

## **ANALISIS PENERAPAN KOMBINASI *DYNAMIC STRETCHING* DAN *PROPRIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION* (PNF) DALAM MEMINIMALKAN *MICRO-TEAR* OTOT**

Oleh

Wahyu Hisyam Ramadhan<sup>1</sup>, Cahya Daru Mukti<sup>1</sup>, Malika Syakila Alzahra<sup>1</sup>,  
Muhammad Arief Setiawan<sup>1</sup>, Miftahudin Sigit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang*

Email: [2510631240060@student.unsika.ac.id](mailto:2510631240060@student.unsika.ac.id)

### **Abstrak**

Futsal merupakan cabang olahraga beregu dengan intensitas tinggi yang menuntut sprint berulang, perubahan arah mendadak, serta tendangan eksplosif, sehingga pemainnya rentan mengalami micro-tear atau kerusakan mikro pada serabut otot, khususnya pada kelompok otot hamstring dan quadriceps. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan kombinasi dynamic stretching dan Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) dalam meminimalkan risiko micro-tear otot pada pemain futsal Fantasisita Futsal Clinic. Subjek penelitian adalah pemain futsal aktif yang dipilih melalui purposive sampling. Penelitian menggunakan metode eksperimen semu (quasi experimental) dengan desain one group pretest-posttest. Perlakuan berupa dynamic stretching sebagai bagian pemanasan dan PNF teknik contract-relax sebagai pendinginan, diberikan selama enam minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu. Indikator fungsional yang diukur meliputi fleksibilitas (sit and reach test), rentang gerak sendi hip dan lutut (goniometer), serta skor nyeri otot sebagai indikator tidak langsung risiko micro-tear. Data dianalisis menggunakan uji t berpasangan pada taraf signifikansi 0,05. Hasil menunjukkan peningkatan fleksibilitas dan rentang gerak sendi yang signifikan, disertai penurunan skor nyeri otot pascalatihan ( $p < 0,05$ ). Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi dynamic stretching dan PNF secara fungsional efektif menurunkan faktor risiko micro-tear otot dan dapat direkomendasikan sebagai bagian dari program pemanasan dan pendinginan pemain futsal.

**Kata Kunci:** Dynamic Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, Micro-Tear, Cedera Otot, Futsal

### **A. PENDAHULUAN**

Futsal adalah permodifikasian sepak bola dalam ruangan yang dimainkan pada lapangan berukuran relatif kecil dengan intensitas permainan yang tinggi, meliputi sprint berulang, akselerasi-deselerasi, perubahan arah, dan tendangan bola secara eksplosif. Karakteristik gerak tersebut membebani kelompok otot tungkai bawah, terutama hamstring dan quadriceps, secara eksentrik dan berulang, sehingga pemain futsal berisiko tinggi mengalami cedera otot non-kontak berupa strain maupun kerusakan mikro pada serabut otot (micro-tear). Data epidemiologis menunjukkan bahwa insiden cedera

hamstring pada futsal putra bahkan tercatat lebih tinggi dibandingkan sepak bola dan futsal putri, yakni sekitar 3,36 kejadian per 100 atlet per tahun (Gudelis et al., 2024). Cedera otot quadriceps turut menjadi perhatian khusus pada cabang olahraga yang menuntut tendangan berulang seperti futsal, dengan faktor risiko utama berupa riwayat cedera sebelumnya dan dominasi kaki tumpu (Pietsch & Pizzari, 2022). Pada level junior pun, cedera otot menyumbang porsi besar dari keseluruhan hari absen latihan dan pertandingan (Magistrali et al., 2024).

Secara fisiologis, micro-tear atau kerusakan otot akibat latihan (exercise-induced muscle damage/EIMD) terjadi akibat regangan mekanis yang berlebihan pada sarkomer saat kontraksi eksentrik, yang memicu gangguan struktur sarkolema dan tubulus-T, peningkatan enzim penanda kerusakan otot, serta timbulnya nyeri otot tertunda atau delayed onset muscle soreness (DOMS) dalam 24–72 jam pascalatihan (Leite et al., 2023). Salah satu upaya preventif yang umum direkomendasikan adalah pemanasan dan peregangan yang tepat sebelum aktivitas fisik intensitas tinggi, karena otot yang lebih ekstensibel dan hangat memiliki toleransi regangan yang lebih besar sebelum mengalami kerusakan struktural.

Dynamic stretching merupakan teknik peregangan aktif yang melibatkan gerakan berirama pada rentang gerak penuh sehingga meningkatkan suhu otot, aliran darah, dan kesiapan neuromuskular sebelum aktivitas inti. Behm et al. (2023) dalam kajian naratifnya menegaskan bahwa dynamic stretching berpotensi memengaruhi insiden cedera melalui perbaikan rentang gerak, kekuatan, keseimbangan, dan respons proprioseptif, meskipun bukti empirisnya masih terbatas dan memerlukan penelitian lanjutan. Di sisi lain, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) adalah teknik peregangan yang memadukan peregangan pasif dengan kontraksi isometrik otot untuk mengaktifkan Golgi tendon organ (GTO), sehingga menghasilkan peningkatan rentang gerak yang lebih besar dibandingkan peregangan statis maupun dinamis tunggal (Kannas et al., 2023). Penelitian Karagozoglu Coskunsu et al. (2021) menunjukkan bahwa PNF secara signifikan meningkatkan fleksibilitas hamstring pada atlet amatir, sedangkan Oliveira et al. (2022) melaporkan bahwa PNF turut memperbaiki performa sprint dan lompatan pada pemain sepak bola muda tanpa mengorbankan kecepatan secara bermakna bila diterapkan pada waktu yang tepat.

-----  
Terkait perannya terhadap nyeri otot pascalatihan, Sohail et al. (2022) menemukan bahwa PNF lebih efektif dibandingkan peregangan statis dalam menurunkan DOMS pada otot betis pelari, sementara tinjauan sistematis dan meta-analisis oleh Afonso et al. (2021) menunjukkan bahwa peregangan pascalatihan secara umum memberikan efek yang bervariasi terhadap pemulihan kekuatan, rentang gerak, dan DOMS, sehingga kombinasi beberapa teknik peregangan dengan waktu pemberian yang tepat dinilai lebih menjanjikan dibandingkan penerapan satu teknik saja. Hal ini diperkuat oleh peta celah bukti (evidence gap map) dari Afonso et al. (2024) yang mengungkapkan bahwa penelitian mengenai PNF pada atlet sehat masih jauh lebih sedikit ( $\pm 12\%$  dari 300 uji coba yang dikaji) dibandingkan penelitian peregangan statis maupun dinamis, sehingga penelitian mengenai efek kombinasi *dynamic stretching* dan PNF terhadap indikator risiko cedera otot pada cabang olahraga spesifik seperti futsal masih perlu terus dikembangkan.

Di tataran praktis, sejumlah penelitian lokal turut mendukung efektivitas PNF dan *dynamic stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas atlet Indonesia, misalnya penelitian Rafli et al. (2023), Hariadi et al. (2023), Sutoro et al. (2023) pada atlet PPLP, Pratama et al. (2024) pada pemain futsal dengan cedera ankle, serta Andi Halimah (2025) pada pemain futsal secara khusus. Namun, penelitian yang secara spesifik menganalisis penerapan kombinasi *dynamic stretching* dan PNF terhadap indikator fungsional risiko *micro-tear* otot pada pemain futsal di lingkungan klub non-profesional atau klinik futsal masih terbatas. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan kombinasi *dynamic stretching* dan PNF dalam meminimalkan risiko *micro-tear* otot pada pemain futsal Fantasista Futsal Clinic, yang diukur melalui perubahan fleksibilitas, rentang gerak sendi, dan skor nyeri otot sebagai indikator fungsional.

Secara teoretis, respons jaringan otot terhadap beban mekanis sangat bergantung pada tingkat ekstensibilitas, viskoelastisitas unit muskulotendinosa, dan kontrol neuromuskular. Menurut kerangka kerja biomekanik olahraga, ketika otot meregang melampaui batas elastisitas fisiologisnya tanpa persiapan suhu dan aliran darah yang memadai, tegangan geser (*shear stress*) akan terpusat pada garis Z sarkomer, memicu robekan mikroskopis pada protein kontraktil (terutama titin dan aktin-miosin). Pada cabang olahraga seperti futsal, di mana pemain dituntut melakukan transisi gerak yang sangat cepat dari deselerasi eksentrik (misalnya saat mengerem mendadak setelah *sprint*) menuju akselerasi konsentrik, gaya mekanis yang bekerja pada kelompok otot *hamstring*

dan *quadriceps* berlipat ganda. Apabila jaringan otot berada dalam kondisi kaku atau memiliki keterbatasan *range of motion* (ROM), maka energi regangan yang diserap tidak akan terdistribusi secara merata, sehingga meningkatkan probabilitas terjadinya kegagalan struktural mikro (*micro-tear*).

Salah satu upaya preventif paling esensial dalam ilmu kepelatihan dan fisioterapi olahraga adalah optimalisasi program pemanasan (*warm-up*) dan pendinginan (*cool-down*) menggunakan metode peregangan yang terstruktur. *Dynamic stretching* bekerja dengan cara meningkatkan suhu inti tubuh (*core temperature*) dan suhu otot lokal, yang secara langsung menurunkan viskositas cairan intramuskular, mempercepat konduksi saraf, serta meningkatkan ambang batas regangan mekanis jaringan lunak sebelum atlet memasuki fase latihan intensitas tinggi. Sementara itu, *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) memanfaatkan prinsip neurofisiologis berupa inhibisi autogenik (*autogenic inhibition*) dan inhibisi resiprokal (*reciprocal inhibition*). Melalui kontraksi isometrik submaksimal yang diikuti dengan relaksasi terfokus, organ tendon Golgi (*Golgi tendon organ/GTO*) akan terstimulasi untuk mengirimkan sinyal inhibisi ke medula spinalis, memadamkan sementara aktivitas refleks regang (*stretch reflex*) otot, sehingga memungkinkan pemanjangan sarkomer secara maksimal dan pemulihan panjang istirahat otot (*resting length*) pascalatihan.

Meskipun berbagai studi telah mengonfirmasi manfaat masing-masing teknik terhadap peningkatan fleksibilitas secara parsial, literatur terkini menunjukkan adanya celah riset (*evidence gap*) terkait efektivitas penerapan kombinasi *dynamic stretching* (sebagai pemanasan) dan PNF (sebagai pendinginan) terhadap mitigasi risiko cedera otot non-kontak secara spesifik pada populasi atlet futsal. Oleh karena itu, kajian mendalam mengenai kombinasi kedua metode ini menjadi sangat krusial untuk menjembatani aspek pemeliharaan performa fungsional dan pencegahan kerusakan struktural mikro pada otot.

## **B. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (quasi experimental) desain one group pretest-posttest design. Subjek penelitian adalah pemain futsal aktif di Fantasisita Futsal Clinic yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria: aktif berlatih minimal dua kali per minggu, tidak sedang mengalami cedera otot akut, dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian.

Instrumen yang digunakan meliputi: (1) sit and reach test untuk mengukur fleksibilitas otot hamstring dan punggung bawah; (2) goniometer untuk mengukur rentang gerak (range of motion) sendi hip dan lutut; serta (3) skala nyeri otot (0–10) untuk mengukur indikasi delayed onset muscle soreness (DOMS) sebagai indikator fungsional tidak langsung dari risiko micro-tear otot. Pengukuran langsung terhadap kerusakan struktural otot (misalnya melalui pencitraan MRI atau biomarker darah seperti creatine kinase) berada di luar cakupan penelitian ini dan direkomendasikan untuk penelitian lanjutan.

Perlakuan diberikan selama enam minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu, terdiri atas *dynamic stretching* selama  $\pm 10$  menit sebagai bagian pemanasan sebelum latihan inti, serta PNF teknik contract-relax selama  $\pm 10$  menit sebagai bagian pendinginan setelah latihan inti. Pengukuran pretest dilakukan sebelum program dimulai dan posttest dilakukan setelah enam minggu perlakuan. Data dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan dilanjutkan dengan uji t berpasangan (paired sample t-test) pada taraf signifikansi 0,05 dengan bantuan perangkat lunak statistik.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

#### 1. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran pretest dan posttest terhadap variabel fleksibilitas, rentang gerak sendi, dan skor nyeri otot disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1  
Perbandingan Hasil Pretest dan Posttest Setelah Penerapan Kombinasi *Dynamic Stretching* dan PNF

| Variabel                                     | Pretest (Mean $\pm$ SD) | Posttest (Mean $\pm$ SD) | Selisih | Sig. (p) |
|----------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|----------|
| Fleksibilitas hamstring – sit and reach (cm) | 24,3 $\pm$ 3,1          | 29,6 $\pm$ 2,8           | +5,3    | 0,000*   |
| ROM fleksi hip (°) – goniometer              | 98,4 $\pm$ 5,2          | 110,7 $\pm$ 4,6          | +12,3   | 0,000*   |
| ROM fleksi lutut (°) – goniometer            | 124,1 $\pm$ 4,4         | 132,8 $\pm$ 4,0          | +8,7    | 0,000*   |
| Skor nyeri otot / indikasi DOMS (skala 0–10) | 5,8 $\pm$ 1,2           | 2,9 $\pm$ 1,0            | -2,9    | 0,000*   |

Secara umum, hasil menunjukkan peningkatan pada seluruh indikator fleksibilitas dan rentang gerak sendi, serta penurunan pada skor indikasi nyeri otot/DOMS setelah

enam minggu penerapan kombinasi *dynamic stretching* dan PNF, dengan nilai signifikansi  $p < 0,05$  pada seluruh variabel yang diuji.

## 2. Pembahasan Penelitian

Peningkatan fleksibilitas dan rentang gerak sendi pada penelitian ini sejalan dengan mekanisme kerja *dynamic stretching* yang meningkatkan suhu otot, elastisitas unit muskulotendinosa, dan kesiapan neuromuskular sebelum aktivitas inti (Behm et al., 2023). Peningkatan tersebut selanjutnya diperkuat oleh PNF melalui mekanisme aktivasi Golgi tendon organ yang menghasilkan relaksasi otot antagonis dan memungkinkan peregangan lebih dalam dibandingkan teknik peregangan tunggal (Kannas et al., 2023; Karagozoglu Coskunsu et al., 2021). Otot dengan ekstensibilitas dan rentang gerak yang lebih besar memiliki toleransi regangan mekanis yang lebih tinggi sebelum mengalami kegagalan struktural pada level sarkomer, sehingga secara teoretis menurunkan kerentanan terhadap *micro-tear* saat pemain melakukan gerakan eksplosif seperti sprint, tendangan, dan perubahan arah mendadak yang menjadi karakter dominan permainan futsal (Gudelis et al., 2024; Pietsch & Pizzari, 2022).

Penurunan skor nyeri otot pascaperlakuan pada penelitian ini juga sesuai dengan temuan Sohail et al. (2022) yang melaporkan efektivitas PNF dalam menurunkan DOMS pada otot betis pelari dibandingkan peregangan statis. Namun demikian, tinjauan meta-analisis Afonso et al. (2021) mengingatkan bahwa efek peregangan pascalatihan terhadap DOMS bersifat heterogen antartstudi, sehingga faktor dosis, waktu pemberian, dan kombinasi teknik peregangan turut menentukan besarnya efek yang diperoleh. Kombinasi *dynamic stretching* sebagai bagian pemanasan dan PNF sebagai bagian pendinginan pada penelitian ini tampaknya saling melengkapi: *dynamic stretching* mempersiapkan otot menghadapi beban eksentrik selama latihan inti, sedangkan PNF pascalatihan membantu memulihkan panjang dan ekstensibilitas otot yang memendek akibat kontraksi berulang.

Perlu digarisbawahi bahwa PNF yang diberikan segera sebelum aktivitas eksplosif berpotensi menurunkan performa power dan lompatan dalam jangka pendek akibat inhibisi neuromuskular sesaat (Kannas et al., 2023), sehingga penerapannya lebih tepat diposisikan setelah latihan inti (pendinginan) atau pada sesi terpisah, bukan sesaat sebelum pertandingan. Selain itu, sebagaimana diungkap oleh peta celah bukti dari Afonso et al. (2024), penelitian mengenai efek PNF pada atlet sehat—termasuk dalam

konteks pencegahan cedera otot—masih jauh lebih sedikit dibandingkan static maupun dynamic stretching, sehingga temuan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya bukti empiris mengenai penerapan PNF secara kontekstual pada cabang olahraga futsal di Indonesia.

Peningkatan fleksibilitas dan rentang gerak sendi pada penelitian ini sejalan dengan mekanisme kerja *dynamic stretching* yang meningkatkan suhu otot, elastisitas unit muskulotendinosa, dan kesiapan neuromuskular sebelum aktivitas inti. Peningkatan tersebut selanjutnya diperkuat oleh PNF melalui mekanisme aktivasi Golgi tendon organ yang menghasilkan relaksasi otot antagonis dan memungkinkan peregangan lebih dalam dibandingkan teknik peregangan tunggal. Otot dengan ekstensibilitas dan rentang gerak yang lebih besar memiliki toleransi regangan mekanis yang lebih tinggi sebelum mengalami kegagalan struktural pada level sarkomer, sehingga secara teoretis menurunkan kerentanan terhadap *micro-tear* saat pemain melakukan gerakan eksplosif seperti *sprint*, tendangan, dan perubahan arah mendadak yang menjadi karakter dominan permainan futsal.

Jika ditinjau dari perspektif adaptasi jaringan ikat dan neurofisiologi olahraga, peningkatan rentang gerak sendi (*range of motion*) hip dan lutut pascaperlakuan enam minggu mengindikasikan terjadinya perubahan viskoelastisitas pada jaringan fasia dan komponen pasif otot (*series and parallel elastic components*). *Dynamic stretching* yang diaplikasikan secara rutin sebelum latihan merangsang peningkatan produksi cairan sinovial di dalam kapsul sendi serta memicu vasodilatasi pembuluh darah perifer, sehingga suplai oksigen dan nutrien ke jaringan otot menjadi lebih efisien. Kondisi ini membuat struktur sarkolema lebih resisten terhadap tekanan mekanis eksentrik. Di sisi lain, penerapan teknik PNF *contract-relax* pada fase pendinginan memberikan stimulus relaksasi neuromuskular yang efektif untuk meredakan ketegangan tonus otot kronis yang diakibatkan oleh akumulasi kontraksi berulang selama latihan futsal. Dengan pulihnya panjang istirahat serabut otot, tekanan intra-muskular, dan sirkulasi mikro, proses pemulihan metabolit sisa kelelahan menjadi lebih optimal, yang pada gilirannya menekan manifestasi klinis dari *exercise-induced muscle damage* (EIMD).

Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain desain one group pretest-posttest tanpa kelompok kontrol sehingga tidak dapat sepenuhnya mengisolasi efek perlakuan dari faktor perancu lain seperti adaptasi latihan rutin, serta penggunaan indikator fungsional

(fleksibilitas, ROM, dan skor nyeri) sebagai proksi risiko micro-tear tanpa konfirmasi biomarker atau pencitraan struktural otot secara langsung.

#### D. KESIMPULAN

Penerapan kombinasi *dynamic stretching* sebagai pemanasan dan *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) sebagai pendinginan selama enam minggu terbukti secara fungsional meningkatkan fleksibilitas dan rentang gerak sendi hip serta lutut, serta menurunkan indikasi nyeri otot pascalatihan pada pemain futsal Fantasisita Futsal Clinic. Perbaikan pada indikator-indikator tersebut mengindikasikan penurunan faktor risiko micro-tear otot akibat aktivitas futsal yang bersifat intermiten dan eksplosif. Kombinasi kedua teknik peregangan ini dapat direkomendasikan sebagai bagian integral program pemanasan dan pendinginan pada latihan futsal. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol serta melibatkan indikator biologis yang lebih objektif, seperti kadar creatine kinase atau pencitraan ultrasonografi otot, untuk mengonfirmasi efek kombinasi *dynamic stretching* dan PNF terhadap kejadian micro-tear otot secara struktural.

#### Daftar Pustaka

- Afonso, J., Andrade, R., Rocha-Rodrigues, S., Nakamura, F. Y., Sarmiento, H., Freitas, S. R., Silva, A. F., Laporta, L., Abarghouejinejad, M., Akyildiz, Z., Chen, R., Pizarro, A., Ramirez-Campillo, R., & Clemente, F. M. 2024. What We Do Not Know about Stretching in Healthy Athletes: A Scoping Review with Evidence Gap Map from 300 Trials. *Sports Medicine*, 54(6): 1517–1551. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02002-7>
- Afonso, J., Clemente, F. M., Nakamura, F. Y., Morouço, P., Sarmiento, H., Inman, R. A., & Ramirez-Campillo, R. 2021. The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Physiology*, 12: 677581. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.677581>
- Andi Halimah, S.S.L. 2025. Pemberian Contract Relax Stretching terhadap Peningkatan Fleksibilitas Hamstring pada Pemain Futsal. *Media Fisioterapi Poltekkes Makassar*, 16(1): 197–212.
- Behm, D. G., Alizadeh, S., Daneshjoo, A., & Konrad, A. 2023. Potential Effects of Dynamic Stretching on Injury Incidence of Athletes: A Narrative Review of Risk Factors. *Sports Medicine*, 53(8): 1359–1373. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01847-8>
- Gudelis, M., Pruna, R., Trujillano, J., Lundblad, M., & Khodaei, M. 2024. Epidemiology of Hamstring Injuries in 538 Cases from an FC Barcelona Multi Sports Club. *The*

- Physician and Sportsmedicine, 52(1): 57–64.  
<https://doi.org/10.1080/00913847.2023.2170684>
- Hariadi, A. S., Samodra, Y. T. J., Yosika, G. F., Wati, I. D. P., & Gandasari, M. F. 2023. Pengaruh Stretching PNF terhadap Fleksibilitas. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 9(1): 97–105. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7578283>
- Kannas, T. M., Stefanis, G., Kousinas, A., Chalatzoglidis, G., & Arabatzi, F. 2023. Vertical Jumping Performance: Recording the Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching at Different Plantar Flexor Lengths. *Cureus*, 15(8): e43346. <https://doi.org/10.7759/cureus.43346>
- Karagozoglu Coskunsu, D., Kaya Mutlu, E., & Razak Ozdincler, A. 2021. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Combined with Kinesio Taping for Hamstring Flexibility in Amateur Athletes: A Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *Physiotherapy Quarterly*, 29(3): 56–61. <https://doi.org/10.5114/pq.2020.100295>
- Leite, C. D. F. C., Zovico, P. V. C., Rica, R. L., Barros, B. M., Machado, A. F., Evangelista, A. L., Leite, R. D., Barauna, V. G., Maia, A. F., & Bocalini, D. S. 2023. Exercise-Induced Muscle Damage after a High-Intensity Interval Exercise Session: Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(22): 7082. <https://doi.org/10.3390/ijerph20227082>
- Magistrali, M., Stefanini, L., Abate, M., Biancalana, G., Stegagno, A., Cugia, P., Candoli, P., Anania, G., Lucchese, P. L., Gaddi, D., Volpi, P., Mariani, F., Boldrini, L., Filippi, N., Cerrone, A., Sirtori, C., Battaglino, P., Bravin, G., Del Fabro, E., Berti, M., Vecchini, E., & Minetto, M. A. 2024. Epidemiology of Non-Contact Muscle Injuries in the Italian Male Elite Under-19 Football (Soccer) Championship. *Sports Medicine - Open*, 10(1): 75. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00738-0>
- Oliveira, A. S., et al. 2022. Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Flexibility, Sprinting, and Jumping in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(1): 88–95. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0268>
- Pietsch, S., & Pizzari, T. 2022. Risk Factors for Quadriceps Muscle Strain Injuries in Sport: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(6): 389–400. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10870>
- Pratama, D. S., Addini, R. A. F., & Sari, D. V. 2024. Pengaruh Pemberian Dynamic Stretching dan Resistance Band Exercise terhadap Peningkatan Fleksibilitas Otot pada Cedera Ankle. *Physiotherapy and Physical Rehabilitation Journal*, 3(2): 83–92.
- Rafli, M., Hasibuan, M. H., & Prabowo, E. 2023. Efektivitas PNF dan Animal Pose Stretching terhadap Fleksibilitas Hamstring. *Jurnal Ortopedi dan Sport Indonesia (JOPI)*, 2(2): 129–138. <https://doi.org/10.54284/jopi.v2i2.271>
- Sohail, M. A. A., Tahir, R., Maqbool, A., Hanif, S., & Saeed, O. 2022. Comparing the Effectiveness of Static Stretching and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching in Treating Delayed Onset Muscle Soreness in Calf Muscles of Runners. *Anaesthesia, Pain and Intensive Care*, 26(1): 44–50. <https://doi.org/10.35975/apic.v26i1.1763>
- Sutoro, S., Guntoro, T. S., Nurhidayah, D., CS, A., & Kardi, I. S. 2023. Pelatihan Peningkatan Fleksibilitas Tubuh Menggunakan Teknik Passive Stretching dan PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) pada Atlet PPLP Papua. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*, 2(2): 192–203.