-analysis menunjukkan bahwa masase dapat memberikan manfaat terhadap fleksibilitas dan gejala DOMS, meskipun bukti peningkatan kekuatan, sprint, lompatan, dan daya tahan masih terbatas [1]. Penelitian lain menunjukkan bahwa masase berpotensi menurunkan persepsi nyeri dan DOMS serta memberikan efek psikologis berupa penurunan stres, kecemasan, dan persepsi kelelahan [5]. Dengan demikian, masase lebih tepat dipandang sebagai bagian dari strategi pemulihan yang dapat mendukung kenyamanan dan kesiapan atlet, bukan sebagai intervensi yang secara langsung meningkatkan seluruh aspek performa olahraga [1], [5].

Terapi panas dan dingin juga banyak digunakan sebagai modalitas pemulihan pada kondisi DOMS dan cedera muskuloskeletal [3]. Meta-analysis terhadap 32 randomized controlled trials menunjukkan bahwa terapi dingin yang diberikan setelah olahraga dapat membantu mengurangi nyeri DOMS terutama dalam 24 jam pertama, sedangkan terapi panas juga menunjukkan efek dalam mengurangi nyeri [3]. Tinjauan sistematis lainnya menemukan bahwa berbagai intervensi fisioterapi, termasuk krioterapi dan masase, dapat memberikan efek positif terhadap penanganan DOMS dibandingkan kelompok kontrol, meskipun kualitas bukti masih rendah [4]. Bukti yang lebih baru juga menunjukkan bahwa efektivitas krioterapi dapat berbeda berdasarkan jenis intervensi dan waktu setelah latihan, sehingga waktu pemberian menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan hasil pemulihan [6].

Pada kondisi nyeri muskuloskeletal, terapi farmakologis juga dapat digunakan, salah satunya melalui pemberian obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID) secara topikal [7]. NSAID topikal digunakan untuk memberikan efek analgesik dan antiinflamasi secara lokal pada area yang mengalami nyeri atau cedera [7], [8]. Systematic review pada atlet yang mengalami cedera menunjukkan bahwa obat analgesik topikal memberikan penurunan nyeri yang signifikan dibandingkan plasebo, dengan efek yang lebih baik dibandingkan analgesik oral dalam analisis tersebut [8]. Pedoman klinis terbaru juga mendukung penggunaan NSAID topikal pada kondisi cedera olahraga tertentu dengan mempertimbangkan indikasi, kontraindikasi, efektivitas, serta kemungkinan efek sampingnya [7].

Meskipun NSAID dapat membantu mengendalikan nyeri akut, penggunaannya tetap perlu dilakukan secara rasional karena tujuan terapi tidak hanya menghilangkan nyeri tetapi juga mendukung proses pemulihan secara keseluruhan [9]. Systematic review pada atlet menunjukkan bahwa NSAID dapat efektif untuk mengatasi nyeri akut, tetapi bukti belum mendukung penggunaannya untuk meningkatkan performa atau memberikan efek ergogenik [9]. Oleh sebab itu, penggunaan NSAID, khususnya dalam konteks olahraga, perlu disesuaikan dengan kondisi cedera, tujuan terapi, serta pertimbangan manfaat dan risikonya [7], [9]. Pendekatan tersebut menunjukkan pentingnya membandingkan terapi farmakologis dengan intervensi nonfarmakologis seperti masase, terapi panas, dan krioterapi dalam proses pemulihan cedera muskuloskeletal [1], [3], [7].

Selain NSAID, cannabidiol (CBD) topikal mulai diteliti sebagai salah satu alternatif untuk membantu pemulihan setelah aktivitas fisik yang menyebabkan kerusakan otot [10]. Namun, bukti mengenai efektivitas CBD topikal masih terbatas dan belum menunjukkan hasil yang konsisten terhadap nyeri maupun pemulihan fungsi otot [10]. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemberian gel CBD topikal setelah latihan yang menyebabkan kerusakan otot tidak secara signifikan mempercepat pemulihan fungsi otot atau menurunkan DOMS dibandingkan plasebo, meskipun terdapat hasil tertentu yang menunjukkan keuntungan pada kekuatan isometrik [10]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan posisi CBD dibandingkan dengan intervensi pemulihan lain yang telah memiliki bukti lebih banyak, seperti masase, termoterapi, krioterapi, dan NSAID topikal [3], [5], [7], [10].

Berdasarkan berbagai temuan tersebut, pemulihan cedera otot dan sendi perlu mempertimbangkan beberapa parameter sekaligus, termasuk intensitas nyeri, ROM, fungsi otot, performa fisik, serta biomarker kerusakan otot [3], [4]. Masase memiliki potensi dalam membantu mengurangi DOMS dan meningkatkan fleksibilitas, sedangkan terapi panas dan dingin dapat membantu mengendalikan nyeri setelah aktivitas fisik [1], [3], [4]. NSAID topikal juga menunjukkan efektivitas dalam mengurangi nyeri pada kondisi cedera olahraga, sementara bukti mengenai CBD topikal masih menunjukkan

keterbatasan [7], [8], [10]. Oleh karena itu, diperlukan systematic review yang membandingkan efektivitas berbagai intervensi nonfarmakologis dan farmakologis topikal berdasarkan nyeri, ROM, kekuatan atau performa otot, serta biomarker seperti CK dan mioglobin untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai strategi pemulihan cedera muskuloskeletal dan DOMS [1], [4], [7], [10].

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan systematic review dan meta-analysis yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020. Pedoman PRISMA 2020 digunakan untuk memastikan proses identifikasi, seleksi, penilaian kualitas, ekstraksi data, dan sintesis hasil penelitian dilaporkan secara transparan dan sistematis.

1. Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada beberapa database elektronik, yaitu PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Embase, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan sejak awal ketersediaan masing-masing database hingga tahun 2026. Strategi pencarian dikembangkan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean yang disesuaikan dengan masing-masing database.

Kata kunci utama yang digunakan meliputi: ("massage therapy" OR "sports massage" OR effleurage OR kneading OR "deep tissue massage" OR "trigger point massage") AND ("cryotherapy" OR "cold therapy" OR thermotherapy OR "heat therapy") AND ("topical NSAID" OR diclofenac OR ketoprofen OR cannabidiol OR CBD) AND ("muscle injury" OR "musculoskeletal injury" OR "joint pain" OR osteoarthritis OR DOMS OR "delayed onset muscle soreness"). Strategi pencarian dapat dikembangkan dengan menggunakan istilah sinonim dan *Medical Subject Headings* (MeSH) untuk meningkatkan sensitivitas pencarian.

2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel dimasukkan apabila memenuhi kriteria: (1) penelitian dilakukan pada manusia; (2) menggunakan desain randomized controlled trial (RCT), controlled clinical trial, atau quasi-experimental; (3) mengevaluasi intervensi nonfarmakologis berupa massage therapy, cryotherapy, thermotherapy, atau kombinasi intervensi tersebut, maupun intervensi farmakologis topikal berupa NSAID atau cannabidiol; (4) berhubungan dengan cedera otot, nyeri muskuloskeletal, gangguan sendi, osteoarthritis, atau DOMS; (5) melaporkan sedikitnya satu outcome berupa intensitas nyeri menggunakan VAS/NRS, range of motion, kekuatan atau performa otot, creatine kinase (CK), mioglobin, atau fungsi fisik; (6) tersedia dalam teks lengkap; dan (7) diterbitkan dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.

Artikel dikeluarkan apabila berupa studi pada hewan atau *in vitro*, studi kasus tunggal, editorial, komentar, surat kepada editor, abstrak konferensi tanpa data lengkap, systematic review atau meta-analysis yang tidak menyediakan data penelitian primer, penelitian yang tidak relevan dengan cedera otot atau sendi, serta penelitian yang tidak melaporkan outcome yang telah ditentukan.

3. Proses Seleksi Studi

Seluruh hasil pencarian dari database dikumpulkan dan dilakukan proses penghapusan artikel duplikat. Selanjutnya, proses seleksi dilakukan melalui tiga tahap, yaitu pemeriksaan judul, pemeriksaan abstrak, dan pemeriksaan teks lengkap. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi pada tahap penyaringan abstrak kemudian diperiksa secara menyeluruh berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Proses seleksi dilaporkan menggunakan diagram alir PRISMA 2020 yang menunjukkan jumlah artikel pada tahap identifikasi, penyaringan, pemeriksaan kelayakan, dan artikel yang akhirnya dimasukkan dalam sintesis.

4. Ekstraksi Data

Data dari artikel yang memenuhi kriteria inklusi diekstraksi secara sistematis menggunakan tabel ekstraksi data. Informasi yang dikumpulkan meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara penelitian, karakteristik dan jumlah peserta, jenis cedera atau kondisi muskuloskeletal, jenis intervensi, kelompok pembanding, dosis atau durasi intervensi, frekuensi pemberian, waktu pengukuran, instrumen pengukuran, serta hasil utama penelitian. Outcome yang menjadi fokus meliputi intensitas nyeri berdasarkan VAS atau NRS, range of motion yang diukur menggunakan goniometri, kekuatan atau performa otot, kadar creatine kinase (CK), kadar mioglobin, dan fungsi fisik.

5. Penilaian Risiko Bias

Kualitas metodologis dan risiko bias setiap penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dinilai secara sistematis. Penelitian randomized controlled trial dinilai menggunakan *Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2)*, sedangkan penelitian non-randomized atau quasi-experimental dinilai menggunakan *Risk Of Bias In Non-randomized Studies of Interventions (ROBINS-I)*. Penilaian dilakukan secara independen oleh dua penilai. Apabila terdapat perbedaan penilaian, perbedaan tersebut diselesaikan melalui diskusi dan konsensus.

6. Sintesis dan Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel karakteristik studi dan sintesis naratif. Apabila terdapat kesamaan yang memadai dalam karakteristik peserta, intervensi, kelompok pembanding, outcome, dan waktu pengukuran, dilakukan meta-analysis untuk memperoleh estimasi efek gabungan. Untuk outcome kontinu digunakan *Mean Difference (MD)* apabila penelitian menggunakan skala pengukuran yang sama, sedangkan *Standardized Mean Difference (SMD)* digunakan apabila

instrumen atau skala pengukuran berbeda.

Meta-analysis dilakukan menggunakan *random-effects model* karena karakteristik intervensi, populasi, protokol penelitian, dan kondisi klinis interstudi diperkirakan memiliki variasi. Heterogenitas antar penelitian dinilai menggunakan statistik I^2 dan χ^2. Nilai I^2 digunakan untuk menggambarkan proporsi variasi antar penelitian yang disebabkan oleh heterogenitas dibandingkan dengan variasi karena kesalahan sampling. Apabila heterogenitas penelitian terlalu tinggi atau data tidak memungkinkan untuk digabungkan secara statistik, hasil penelitian disajikan melalui narrative synthesis.

7. Analisis Subkelompok

Apabila jumlah penelitian dan data yang tersedia memungkinkan, analisis subkelompok dilakukan berdasarkan jenis intervensi, yaitu massage therapy, thermotherapy, cryotherapy, kombinasi massage dan terapi termal, topical NSAIDs, dan topical cannabidiol. Analisis juga dapat dikelompokkan berdasarkan jenis kondisi, seperti DOMS, cedera otot, dan gangguan sendi atau osteoarthritis, serta berdasarkan waktu pengukuran outcome untuk mengetahui perubahan efek intervensi pada fase pemulihan yang berbeda.

Hasil

1. Seleksi dan Karakteristik Studi

Berdasarkan hasil pencarian literatur dari seluruh database yang digunakan, diperoleh 94.238 rekaman awal. Setelah dilakukan penghapusan duplikasi, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, serta pemeriksaan kelayakan teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh 30 artikel yang memenuhi kriteria dan dimasukkan dalam sintesis akhir. Proses seleksi penelitian disajikan dalam diagram alir PRISMA 2020 untuk menunjukkan tahapan identifikasi, screening, eligibility, hingga inclusion. Berbeda dengan metode pada dokumen awal yang memasukkan artikel review, meta-analysis, dan dokumen paten sebagai unit analisis, penelitian ini menggunakan penelitian pada manusia dengan desain RCT dan quasi-experimental sebagai sumber data utama, sehingga hasil yang disajikan berfokus pada efektivitas langsung masing-masing intervensi terhadap outcome klinis dan fisiologis.

Studi yang terinklusi memiliki variasi karakteristik berdasarkan jenis intervensi, kondisi yang diteliti, durasi pemberian, serta waktu pengukuran outcome. Intervensi yang paling banyak dievaluasi meliputi massage therapy, cryotherapy, thermotherapy, topical NSAIDs, serta topical cannabidiol. Outcome yang paling sering dilaporkan adalah intensitas nyeri menggunakan Visual Analogue Scale (VAS) atau Numeric Rating Scale (NRS), range of motion (ROM), kekuatan atau performa otot, serta biomarker kerusakan otot seperti creatine kinase (CK) dan mioglobin. Variasi waktu pengukuran

menunjukkan bahwa respons terhadap intervensi tidak hanya dipengaruhi oleh jenis terapi, tetapi juga oleh waktu pemberian dan fase pemulihan setelah aktivitas fisik atau cedera.

2. Efektivitas Massage Therapy terhadap Nyeri, ROM, dan Pemulihan

Hasil sintesis menunjukkan bahwa massage therapy memberikan manfaat terutama terhadap penurunan nyeri, gejala DOMS, dan fleksibilitas, meskipun efek terhadap peningkatan kekuatan dan performa fisik tidak selalu konsisten. Studi yang menggunakan kombinasi effleurage selama 20 menit dan terapi panas selama 10 menit selama satu bulan menunjukkan penurunan nyeri fleksi lutut sebesar 51,87%, dari skor 4,5 menjadi 2,1, sedangkan nyeri ekstensi menurun sebesar 53%, dari 3,2 menjadi 1,5. Intervensi tersebut juga menunjukkan peningkatan ROM ekstensi sebesar 67%. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi stimulasi mekanis melalui massage dan stimulasi termal dapat memberikan manfaat terhadap nyeri dan mobilitas sendi.

Pada kondisi DOMS, kombinasi effleurage dan terapi dingin menunjukkan penurunan intensitas nyeri gastrocnemius sebesar 65,6% disertai peningkatan ROM sebesar 44,1%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa massage yang dikombinasikan dengan modalitas termal dapat memberikan respons pemulihan yang lebih luas dibandingkan hanya berfokus pada persepsi nyeri. Temuan ini sejalan dengan systematic review yang menunjukkan bahwa massage berhubungan dengan perbaikan kecil tetapi signifikan pada fleksibilitas dan DOMS, sementara bukti untuk peningkatan kekuatan, lompatan, sprint, daya tahan, dan kelelahan masih terbatas [11].

Intervensi deep tissue massage yang diberikan secara berkala selama delapan minggu juga menunjukkan peningkatan kemampuan fungsional dan performa pada atlet tim dengan hasil statistik yang signifikan ($p = 0,004$). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa manfaat massage lebih konsisten terlihat pada aspek pemulihan, fleksibilitas, dan persepsi nyeri dibandingkan peningkatan kemampuan fisik maksimal. Temuan tersebut konsisten dengan systematic review yang menyatakan bahwa massage belum menunjukkan bukti kuat untuk meningkatkan sebagian besar parameter performa olahraga, tetapi memiliki potensi dalam membantu pemulihan dan mengurangi DOMS [1], [2].

3. Efektivitas Thermotherapy dan Cryotherapy

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terapi panas dan dingin memiliki efek terhadap nyeri dan ROM, tetapi responnya dipengaruhi oleh waktu pemberian dan jenis modalitas yang digunakan. Terapi panas yang dikombinasikan dengan effleurage menunjukkan penurunan nyeri lutut sekaligus peningkatan ROM, sedangkan kombinasi effleurage dengan terapi dingin memberikan manfaat terhadap nyeri dan ROM pada

DOMS. Temuan ini menunjukkan bahwa modalitas termal dapat digunakan sebagai intervensi tambahan untuk mendukung efek massage dalam proses pemulihan.

Systematic review dan meta-analysis terhadap 32 randomized controlled trials menunjukkan bahwa terapi dingin yang diberikan dalam satu jam setelah latihan dapat menurunkan nyeri DOMS terutama dalam 24 jam pertama, sedangkan terapi panas juga memberikan efek analgesik pada fase pemulihan tersebut [3]. Hasil yang lebih baru menunjukkan bahwa efektivitas cryotherapy bersifat time-dependent; cold water immersion memberikan efek terhadap DOMS pada satu dan 24 jam, sedangkan local cold therapy menunjukkan efek terbesar pada 48 jam [4].

Pada outcome fisiologis, penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa beberapa bentuk cryotherapy dapat memengaruhi biomarker kerusakan dan inflamasi. Whole-body cryotherapy menunjukkan penurunan CK pada 48 dan 72 jam, sedangkan cold water immersion memberikan efek terhadap IL-6 pada periode awal pemulihan [4]. Namun, systematic review pada pasien pascaoperasi muskuloskeletal menunjukkan bahwa manfaat cryotherapy terhadap nyeri dan ROM secara statistik memang ada, tetapi besarnya efek pada nyeri dan fungsi dalam beberapa analisis masih berada di bawah batas minimal perbedaan klinis yang bermakna [5].

4. Efektivitas Topical NSAIDs

Hasil sintesis menunjukkan bahwa topical NSAIDs memberikan efek analgesik yang relatif konsisten pada kondisi nyeri muskuloskeletal dan cedera olahraga. Formulasi yang ditemukan dalam penelitian meliputi ketoprofen gel, diclofenac gel atau emulgel, serta diclofenac patch. Efek utama yang diamati adalah penurunan intensitas nyeri pada lokasi cedera dengan paparan sistemik yang lebih rendah dibandingkan pemberian analgesik oral.

Systematic review dan meta-analysis pada atlet yang mengalami cedera menunjukkan bahwa terapi analgesik topikal menghasilkan efek gabungan yang signifikan terhadap penurunan nyeri dibandingkan plasebo, dengan Hedges' g sebesar −0,64 (95% CI −0,89 hingga −0,39; $p < 0,001$) [6]. Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian ini bahwa pemberian obat analgesik secara topikal dapat menjadi pilihan yang efektif untuk mengendalikan nyeri pada kondisi cedera muskuloskeletal.

Pedoman klinis terbaru tahun 2025 juga memberikan 22 rekomendasi mengenai penggunaan topical NSAIDs pada cedera olahraga, mencakup indikasi, kontraindikasi, efektivitas, penggunaan kombinasi, populasi khusus, serta efek samping [7]. Selain itu, review terbaru mengenai analgesik topikal menyatakan bahwa topical NSAIDs memiliki dukungan bukti yang relatif baik untuk berbagai kondisi nyeri muskuloskeletal akut [8].

5. Efektivitas Topical Cannabidiol

Berbeda dengan massage, cryotherapy, dan topical NSAIDs, bukti mengenai topical cannabidiol masih terbatas. Dalam penelitian yang dianalisis, topical CBD menunjukkan efektivitas yang rendah atau tidak konsisten terhadap pemulihan setelah exercise-induced muscle damage. Hasil penelitian randomized double-blinded placebo-controlled pada 28 peserta menunjukkan tidak terdapat interaksi atau efek kelompok yang signifikan terhadap pressure-pain threshold, countermovement jump, maupun peak torque setelah pemberian krim CBD [9].

Temuan tersebut menunjukkan bahwa topical CBD belum dapat dianggap memiliki efektivitas yang setara dengan intervensi yang telah memiliki bukti lebih kuat. Penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa dosis topical CBD yang digunakan belum menunjukkan manfaat yang signifikan dalam mengurangi muscle soreness atau meningkatkan performa setelah latihan [9]. Dengan demikian, hasil sintesis penelitian ini menempatkan topical CBD sebagai intervensi dengan bukti efektivitas yang masih terbatas dan membutuhkan penelitian lebih lanjut.

6 Perbandingan Efektivitas Antarintervensi

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pola efektivitas antara intervensi non farmakologis dan farmakologis topikal. Massage therapy menunjukkan manfaat terutama pada penurunan DOMS, fleksibilitas, ROM, dan pemulihan fungsional, sedangkan thermotherapy dan cryotherapy menunjukkan efektivitas yang lebih bergantung pada waktu pemberian dan jenis modalitas. Topical NSAIDs menunjukkan efek analgesik yang lebih konsisten terhadap nyeri lokal pada cedera muskuloskeletal, sedangkan topical CBD belum menunjukkan bukti yang cukup kuat terhadap pemulihan nyeri maupun performa.

Berdasarkan pola waktu pemulihan, intervensi termal menunjukkan bahwa waktu pemberian merupakan faktor penting dalam menentukan efektivitas. Cryotherapy dapat memberikan manfaat pada fase awal hingga 48 jam setelah aktivitas, sedangkan massage dapat memberikan manfaat terhadap DOMS dan fleksibilitas dalam periode pemulihan yang lebih panjang [1], [3], [4]. Sementara itu, topical NSAIDs menunjukkan manfaat utama pada pengendalian nyeri lokal, sehingga karakteristik efeknya lebih berorientasi pada analgesia dibandingkan peningkatan performa fisik [6]–[8].

7. Sintesis Berdasarkan Outcome

Pada outcome nyeri, topical NSAIDs dan kombinasi massage dengan terapi termal menunjukkan hasil yang paling konsisten dalam menurunkan intensitas nyeri.

Pada outcome ROM, massage yang dikombinasikan dengan terapi panas atau dingin menunjukkan peningkatan yang lebih terlihat dibandingkan intervensi farmakologis topikal. Pada outcome performa dan kekuatan otot, manfaat massage belum konsisten dan topical CBD tidak menunjukkan efek signifikan pada penelitian yang tersedia. Untuk biomarker kerusakan otot, khususnya CK, bukti terbaru lebih banyak mendukung adanya pengaruh cryotherapy pada waktu pemulihan tertentu, sedangkan bukti mengenai efek topical CBD terhadap biomarker masih terbatas [4], [9].

8. Risk of Bias

Penilaian risiko bias dilakukan terhadap seluruh penelitian yang memenuhi kriteria inklusi menggunakan instrumen yang sesuai dengan desain penelitian. Penelitian randomized controlled trial dinilai menggunakan Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2), sedangkan penelitian quasi-experimental atau non-randomized dinilai menggunakan ROBINS-I. Hasil penilaian risiko bias digunakan sebagai pertimbangan dalam menginterpretasikan kekuatan bukti dan konsistensi hasil antar penelitian. Studi dengan risiko bias tinggi tidak secara otomatis dikeluarkan apabila memenuhi kriteria inklusi, tetapi hasilnya dipertimbangkan dalam interpretasi sintesis dan analisis sensitivitas.

Pembahasan

1. Efektivitas Massage terhadap Nyeri, Range of Motion, dan Pemulihan Otot

Hasil systematic review menunjukkan bahwa massage merupakan salah satu intervensi nonfarmakologis yang memberikan manfaat terutama terhadap penurunan nyeri, gejala delayed onset muscle soreness (DOMS), dan peningkatan fleksibilitas atau range of motion (ROM). Temuan ini sejalan dengan Davis et al. yang melaporkan bahwa sports massage tidak secara konsisten meningkatkan kekuatan, kemampuan sprint, maupun performa eksplosif, tetapi dapat memberikan manfaat kecil terhadap fleksibilitas dan pemulihan dari DOMS [1].

Efektivitas massage dalam penelitian ini dapat dikaitkan dengan stimulasi mekanik pada jaringan lunak yang dapat membantu mengurangi persepsi nyeri dan meningkatkan mobilitas jaringan. Dakić et al. melalui systematic review terhadap berbagai penelitian massage juga menunjukkan bahwa manfaat massage lebih konsisten ditemukan pada fleksibilitas, persepsi nyeri, DOMS, dan pemulihan dibandingkan peningkatan kemampuan motorik secara langsung [2].

Pada hasil penelitian yang dianalisis, kombinasi effleurage selama 20 menit dengan heat therapy selama 10 menit selama satu bulan menunjukkan penurunan nyeri fleksi lutut sebesar 51,87% dari skor 4,5 menjadi 2,1 serta penurunan nyeri ekstensi sebesar 53% dari 3,2 menjadi 1,5. Selain itu, ROM ekstensi mengalami peningkatan

sebesar 67%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi stimulasi mekanik melalui massage dan efek termal dapat memberikan manfaat lebih luas terhadap nyeri dan mobilitas sendi dibandingkan pendekatan yang hanya berorientasi pada analgesia.

Efek tersebut juga terlihat pada kombinasi effleurage dan ice therapy terhadap DOMS otot gastrocnemius, dengan penurunan nyeri sebesar 65,6% dan peningkatan ROM sebesar 44,1%. Namun, angka-angka tersebut merupakan hasil studi yang termasuk dalam kumpulan artikel penelitian kelompok sehingga perlu dikaitkan secara langsung dengan artikel primer yang menjadi sumbernya sebelum digunakan sebagai klaim kuantitatif final. Secara umum, bukti yang lebih luas menunjukkan bahwa massage dapat membantu pemulihan gejala DOMS, tetapi besarnya efek dapat berbeda berdasarkan teknik, durasi, waktu pemberian, lokasi otot, serta karakteristik peserta [1], [2].

2. Efektivitas Heat Therapy dan Cryotherapy terhadap DOMS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa heat therapy dan cryotherapy memiliki manfaat terutama dalam mengurangi nyeri setelah aktivitas fisik yang menyebabkan DOMS. Wang et al. melalui systematic review dan meta-analysis terhadap 32 randomized controlled trials dengan total 1.098 peserta menemukan bahwa aplikasi cold therapy dalam satu jam setelah latihan dapat menurunkan nyeri DOMS dalam 24 jam dengan standardized mean difference (SMD) sebesar −0,57, sedangkan heat therapy juga menunjukkan efek analgesik pada periode ≤24 jam maupun >24 jam [3].

Efektivitas kedua modalitas tersebut menunjukkan bahwa waktu pemberian menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan respons terapi. Cryotherapy cenderung memberikan manfaat lebih jelas pada fase awal setelah latihan, sedangkan heat therapy dapat memberikan efek yang lebih bertahan pada periode setelah 24 jam. Wang et al. juga melaporkan bahwa cold water immersion dan modalitas cold therapy lainnya memberikan efek signifikan terhadap nyeri dalam 24 jam, sedangkan hot pack menunjukkan efek pada periode ≤24 jam dan >24 jam [3].

Temuan terbaru dari Wu et al. memperkuat pentingnya pemilihan jenis cryotherapy berdasarkan waktu evaluasi. Systematic review dan network meta-analysis tahun 2026 menunjukkan bahwa respons cryotherapy terhadap DOMS dan performa dapat berbeda antara cold-water immersion, local cold therapy, dan whole-body cryotherapy, sehingga penggunaan cryotherapy sebaiknya tidak dianggap sebagai satu intervensi yang memberikan efek identik pada seluruh kondisi [4].

Dengan demikian, penggunaan heat maupun cryotherapy dalam pemulihan cedera otot atau DOMS sebaiknya mempertimbangkan waktu pemberian, jenis modalitas, durasi aplikasi, dan tujuan terapi. Cryotherapy lebih relevan ketika tujuan

utama adalah mengurangi nyeri pada fase awal, sedangkan heat therapy dapat digunakan ketika tujuan terapi mencakup pengurangan nyeri dan peningkatan kenyamanan atau mobilitas pada fase pemulihan berikutnya [3], [4].

3. Efektivitas Topical NSAID terhadap Nyeri Cedera Muskuloskeletal

Topical NSAID menunjukkan efektivitas yang relatif konsisten dalam mengurangi nyeri lokal pada cedera muskuloskeletal. Hasil systematic review dan meta-analysis oleh Nudo et al. menunjukkan bahwa obat analgesik topikal memberikan efek penurunan nyeri yang signifikan dibandingkan placebo dengan pooled effect size Hedges' g sebesar −0,64 (95% CI −0,89 hingga −0,39; p<0,001), sedangkan analgesik oral tidak menunjukkan efek yang signifikan dalam analisis tersebut [5].

Keunggulan topical NSAID terutama berkaitan dengan pemberian obat secara lokal pada area yang mengalami nyeri dengan paparan sistemik yang relatif lebih rendah. Smith et al. menjelaskan bahwa topical analgesics memiliki peran penting dalam penanganan berbagai kondisi nyeri muskuloskeletal dan perlu dipertimbangkan berdasarkan jenis cedera, lokasi nyeri, efektivitas, serta profil keamanannya [6].

Hasil tersebut mendukung temuan dalam review ini bahwa sediaan seperti ketoprofen gel dan diclofenac patch dapat memberikan analgesia lokal dalam waktu relatif cepat. Namun, penggunaan topical NSAID tidak berarti bebas dari risiko sehingga pemilihan sediaan, dosis, frekuensi aplikasi, kondisi kulit, serta karakteristik pasien tetap perlu diperhatikan. Pedoman klinis terbaru merekomendasikan topical NSAID sebagai salah satu pilihan lini pertama untuk beberapa kondisi sports injury dan menekankan pertimbangan indikasi, kontraindikasi, bentuk sediaan, kombinasi terapi, serta potensi reaksi merugikan [7].

Dibandingkan dengan intervensi massage, topical NSAID mempunyai mekanisme utama berupa modulasi proses inflamasi dan nyeri secara farmakologis, sedangkan massage bekerja melalui stimulasi mekanik dan respons fisiologis jaringan. Oleh karena itu, kedua intervensi tersebut tidak seharusnya dipandang sebagai terapi yang identik, tetapi sebagai pendekatan dengan mekanisme berbeda yang dapat dipilih berdasarkan tujuan pemulihan dan kondisi pasien.

4. Topical CBD terhadap Muscle Soreness dan Performa

Berbeda dengan topical NSAID, bukti mengenai efektivitas topical cannabidiol (CBD) terhadap pemulihan otot masih terbatas. Penelitian randomized, double-blinded, placebo-controlled oleh Pastina et al. pada 28 peserta menunjukkan bahwa aplikasi krim CBD tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap muscle soreness maupun beberapa indikator performa seperti countermovement jump dan peak torque

dibandingkan kelompok placebo [8].

Temuan tersebut menunjukkan bahwa topical CBD belum dapat ditempatkan pada tingkat bukti yang sama dengan topical NSAID untuk pengelolaan nyeri atau pemulihan setelah exercise-induced muscle damage. Hasil yang tidak signifikan juga menunjukkan bahwa efek CBD mungkin dipengaruhi oleh dosis, formulasi, konsentrasi bahan aktif, kemampuan penetrasi kulit, waktu pemberian, dan karakteristik aktivitas fisik yang digunakan untuk menghasilkan muscle damage [8].

Oleh karena itu, penggunaan topical CBD dalam konteks pemulihan olahraga masih memerlukan penelitian dengan jumlah sampel lebih besar, standardisasi konsentrasi dan formulasi, serta pengukuran biomarker yang lebih konsisten. Dalam review ini, topical CBD lebih tepat diposisikan sebagai intervensi yang masih bersifat eksperimental dibandingkan sebagai terapi utama untuk mengurangi DOMS atau meningkatkan performa fisik.

5. Perbandingan Efektivitas Intervensi Nonfarmakologis dan Farmakologis Topikal

Jika dibandingkan secara keseluruhan, setiap intervensi menunjukkan keunggulan pada outcome tertentu. Massage lebih menonjol pada aspek fleksibilitas, ROM, persepsi nyeri, dan pemulihan subjektif, sedangkan heat dan cryotherapy menunjukkan manfaat terutama terhadap nyeri DOMS pada periode waktu tertentu [1]–[4]. Topical NSAID menunjukkan bukti yang lebih kuat untuk analgesia lokal pada cedera muskuloskeletal, sedangkan topical CBD belum menunjukkan efek yang konsisten terhadap muscle soreness maupun performa [5]–[8].

Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat satu intervensi yang secara universal paling efektif untuk seluruh outcome. Pemilihan terapi sebaiknya disesuaikan dengan tujuan utama, misalnya pengurangan nyeri akut, peningkatan ROM, pemulihan DOMS, atau pemulihan fungsi otot. Topical NSAID dapat dipertimbangkan ketika analgesia lokal menjadi prioritas, sedangkan massage, heat, dan cryotherapy dapat digunakan sebagai bagian dari strategi rehabilitasi dan pemulihan fisik [3], [6], [7].

Hasil ini juga memperkuat konsep bahwa terapi nonfarmakologis dan farmakologis topikal mempunyai mekanisme yang berbeda. Sediaan topical NSAID bekerja melalui mekanisme farmakologis pada jalur inflamasi dan nyeri, sedangkan massage dan thermal therapy menghasilkan respons mekanik, sensorik, vaskular, dan neuromuskular. Karena mekanismenya berbeda, kombinasi beberapa modalitas secara klinis dapat dipertimbangkan pada kondisi tertentu, tetapi efektivitas kombinasi harus dibuktikan melalui penelitian terkontrol dan tidak boleh diasumsikan hanya

berdasarkan efektivitas masing-masing intervensi.

6. Implikasi Klinis dan Keterbatasan Bukti

Secara klinis, hasil review menunjukkan bahwa pemilihan intervensi sebaiknya mempertimbangkan jenis cedera, lokasi nyeri, fase pemulihan, outcome yang ingin dicapai, serta karakteristik pasien. Topical NSAID memiliki dukungan bukti yang relatif kuat untuk analgesia lokal, sedangkan massage dan thermal therapy lebih tepat dipandang sebagai bagian dari strategi pemulihan fungsi dan pengurangan gejala. Pedoman terbaru juga menekankan bahwa penggunaan topical NSAID perlu mempertimbangkan jenis cedera, tingkat keparahan, kelompok berisiko, bentuk sediaan, interaksi obat, dan keamanan penggunaan [7].

Keterbatasan utama dalam interpretasi hasil review ini adalah adanya heterogenitas pada teknik massage, jenis thermal therapy, dosis dan formulasi topical analgesics, waktu pengukuran outcome, karakteristik peserta, serta jenis cedera atau exercise-induced muscle damage. Selain itu, tidak semua penelitian menggunakan instrumen pengukuran yang sama sehingga perbandingan langsung antara persentase penurunan nyeri, skor VAS/NRS, ROM, kekuatan, CK, dan myoglobin harus dilakukan secara hati-hati.

Secara keseluruhan, hasil review menunjukkan bahwa intervensi nonfarmakologis dan topical pharmacological memiliki manfaat yang berbeda sesuai dengan target pemulihan. Massage, heat, dan cryotherapy memberikan kontribusi terutama terhadap pengurangan nyeri dan pemulihan fungsi, topical NSAID menunjukkan efektivitas analgesik lokal yang lebih konsisten, sedangkan topical CBD masih membutuhkan bukti lebih kuat sebelum dapat direkomendasikan sebagai intervensi utama [1]–[8].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil systematic review, intervensi nonfarmakologis dan farmakologis topikal menunjukkan efektivitas yang berbeda dalam membantu pemulihan nyeri dan fungsi setelah cedera jaringan lunak maupun Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). Teknik masase, khususnya effleurage dan deep tissue massage, berpotensi menurunkan intensitas nyeri, meningkatkan range of motion (ROM), serta mendukung pemulihan fungsi otot. Terapi panas dan cryotherapy juga menunjukkan manfaat terhadap penurunan nyeri DOMS dan pemulihan ROM, meskipun efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis terapi, waktu pemberian, dan karakteristik kondisi yang ditangani.

NSAID topikal, seperti ketoprofen dan diklofenak, memberikan efek analgesik

lokal yang relatif cepat dengan paparan sistemik yang lebih rendah dibandingkan NSAID oral, sehingga dapat menjadi pilihan dalam penanganan nyeri muskuloskeletal lokal. Sebaliknya, bukti mengenai penggunaan CBD topikal masih terbatas dan belum menunjukkan manfaat yang konsisten terhadap nyeri otot, myoglobin, maupun performa otot. Secara keseluruhan, pemilihan intervensi perlu disesuaikan dengan jenis cedera, fase pemulihan, tingkat nyeri, dan tujuan fungsional pasien atau atlet. Kombinasi pendekatan nonfarmakologis dan farmakologis topikal dapat dipertimbangkan secara selektif untuk mendukung pemulihan, namun diperlukan penelitian dengan kualitas metodologis yang lebih kuat dan protokol intervensi yang seragam untuk menentukan efektivitas serta dosis dan durasi optimal masing-masing intervensi.

Pengakuan/Acknowledgements

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penyusunan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Terapi dan Masase Olahraga yang telah memberikan dukungan akademik serta fasilitas yang mendukung proses penyusunan artikel. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses pencarian literatur, penyusunan, dan penyelesaian artikel ini.

Daftar Referensi

[1] H. L. Davis, S. Alabed, and T. J. A. Chico, “Effect of sports massage on performance and recovery: A systematic review and meta-analysis,” *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, vol. 6, no. 1, p. e000614, 2020, doi: 10.1136/bmjsem-2019-000614.

[2] Y. Wang, S. Li, Y. Zhang, Y. Chen, F. Yan, L. Han, and Y. Ma, “Heat and cold therapy reduce pain in patients with delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of 32 randomized controlled trials,” *Physical Therapy in Sport*, vol. 48, pp. 177–187, 2021, doi: 10.1016/j.ptsp.2021.01.004.

[3] Y. Wang *et al.*, “Effect of cold and heat therapies on pain relief in patients with delayed onset muscle soreness: A network meta-analysis,” *Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 53, p. jrm00258, 2021/2022, doi: 10.2340/jrm.v53.331.

[4] “Physical therapy interventions for the treatment of delayed onset muscle soreness (DOMS): Systematic review and meta-analysis,” 2021.

[5] Effects of Massage Therapy on Sport and Exercise Performance: A Systematic Review,” *Sports*, vol. 11, no. 6, p. 110, 2023, doi: 10.3390/sports11060110.

[6] Effectiveness of cryotherapy on pain intensity, range of motion, swelling and function in postoperative care of musculoskeletal disorders: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 60, no. 6, pp. 440–449, 2026, doi: 10.1136/bjsports-2024-109497.

[7] Y. Xiong, Y. Liu, J. Zhou, X. Shang, H. He, G. Li, S. Chen, and J. Li, “Clinical practice

guidelines for topical NSAIDs in the treatment of sports injuries," *Journal of Evidence-Based Medicine*, vol. 18, no. 1, p. e12661, 2025, doi: 10.1111/jebm.12661.

[8] Nudo, J. A. Jimenez-Garcia, and G. Dover, "Efficacy of topical versus oral analgesic medication compared to a placebo in injured athletes: A systematic review with meta-analysis," *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, vol. 33, no. 10, pp. 1884–1900, 2023, doi: 10.1111/sms.14418.

[9] H. Pham and F. Spaniol, "The efficacy of non-steroidal anti-inflammatory drugs in athletes for injury management, training response, and athletic performance: A systematic review," *Sports*, vol. 12, no. 11, p. 302, 2024, doi: 10.3390/sports12110302.

[10] J. T. Pastina, M. G. Abel, L. M. Bollinger, and S. A. Best, "Topical cannabidiol application may not attenuate muscle soreness or improve performance: A randomized, double-blinded, placebo-controlled pilot study," *Cannabis and Cannabinoid Research*, vol. 10, no. 3, pp. 445–456, 2025, doi: 10.1089/can.2024.0012.

[11] M. Dakić *et al.*, "The effects of massage therapy on sport and exercise performance: A systematic review," *Sports*, vol. 11, no. 6, p. 110, May 2023, doi: 10.3390/sports11060110.

[12] A. C. Smith, M. S. Smith, R. P. Roach, B. R. Prine, M. W. Moser, K. W. Farmer, and J. R. Clugston, "Making sense of topical pain relief options: Comparing topical analgesics in efficacy and safety," *Sports Health*, vol. 17, no. 4, pp. 843–852, 2025, doi: 10.1177/19417381241280593.

[13] J. Wu, A. Wang, H. Hu, and H. Zhang, "Impact of different cryotherapy interventions on post-exercise acute delayed-onset muscle soreness, athletic performance, and inflammatory biomarkers: A systematic review and network meta-analysis," *Frontiers in Sports and Active Living*, vol. 8, p. 1819396, 2026, doi: 10.3389/fspor.2026.1819396.

[14] J. P. Miranda *et al.*, "Effectiveness of cryotherapy on pain intensity, range of motion, swelling and function in the postoperative care of musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 60, no. 6, pp. 440–449, 2026, doi: 10.1136/bjsports-2024-109497.