

# Cedera Musculoskeletal pada Peserta Lari Marathon dan Korelasi Terhadap Faktor Usia dan Jenis Kelamin

## *Musculoskeletal Injuries in Marathon Running Participant and Correlation with Age and Gender Factor*

Sukadi<sup>1\*</sup>, Alfian Noha Zulkarnain<sup>2</sup>, Kurniani Fatma Hardini<sup>3</sup>, Indra Cahyadinata<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Departement Fisioterapi, Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Kediri, Indonesia

\*sukadi@iik.ac.id

### ABSTRAK

Olahraga berlari marathon merupakan jenis aktivitas fisik yang banyak digemari oleh masyarakat dan memiliki nilai *sport tourism* yang cukup tinggi. Olahraga berlari merupakan aktifitas fisik yang sering menimbulkan cedera akibat dari *overused* atau aktivitas yang berlebihan dan memiliki tingkat resiko untuk cedera fisik yang tinggi akibat dari *overused* sehingga dapat memicu munculnya trauma atau injury pada jaringan *musculoskeletal*. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui korelasi antara usia dan jenis kelamin terhadap cedera pada sistem *musculoskeletal*. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian *cross sectional* dengan variabel independent berupa usia dan jenis kelamin serta variabel dependent yaitu cedera pada sistem *musculoskeletal*. Hasil dari penelitian ini didapatkan responden sebanyak 97 peserta dalam event olahraga Kediri Half Marathon pada tahun 2023 dan 2024. Hasil uji statistik didapatkan cedera didominasi *hamstring spasme* (26,6%), *quadriceps spasme* (23,7%), *gastrocnemius spasme* (21,6%), *ankle sprain* (4,1%), *lower back pain* (3,1), *groin spasme* (2,1%), dan *tendinitis tendon patela, condromalacia patela, peroneus spasme, axilla pain syndrome, dan ilio tibial band syndrome* sebanyak (1,0%). hasil uji signfikansi dengan menggunakan *Chi-square* didapatkan hasil pada variabel usia (0,590) dan variabel jenis kelamin (0,896) lebih besar dibandingkan dengan nilai signifikansi (0,05). Kesimpulan pada penelitian ini adalah tidak ada korelasi antara variabel usia dan jenis kelamin terhadap munculnya cedera pada sistem *musculoskeletal*.

**Kata kunci:** Usia, Jenis Kelamin, dan Cedera *Musculoskeletal*

### ABSTRACT

*Marathon running is a type of physical activity that is widely favored by the public and has a high sports tourism value. Running is a physical activity that often causes injury due to overused or excessive activity and has a high level of risk for physical injury due to overused so that it can trigger the appearance of trauma or injury to the musculoskeletal tissue. This study aims to determine the correlation between age and gender on injuries to the musculoskeletal system. This study uses a cross sectional research method with independent variables in the form of age and gender and the dependent variable is injury to the musculoskeletal system. The results of this study obtained 97 respondents in the Kediri Half Marathon sports event in 2023 and 2024. Statistical test results obtained injuries dominated by hamstring spasm (26.6%), quadriceps spasm (23.7%),*

*gastrocnemius spasm (21.6%), ankle sprain (4.1%), lower back pain (3.1), groin spasm (2.1%), and patellar tendon tendinitis, patellar condromalacia, peroneus spasm, axillary pain syndrome, and ilio tibial band syndrome as much as (1.0%). The results of the significance test using Chi-square obtained results on the age variable (0.590) and the gender variable (0.896) are greater than the significance value (0.05). The conclusion of this study is that there is no correlation between the variables of age and gender on the appearance of injuries to the musculoskeletal system.*

**Keywords:** Age, Gender, and Musculoskeletal Injuries

## PENDAHULUAN

Berlari merupakan kegiatan olahraga yang populer di dunia (Nnamani Silva et al., 2022), salah satunya termasuk di Indonesia (Zulkarnain & Nugraha, 2023). Olahraga berlari memiliki manfaat untuk kesehatan seperti rehabilitasi (*exercise medicine*) (Nnamani Silva et al., 2022), dan pencegahan penyakit *cardiovascular, musculoskeletal, psychological health* (Burke et al., 2023), dan menurunkan resiko kematian (Zulkarnain et al., 2023). Era yang sudah maju terjadi perkembangan inovasi dan implementasi teknologi untuk menunjang performa lari marathon seperti struktur sepatu, *foam midsole, carbon-plate, responsive sole* dan *heel cups*. Teknologi digunakan untuk meningkatkan kontrol gerakan, stabilitas dan memberikan optimalisasi energi saat berlari (María et al., 2021). Olahraga lari marathon memiliki karakteristik berlari dengan jarak jauh dengan klasifikasi jarak *short marathon* dengan jarak 3.000, 5.000, dan 10.000 meter Pure et al., 2021), *half marathon* dengan jarak 21.000 meter, *full marathon* dengan jarak 42.000 meter dan *full marathon* dengan jarak lebih dari 42.000 meter (Astuti et al., 2020).

*Running related injury* (RRI) merupakan kondisi yang sering terjadi pada pelari dengan tingkat insidensi 33% pada pelari pemula. Kondisi tersebut banyak disebabkan oleh multifaktorial seperti usia, jenis kelamin dan index masa tubuh, faktor biomekanik (*running kinematic* dan *kinetic*), program latihan (frekuensi, volume dan pengalaman) (Correia et al., 2024), pola telapak kaki, seperti teknik berlari, bentuk kaki, abnormalitas lutut *valgus/varus*, dan terlalu sering berganti sepatu saat berlari dalam jangka waktu 0-3 bulan, memiliki riwayat cedera (Burke et al., 2023). RRI dapat terjadi pada anggota gerak bawah terutama pada area pada lutut dan kaki-ankle, gangguan dapat menimbulkan kondisi patologis meliputi *patelofemoral pain syndrome, medial tibial stress, plantar fasciitis, iliotibial band syndrome* dan *achilles tendinopathy* (Correia et al., 2024). Dari data statistik menunjukkan cedera terjadi pada anggota gerak bawah dengan prevalensi sebanyak 28% pada area lutut, 26% pada *ankle-foot*, dan 16% pada betis. Cedera disebabkan oleh tingginya beban atau *stressor* berulang pada sistem *musculoskeletal* (Yao et al., 2021). *Running related injuries* dapat mengakibatkan menurunkan performa sementara atau permanen pada pelari. Sebanyak 90% pada *running related injuries* terjadi akibat dari proses *comulative trauma disorder* pada jaringan. Terjadinya cedera diakibatkan oleh beban yang melebihi kapasitas dari fisik dan minimnya waktu pemulihan untuk adaptasi (Damsted et al., 2017). Saat berlari marathon terjadi kelelahan otot yang signifikan sehingga dapat mengakibatkan kerusakan jaringan dan memicu munculnya peradangan (Ivan et al., 2019).

Hasil penelitian sebanyak 224 pelari dengan klasifikasi laki-laki sebanyak 136 dan perempuan sebanyak 88 orang, rentang usia 35-47 tahun, total kejadian cedera sebanyak 85 kasus, dimana 38 kasus cedera pada tungkai kanan, sebanyak 27 kasus cedera pada tungkai kiri dan 20 kasus cedera pada kedua tungkai (Jungmalm et al., 2020). Penelitian lain yang membandingkan hubungan *running related injuries* dengan jenjang usia dewasa dan remaja. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *running related injuries* pada usia remaja dan dewasa di pengaruhi oleh penurunan kekutan otot anggota gerak bawah, dan kesalahan pelatihan seperti peningkatan volume dan intensitas berlari dengan tiba-tiba (Dejong Lempke et al., 2022). Faktor lain yang dapat mempengaruhi *running related injuries* adalah perbedaan jenis kelamin. Hasil meta analisis sebanyak 38 artikel penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap peningkatan resiko *running related injury* pada laki-laki dan perempuan. Tetapi ditemukan pelari wanita memiliki resiko cedera pada persendian dan tulang yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki. Sedangkan laki-laki memiliki resiko tinggi mengalami resiko tendinopati atau peradangan padan tendon (Nnamani Silva et al., 2022). Perempuan memiliki resiko cedera yang lebih besar dibandingkan laki-laki, tetapi faktor lain yang mempengaruhi seperti usia, aktivitas olahraga sebelumnya, jalur permukaan berlari, frekuensi berlari mingguan (Van Der Worp et al., 2015).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bentuk penelitian kuantitatif dengan desain penelitian *cross-sectional*. Variable bebas terdiri dari usia dan jenis kelamin dan variable terikat akumulasi cedera pada sistem *musuculoskeletal*. Penelitian ini dilakukan pada event olahraga Kediri Half Marathon tahun 2023-2024 yang bertempat di Monumen Simpang Lima Gumul, Kabupaten Kediri. Surat izin penelitian ini di keluarkan oleh Dekan Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata dengan nomor surat : 44/U/V/2023 dan nomor surat : 134//U/V/2024. Teknik pengambilan sample menggunakan metode *accidental sampling* yaitu setiap peserta pelari marathon yang masuk ke both pelayanan fisioterapi. Dari hasil pendataan dihasilkan sebanyak 97 peserta lari Kediri Half Marathon. Pengambilan data menggunakan metode assesment secara metode autonamnesis. Komponen yang di assesment meliputi identitas, usia, jenis kelamin, dan lokasi nyeri.

Hasil input data akan dikumpulkan selanjutnya akan dilakukan *editing, coding, scoring, entry data* dan *tabulasi data*. Untuk analisis data menggunakan uji *Chi-square* dengan bantuan aplikasi IBM SPSS V.20.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis pada peserta Kediri Half Marathon pada tahun 2023 dan 2024 didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Usia Peserta Kediri Half Marathon

| Variable | Study Group | Uisa |
|----------|-------------|------|
|----------|-------------|------|

| N = 97  | Rentang Usia | Jumlah |
|---------|--------------|--------|
|         | 11 – 20      | 11,3%  |
| 21 – 30 | 39,2%        |        |
| 31 – 40 | 36,1%        |        |
| 41 – 50 | 11,3%        |        |
| 51 – 65 | 2,1%         |        |

Dari hasil analisis sebanyak 97 peserta marathon sebagai responden penelitian, dihasilkan rata-rata usia peserta  $\pm 30$  tahun, dengan persentase usia 11 – 20 tahun (11,3%), usia 21 – 30 tahun (39,2%), usia 31 – 40 tahun (36,1%), usia 41 – 50 tahun (11,3%) dan usia 51 – 65 tahun (2,1%).

Tabel 2. Karakteristik Jenis Kelamin Peserta Kediri Half Marathon

| Variable | Study Group | Jenis Kelamin |       |
|----------|-------------|---------------|-------|
| N = 97   |             | Laki-laki     | 82,5% |
|          |             | Perempuan     | 17,5% |

Dari analisis sebanyak 97 peserta marathon sebagai responden penelitian, dihasilkan jenis kelamin laki-laki lebih dominan dibandingkan dengan jenis kelamin perempuan. Kondisi tersebut dapat dilihat dari persentase laki-laki sebanyak 82,5%, dan jenis kelamin perempuan sebanyak 17,5%.

Tabel 3. Karakteristik Cedera Peserta Kediri Half Marathon

| Study Group | Cedera                    | Frekuensi | Persen |
|-------------|---------------------------|-----------|--------|
| N = 97      | Tendinitis Tendon Patela  | 1         | 1,0%   |
|             | Hamstring Spasme          | 26        | 26,6%  |
|             | Plantar Fascitis          | 13        | 13,4%  |
|             | Gastrocnemius Spasme      | 21        | 21,6%  |
|             | Condromalacia Patela      | 1         | 1%     |
|             | Peroneus Spasme           | 1         | %      |
|             | Quadriceps Spasme         | 23        | 23,7%  |
|             | Ankle Sprain              | 4         | 4,1%   |
|             | Groin Spasme              | 2         | 2,1%   |
|             | Lower Back Pain           | 3         | 3,1%   |
|             | Axila Pain Syndrome       | 1         | 1,0%   |
|             | Ilio Tibial Band Syndrome | 1         | 1,0%   |

Dari analisis sebanyak 97 peserta marathon sebagai responden penelitian, dihasilkan cedera didominasi pada *hamstring spasme* (26,6%), *quadriceps spasme* (23,7%), *gastrocnemius spasme* (21,6%), *ankle sprain* (4,1%), *lower back pain* (3,1%), *groin spasme* (2,1%), dan *tendinitis tendon patela*, *condromalacia patela*, *peroneus spasme*, *axila pain syndrome*, dan *illio tibial band syndrome* sebanyak (1,0%).

Tabel 4. Korelasi Usia dengan Gangguan Cedera pada Musculoskeletal

|  | Cedera Peserta KHM | Total |
|--|--------------------|-------|
|--|--------------------|-------|

|       | TTP | HS | PLF | GS | CP | PRS | QS | AS | GS | LBP | APS | ITB |    |
|-------|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| 11-20 | 0   | 5  | 1   | 1  | 0  | 0   | 3  | 0  | 0  | 0   | 1   | 0   | 11 |
| 21-30 | 0   | 13 | 4   | 8  | 0  | 0   | 6  | 4  | 1  | 1   | 0   | 1   | 38 |
| 31-40 | 0   | 5  | 7   | 7  | 1  | 1   | 11 | 0  | 1  | 2   | 0   | 0   | 35 |
| 41-50 | 1   | 3  | 1   | 4  | 0  | 0   | 2  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 11 |
| 51-65 | 0   | 0  | 0   | 1  | 0  | 0   | 1  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 2  |
| Total | 1   | 26 | 13  | 21 | 1  | 1   | 23 | 4  | 2  | 3   | 1   | 1   | 97 |

Keterangan : *Tendinitis tendon patela* (TTP), *Hamstring Spasme* (HS), *Plantar Fasciitis* (PLF), *Gastrocnemius Spasme* (GS), *Condromalacia Patela* (CP), *Peroneus Spasme* (PRS), *Quadriceps Spasme* (QS), *Ankle Sprain* (AS), *Groin Spasme* (GS), *Lower Back Pain* (LBP), *Axila Pain Syndrome* (APS), *Ilio Tibial Band Syndrome* (ITB).

Tabel 5. Korelasi Jenis Kelamin dengan Gangguan Cedera pada Musculoskeletal

|           | Cedera Peserta KHM |    |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     | Total |
|-----------|--------------------|----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-------|
|           | TTP                | HS | PLS | GS | CP | PRS | QS | AS | GS | LBP | APS | ITB |       |
| Laki-laki | 1                  | 22 | 10  | 17 | 1  | 1   | 20 | 2  | 2  | 2   | 1   | 1   | 80    |
| Perempuan | 0                  | 4  | 3   | 4  | 0  | 0   | 3  | 2  | 0  | 1   | 0   | 0   | 17    |
| Total     | 1                  | 26 | 13  | 21 | 1  | 1   | 23 | 4  | 2  | 3   | 1   | 1   | 97    |

Keterangan : *Tendinitis tendon patela* (TTP), *Hamstring Spasme* (HS), *Plantar Fasciitis* (PLF), *Gastrocnemius Spasme* (GS), *Condromalacia Patela* (CP), *Peroneus Spasme* (PRS), *Quadriceps Spasme* (QS), *Ankle Sprain* (AS), *Groin Spasme* (GS), *Lower Back Pain* (LBP), *Axila Pain Syndrome* (APS), *Ilio Tibial Band Syndrome* (ITB).

Tabel 6. Hasil Uji signifikansi Chi-Square

| Pearson Chi-Square | Value  | Differential | Asymp. Sig. (2-Sided) |
|--------------------|--------|--------------|-----------------------|
| Usia               | 41,246 | 44           | 0,590                 |
| Jenis Kelamin      | 5,637  | 11           | 0,896                 |

Dari hasil analisis statistik dengan uji Chi-Square yang bertujuan untuk mengetahui signifikansi korelasi antara usia dan jenis kelamin terhadap cedera pada peserta Kediri Half Marathon. Hasil dapat dilihat dari (Tabel 6.) didapatkan nilai *Asymp. Sig (2-Sided)* pada variabel usia sebesar (0,590) dan pada variabel jenis kelamin sebesar (0,896), dari kedua hasil tersebut lebih besar dari nilai signifikansi (0,05), sehingga dapat ditarik kesimpulan variabel usia dan jenis kelamin tidak memiliki korelasi terhadap cedera pada peserta Kediri Half Marathon. Berlari merupakan salah satu olahraga yang efisien dan untuk mencapai kebugaran fisik dan meningkatkan kualitas hidup (Fields KB et al., 2010). Kekurangan olahraga berlari adalah tingginya resiko untuk cedera fisik, dengan insidensi antara 19% sampai 79% (Van Gent et al., 2007). 80% gangguan cedera saat berlari diakibatkan oleh *overuse* yang mengakibatkan penurunan integritas dan durabilitas jaringan ikat, pendukung (Hreljac, 2004), dan sistem *musculoskeletal* (Mahmood et al., 2021). Olahraga berlari

merupakan aktifitas fisik yang sering menimbulkan cedera *overused* terutama pada punggung bawah dan kaki (Hreljac, 2004). Lemahnya jaringan ikat seperti tendon, ligament dan *cartilage* secara umum meningkatkan resiko cedera kondisi tersebut disebabkan oleh lambatnya adaptasi dan minimnya vaskularisasi dibanding dengan otot yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik terhadap pembebanan (Van Der Worp et al., 2015). Dari hasil penelitian pada kaki daerah yang sering mengalami cedera adalah lutut dengan prevalensi 7,2% sampai 50,0% (Van Gent et al., 2007). Cedera pada *lower leg* 9,0% sampai 32,2%, *foot* 5,7% sampai 39,3% dan *upper leg* 3,4% sampai 38,1% (4), *ankle* 3,9%, *hip* 16,6%, *pelvic* 3,3% sampai 11,5%, *lower back pain* 5,3% sampai 19,1% (Hespanhol Junior et al., 2013).

## KESIMPULAN

Pada hasil penelitian menunjukkan tidak didapatkan korelasi antara usia dan jenis kelamin peserta Kediri Half Marathon pada tahun 2023 dan 2024. Cedera yang muncul pada peserta marathon kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor seperti program latihan yang tidak tepat, tidak melakukan pemanasan sebelum pertandingan, kelelahan sistem *musculoskeletal* yang terus dipaksakan, terjadinya *comulative trauma disorder*. Sehingga disarankan untuk peserta lari marathon untuk memperhatikan kondisi fisik dan melakukan program latihan yang tepat dan tidak *overtraining*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada tim penelitian dan semua pihak yang ikut mendukung kelancaran penelitian ini, terutama kepada Fakultas Kesehatan Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri yang telah memfasilitasi dan memberikan izin penelitian. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada tim fisioterapi Kediri Half Marathon atas dukungan selama proses penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M. E., Sinrang, W., & Santoso, A. (2020). KORELASI ANTARA PROGRAM LATIHAN TERHADAP FUNGSI PARU DAN PRESTASI LARI PADA ATLET LARI MARATON USIA DEWASA MUDA. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 19(1), 84–88.
- Burke, A., Dillon, S., O'Connor, S., Whyte, E. F., Gore, S., & Moran, K. A. (2023). Aetiological Factors of Running-Related Injuries: A 12 Month Prospective “Running Injury Surveillance Centre” (RISC) Study. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00589-1>
- Correia, C. K., Machado, J. M., Dominski, F. H., de Castro, M. P., Fontana, H. de B., & Ruschel, C. (2024). Risk factors for running-related injuries: An umbrella systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 00. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2024.04.011>
- Damsted, C., Parner, E. T., Sørensen, H., Malisoux, L., & Nielsen, R. O. (2017). Design of ProjectRun21: a 14-week prospective cohort study of the influence of running

- experience and running pace on running-related injury in half-marathoners. *Injury Epidemiology*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40621-017-0124-9>
- Dejong Lempke, A. F., Collins, S. E., Whitney, K. E., D’hemecourt, P. A., & Meehan, W. P. (2022). A Comparison of Factors Associated with Running-Related Injuries between Adult and Adolescent Runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(6), 1033–1042. <https://doi.org/10.26603/001c.38045>
- Fields KB, Sykes JC, Walker KM, & Jackson JC. (2010). Prevention of Running Injuries. *Current Sports Medicine Reports*, 9(3), 176–182.
- Hespanhol Junior, L. C., Pena Costa, L. O., & Lopes, A. D. (2013). Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: A prospective cohort study. *Journal of Physiotherapy*, 59(4), 263–269. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70203-0](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70203-0)
- Hreljac, A. (2004). Impact and Overuse Injuries in Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(5), 845–849. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000126803.66636.DD>
- Ivan, C., Nikolaidis, P. T., Markovic, S., & Knechtle, B. (2019). Age differences in pacing in endurance running: Comparison between marathon and half-marathon Men and Women. *Medicina (Lithuania)*, 55(8), 1–11. <https://doi.org/10.3390/medicina55080479>
- Jungmalm, J., Nielsen, R. Ø., Desai, P., Karlsson, J., Hein, T., & Grau, S. (2020). Associations between biomechanical and clinical/anthropometrical factors and running-related injuries among recreational runners: A 52-week prospective cohort study. *Injury Epidemiology*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40621-020-00237-2>
- Mahmood, T., Hafeez, M., Ghauri, M. W., & Salam, A. (2021). Instrument assisted soft tissue mobilization- An emerging trend for soft tissue dysfunction. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 71(3), 977–981. <https://doi.org/10.47391/JPMA.1168>
- María, G.-A. \*, Ivan, B.-S., Silvia, de V., María, B.-A., Beatriz, R.-R., & Carlos, R.-M. (2021). Brazilian Journal of. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 000(xxxx), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2024.101092>
- Nnamani Silva, O. N., Armijo, P. R., Feld, L. D., Mascarenhas Monteiro, J. S., Pham, R., & Tenforde, A. S. (2022). Comment on: “Sex-Specific Differences in Running Injuries: A Systematic Review with Meta-analysis and Meta-regression.” *Sports Medicine*, 52(1), 187–188. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01548-0>
- Van Der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S. M., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-Van Der Sanden, M. W. G., & Bart Staal, J. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. *PLoS ONE*, 10(2), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 469–480. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- Yao, W., Zhang, Y., Zhang, L., Zhou, J., Zhang, Y., Zheng, X., & Ding, J. (2021). MRI features of and factors related to ankle injuries in asymptomatic amateur marathon runners. *Skeletal Radiology*, 50(1), 87–95. <https://doi.org/10.1007/s00256-020-03530-9>
- Zulkarnain, A. N., Hardini, K. F., & Nugraha, Y. S. (2023). Analisis Cedera

Musculoskeletal Pada Peserta Kediri Half Marathon Tahun 2023. *Athena: Physical Education and Sports Journal Analisis*, 2, 11–18.

<https://doi.org/10.56773/athena.v2i1.16>

Zulkarnain, A. N., & Nugraha, Y. S. (2023). Pengaruh Passive Stretching Dan Istrument Assisted Soft Tissue Mobilization (Iastm) Terhadap Penurunan Nyeri Otot Peserta .... *Zahra: Journal of Health ...*, 3(2), 151–159.

<https://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/view/334%0Ahttps://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/download/334/352>