

Efek Suplementasi Omega 3 dan Latihan Fisik Terhadap Respon Inflamasi

Novadri Ayubi^a, Bambang Purwanto^b, Purwo Sri Rejeki^c

^{abc}Universitas Airlangga, Indonesia

Correspondence: bpaifo@gmail.com

Received: 23 Jul 2020 **Accepted:** 10 Oct 2020 **Published:** 31 Oct 2020

Abstract

The aims of this article is to find out how the effects of omega 3 supplementation and physical exercise on the inflammatory response. The method applied is literature review. The results showed that omega 3 supplementation and regular exercise can reduce the inflammatory response that is not controlled. Inflammation is a protective response caused by injury or tissue damage. After physical exercise the body will experienced an increase in inflammatory markers, namely CRP, IL-1, IL-6, IL-10 and TNF- α . Physical exercise, especially high-intensity eccentric exercises, will cause damage to muscle fibers and delayed muscle pain (DOMS) which results in disruption to muscle strength. Muscle pain is caused by an inflammatory process due to increased levels TNF- α in response to muscle damage. Inflammatory response that is not controlled can be controlled by giving omega 3 supplementation. It can be concluded that omega 3 supplementation and regular exercise are proven to reduce the inflammatory response that is not controlled, so to reduce the intensity of pain and support the performance in carrying out the physical exercise program.

Keywords: omega 3; exercise; inflammation

Abstrak

Penulisan artikel ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suplementasi omega 3 dan latihan fisik terhadap respon inflamasi. Metode yang digunakan adalah literatur review. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi omega 3 dan latihan teratur dapat menurunkan respon inflamasi yang tidak terkontrol. Inflamasi merupakan respons protektif yang ditimbulkan oleh cedera atau kerusakan jaringan. Setelah melakukan latihan fisik tubuh akan mengalami peningkatan indikator inflamasi yaitu CRP, IL-1, IL-6, IL-10 dan TNF- α . Latihan fisik terutama latihan eksentrik dengan intensitas tinggi akan menyebabkan kerusakan serat otot dan nyeri otot yang tertunda (DOMS), sehingga mengakibatkan gangguan terhadap kekuatan otot. Nyeri otot disebabkan oleh proses inflamasi karena peningkatan kadar TNF- α sebagai respon kerusakan otot. Respon inflamasi yang tidak terkontrol dapat dikendalikan oleh pemberian suplementasi omega 3. Dapat disimpulkan bahwa suplementasi omega 3 dan latihan teratur terbukti dapat menurunkan respon inflamasi yang tidak terkontrol, sehingga dapat menurunkan intensitas nyeri dan menunjang performa dalam menjalankan program latihan fisik.

Kata kunci: omega 3; latihan fisik; inflamasi

1. Pendahuluan

Latihan eksentrik dengan intensitas tinggi akan menyebabkan kerusakan serat otot dan nyeri otot yang tertunda (DOMS) yang mengakibatkan gangguan terhadap kekuatan otot (Hedayatpour *et al.*,

2018). Secara umum DOMS akan terjadi antara 24-48 jam pasca latihan (Kim *et al.*, 2017). Latihan eksentrik merupakan latihan yang membutuhkan kontraksi otot memanjang dan memendek secara kuat (Couppé *et al.*, 2015; Stasinopoulos and Stasinopoulos, 2017). Latihan eksentrik mengarah pada timbulnya respons inflamasi yang terkait dengan penurunan kemampuan kekuatan otot, penurunan rentang gerak, dan nyeri otot (Fatouros and Jamurtas, 2016). Latihan eksentrik meningkatkan penanda inflamasi yaitu *C-Reactive Protein* (CRP), *Interleukin 1* (IL-1), *Interleukin 6* (IL-6), *Interleukin 10* (IL-10) dan *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α) (Sciberras *et al.*, 2015). Respon inflamasi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan tidak maksimalnya proses latihan yang dilakukan. Selain latihan eksentrik, latihan aerobik seperti marathon juga dapat menyebabkan kerusakan otot dan respon inflamasi akut, namun juga dapat meningkatkan sitokin anti-inflamasi (Mach and Fuster-Botella, 2017).

Inflamasi merupakan respons protektif yang ditimbulkan oleh cedera atau kerusakan jaringan yang disebabkan oleh trauma fisik, zat kimia yang merusak atau zat mikrobiologik (Turkmen and Yazar, 2017). Inflamasi berfungsi untuk menghancurkan dan mengurangi agen yang merusak maupun jaringan yang rusak (Agustina *et al.*, 2015). Pada tingkat jaringan, inflamasi ditandai dengan kemerahan, pembengkakan, panas, nyeri, dan hilangnya fungsi jaringan (Bahrudin, 2018).

Nyeri otot pasca latihan fisik menurut *US Department of Labor Bureau of Labor Statistic* memiliki angka kejadian sebesar 76,5% (Syarli and Pati, 2017). Selama ini banyak dari orang yang terlibat dalam aktivitas fisik yang tinggi menggunakan obat anti inflamasi non steroid dalam pengelolaan nyeri yang nantinya akan berdampak kepada kesehatan dan program latihan (Harle *et al.*, 2018; Tamarat *et al.*, 2018). Selain menggunakan obat anti inflamasi non steroid, sebagian besar orang sangat lazim melakukan terapi massage untuk mengurangi nyeri (Furlan *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2015; Poppendieck *et al.*, 2016).

Alternatif solusi lain perlu dicari untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu cara meminimalkan respon inflamasi yang tidak terkontrol dengan menggunakan produk alami yang berasal dari minyak ikan yaitu senyawa omega 3. Omega 3 merupakan asam lemak tak jenuh (Polyunsaturated Fatty Acids) yang terdiri dari beberapa ikatan rangkap (Durán *et al.*, 2019). Kandungan utama pada omega 3 yaitu α -linolenat, (ALA), asam eikosapentaenoat (EPA), dan asam docosahexaenoic (DHA) (Baker *et al.*, 2016). Omega 3 terkenal dengan kandungan anti inflamasi (Gammone *et al.*, 2019). Suplementasi omega 3 juga ditunjukkan untuk mengurangi nyeri dan mempertahankan fungsi otot setelah kerusakan otot akibat latihan eksentrik (Black *et al.*, 2018). Omega-3 memengaruhi respons imun, sebagian dengan memengaruhi sekresi sitokin dengan menurunkan sekresi TNF- α (Morin *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek suplementasi omega 3 dan latihan fisik terhadap respon inflamasi. Hasil penelitian ini di diharapkan bisa menjadi acuan bagaimana cara mengatasi respon inflamasi yang tidak terkontrol sehingga latihan yang dilakukan dapat maksimal.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan menggunakan strategi secara komprehensif seperti pencarian artikel dalam *database* jurnal penelitian, pencarian melalui internet, tinjauan ulang artikel. Pencarian *database* data yang digunakan yaitu *Proquest*, *Pubmed*, *sciencedirect.com*, *elsevier* jurnal. Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu jurnal berbahasa Indonesia dan Inggris yang membahas tentang fisiologi olahraga, omega 3, latihan fisik, nyeri otot yang tertunda (DOMS), dan inflamasi. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu jurnal nasional dan internasional yang telah diterbitkan lewat dari 5 tahun terakhir ditahun 2020. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian artikel yaitu *omega 3*, *exercise*, *inflammation*. Terdapat 32 artikel yang diperoleh dan 10 artikel dianalisis

melalui analisis tujuan, kesesuaian topik, ukuran sampel, protokol penelitian dan hasil dari setiap artikel.

3. Hasil

Adapun hasil dari penelitian yang digunakan dalam *literature review* ini sebagai berikut:

Tabel 1. Review Hasil Penelitian

<i>Author</i>	<i>Sampel</i>	<i>Protokol</i>	<i>Hasil</i>
(Zheng <i>et al.</i> , 2019)	Sebelas penelitian yang melibatkan 1250 peserta diambil dari <i>database</i> untuk dianalisis. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan <i>PubMed</i> , <i>Web of Science</i> , <i>Embase</i> , dan perpustakaan <i>Cochrane</i> dari awal hingga April 2018.	Latihan aerobik	Latihan aerobik secara teratur dapat mengurangi penanda inflamasi <i>C-reaktive Protein</i> (CRP), <i>Tumor Necrosis Factor alpha</i> (TNF- α), dan <i>Interleukin-6</i> (IL-6).
(Gutiérrez-Pliego <i>et al.</i> , 2018)	Subjek 68 tikus jantan berusia 8 minggu di bagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Perlakuan dilakukan dari minggu ke 8 hingga ke 16 kehidupan	Suplementasi omega 3	Suplementasi omega 3 dapat menurunkan <i>Tumor Necrosis Factor Alpha</i> (TNF- α).
(Corder <i>et al.</i> , 2016)	27 wanita sehat di bagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Perlakuan dilakukan selama 7 hari	Latihan eksentrik intensitas tinggi dan omega 3	Suplementasi omega 3 dapat mengurangi intensitas nyeri dan meningkatkan kekuatan otot.
(Durán <i>et al.</i> , 2019)	40 relawan dengan diabetes type 2 diberikan intervensi omega 3 selama 3 bulan. Penelitian ini menilai gejala nyeri yang dilaporkan sendiri sebelum dan sesudah diberi intervensi.	Suplementasi omega 3	Suplementasi omega 3 dapat mengurangi intensitas nyeri pada individu dengan diabetes tipe 2.
(Smith <i>et al.</i> , 2015)	60 pria dan wanita secara acak dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok yang diberikan omega 3 dan minyak jagung selama 6 bulan	Suplementasi omega 3	Pemberian suplementasi omega 3 dapat meningkatkan kekuatan otot karena peningkatan kualitas otot dan hipertrofi otot.
(Coghill <i>et al.</i> , 2018)	.60 pria dan wanita secara acak dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang diberikan omega 3 dengan dosis 3 gram dan kelompok yang diberikan <i>placebo</i> selama 12 minggu	Suplementasi omega 3	Suplementasi omega 3 dapat menurunkan <i>Interleukin-6</i> (IL-6)
(Sawada <i>et al.</i> , 2016)	107 pasien gangguan metabolisme glukosa secara acak dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok yang diberikan omega 3 dan kelompok tanpa omega 3 selama 6 bulan.	Omega 3	Omega 3 dapat menurunkan <i>C-Reactive Protein</i> (CRP)

4. Pembahasan

Inflamasi merupakan respons protektif ditimbulkan oleh cedera atau kerusakan jaringan yang disebabkan oleh trauma fisik, zat kimia yang merusak, atau zat mikrobiologik (Agustina *et al.*, 2015). Inflamasi berfungsi untuk menghancurkan, mengurangi, atau melokalisasi (sekuster) baik agen yang merusak maupun jaringan yang rusak (Dewanto, 2017). Sebagai respons terhadap cedera jaringan, tubuh memulai kaskade pensinyalan kimiawi yang merangsang respons yang bertujuan menyembuhkan jaringan yang cedera. Sinyal-sinyal ini mengaktifkan kemotaksis leukosit dari sirkulasi umum ke tempat-tempat kerusakan. Leukosit yang teraktivasi ini menghasilkan sitokin yang menginduksi respon inflamasi (McMahon *et al.*, 2019).

Setelah melakukan latihan fisik tubuh akan meningkatkan penanda inflamasi yaitu CRP, IL-1, IL-6, IL-10 dan TNF- α (Sciberras *et al.*, 2015). Latihan fisik terutama latihan eksentrik dengan intensitas tinggi akan menyebabkan kerusakan serat otot dan nyeri otot yang tertunda (DOMS) yang mengakibatkan gangguan terhadap kekuatan otot (Hedayatpour, Izanloo and Falla, 2018). Nyeri otot disebabkan oleh proses inflamasi karena peningkatan kadar TNF- α sebagai respon kerusakan otot (Kim *et al.*, 2017).

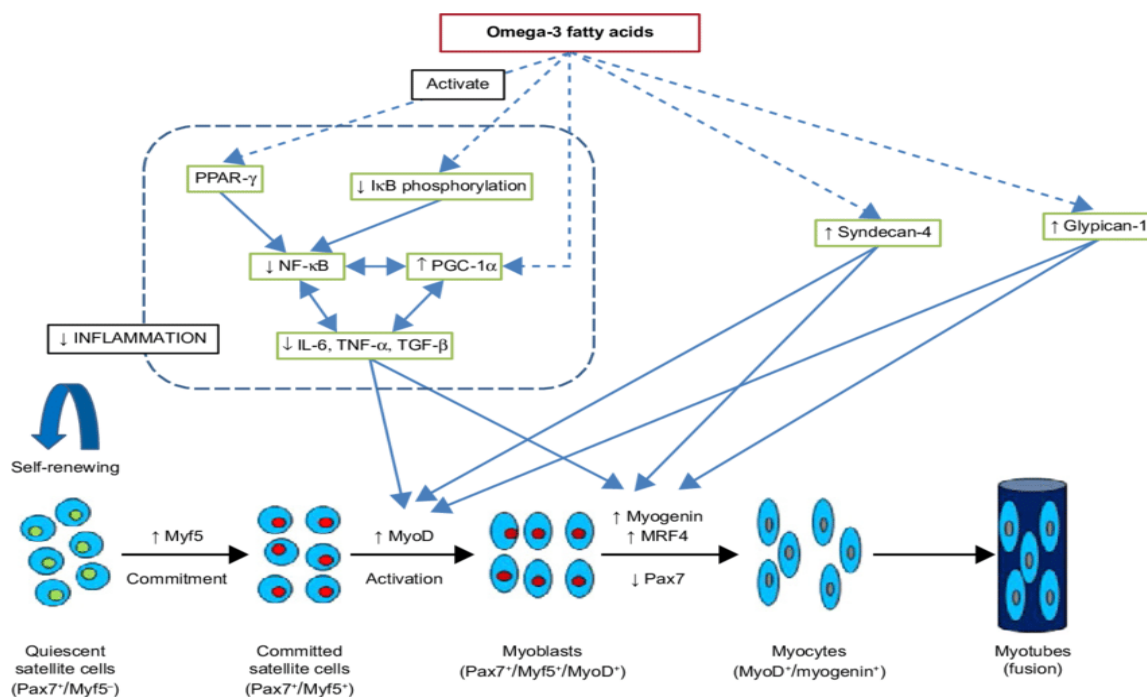
Beberapa upaya untuk mengurangi respon inflamasi yang tidak terkontrol yaitu dengan melakukan latihan secara teratur, pada penelitian (Zheng *et al.*, 2019) menjelaskan bahwa latihan aerobik secara teratur dapat mengurangi penanda inflamasi yaitu CRP, IL-6 dan TNF- α . Selain itu upaya untuk mengurangi respon inflamasi yang tidak terkontrol dengan menggunakan suplementasi omega 3. Omega 3 terkenal dengan anti inflamasinya (Khan, 2017). Kandungan utama pada omega 3 yaitu asam α -linolenat (ALA), asam eikosapentaenoat (EPA), dan asam docosahexaenoic (DHA) (Baker *et al.*, 2016; Endo and Arita, 2016). Omega 3 dapat menghambat inflamasi melalui blokade sinyal TNF- α dengan mengaktifkan respon protein pada otot (Khan, 2017). Dibuktikan dengan penelitian (Gutiérrez-Pliego *et al.*, 2018) menjelaskan bahwa pemberian suplementasi omega 3 dapat menurunkan kadar TNF- α . Dalam penelitian (Coghill *et al.*, 2018) Omega 3 dibuktikan dapat menurunkan penanda inflamasi yaitu IL-6 dan CRP (Sawada *et al.*, 2016). Omega 3 otomatis akan mengurangi nyeri karena berperan dalam proses inflamasi yang tidak terkontrol. Dibuktikan juga dalam penelitian (Corder *et al.*, 2016) menjelaskan bahwa suplementasi dapat mengurangi intensitas nyeri dan meningkatkan kekuatan otot.

Untuk lebih jelasnya, berikut ini mekanisme kerja omega 3 dalam proses inflamasi:

Selama respons inflamasi akut, kejadian interaksi seluler dan molekuler secara efisien meminimalkan cedera atau infeksi yang akan terjadi. Proses ini berkontribusi pada pemulihan homeostasis jaringan dan resolusi peradangan akut. Namun, peradangan akut yang tidak terkontrol dapat menjadi kronis dan berkontribusi terhadap berbagai penyakit radang kronis (Zhou, Hong and Huang, 2016). Mekanisme yang memungkinkan asam lemak omega-3 meningkatkan miogenesis (Bhullar *et al.*, 2016). Salah satu jalur melibatkan *Peroxisome proliferator-activated receptors* (PPAR), dimana merupakan kelompok reseptor nuklir yang memiliki karakteristik untuk mencegah gangguan metabolisme, mendorong adaptasi pada otot rangka setelah latihan fisik, dan memiliki peran baru dalam mengatur sel satelit (Deng *et al.*, 2016).

PPAR merupakan regulator penting dari gen yang terlibat dalam perkembangan, metabolisme lemak dan karbohidrat, serta peradangan. Bukti terbaru menunjukkan omega 3, mampu mengikat PPAR yang mendorong aktivasi dan mengubah ekspresi gen pro-inflamasi (Fritsche, 2015). Selanjutnya omega-3 menghambat aktivasi *Nuclear Factor- κ B* (NF- κ B) dan mengurangi pelepasan sitokin dan

protein inflamasi, termasuk IL-6 dan TNF- α . Dalam proses inflamasi pada otot rangka dihubungkan secara timbal balik. Penurunan protein inflamasi meningkatkan proliferasi dan diferensiasi sel-sel satelit (Bhullar *et al.*, 2016).



Gambar 1. Mekanisme Kerja Omega 3 Dalam Proses Inflamasi (Bhullar *et al.*, 2016)

4. Simpulan dan Rekomendasi

Suplementasi omega 3 dan latihan teratur terbukti dapat mengurangi respon inflamasi yang tidak terkontrol dengan menurunkan penanda inflamasi yaitu CRP, IL-1, IL-6, IL-10 dan TNF- α sehingga dapat menurunkan intensitas nyeri yang kemudian akan menunjang performa dalam menjalankan program latihan terutama latihan untuk meningkatkan kekuatan otot.

Pasca latihan eksentrik dengan intensitas tinggi sangat direkomendasikan untuk mengkonsumsi suplementasi omega 3. Di samping menggunakan terapi *massage*, konsumsi omega 3 secara teori mampu menurunkan intensitas nyeri sehingga hasil latihan bisa didapatkan dengan maksimal.

Daftar Pustaka:

- Agustina, R., Indrawati, D. T. and Masruhim, M.A. (2015). Aktivitas Ekstrak Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) Sebagai Antiinflamasi Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). *Journal Of Tropical Pharmacy And Chemistry*. 3(2): 120-123. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v3i2.96>.
- Bahrudin, M. (2018) Patofisiologi Nyeri (Pain). *Saintika Medika*. 13(1): 7-13. <https://doi.org/10.22219/sm.v13i1.5449>.
- Baker, E.J., Miles, E.A., Burdge, G.C., Yaqoob, P. and Calder, P.C. (2016). Metabolism and functional effects of plant-derived omega-3 fatty acids in humans. *Progress in Lipid Research*. 64:30-56. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2016.07.002>.

- Bhullar, A.S., Putman, C.T. and Mazurak, V.C. (2016). Potential Role of Omega-3 Fatty Acids on the Myogenic Program of Satellite Cells. *Nutrition and Metabolic Insights*. 9: 1-10. <https://doi.org/10.4137/nmi.s27481>.
- Black, K. E., Witard, O. C., Baker, D., Healey, P., Lewis, V., Tavares, F., Christensen, S., Pease, T. and Smith, B. (2018). Adding omega-3 fatty acids to a protein-based supplement during pre-season training results in reduced muscle soreness and the better maintenance of explosive power in professional Rugby Union players. *European Journal of Sport Science*. 18(10): 1357-1367. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1491626>
- Coghill, A. E., Schenk, J. M., Mahkoul, Z., Orem, J., Phipps, W. and Casper, C. (2018) 'Omega-3 decreases IL-6 levels in HIV and human herpesvirus-8 coinfecting patients in Uganda', *AIDS*. <https://doi.org/10.1097/QAD.0000000000001722>
- Corder, K. E., Newsham, K. R., McDaniel, J. L., Ezekiel, U. R. and Weiss, E. P. (2016) 'Effects of short-term docosahexaenoic acid supplementation on markers of inflammation after eccentric strength exercise in women', *Journal of Sports Science and Medicine*.
- Couppé, C., Svensson, R.B., Silbernagel, K.G., Langberg, H. and Magnusson, S.P. (2015). Eccentric or concentric exercises for the treatment of tendinopathies?. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 45(11):853-863. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5910>.
- Deng, B., Zhang, F., Chen, K., Wen, J., Huang, H., Liu, W., Ye, S., Wang, L., Yang, Y., Gong, P. and Jiang, S. (2016) 'MyoD promotes porcine PPAR γ gene expression through an E-box and a MyoD-binding site in the PPAR γ promoter region', *Cell and Tissue Research*. <https://doi.org/10.1007/s00441-016-2380-3>
- Durán, A. M., Salto, L. M., Câmara, J., Basu, A., Paquien, I., Beeson, W. L., Firek, A., Cordero-Macintyre, Z. and De León, M. (2019). Effects of omega-3 polyunsaturated fatty-acid supplementation on neuropathic pain symptoms and sphingosine levels in Mexican-Americans with type 2 diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2019 (12): 109-120. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S187268>.
- Endo, J. and Arita, M. (2016). Cardioprotective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Journal of Cardiology*. 67(1): 22-27. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.08.002>.
- Fatouros, I. G. and Jamurtas, A. Z. (2016). Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: Opportunities for optimizing performance. *Journal of Inflammation Research*. 9: 175-186. <https://doi.org/10.2147/JIR.S114635>.
- Fritsche, K. L. (2015) 'The Science of Fatty Acids and Inflammation', *Advances in Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/an.114.006940>
- Furlan, A. D., Giraldo, M., Baskwill, A., Irvin, E. and Imamura, M. (2015). Massage for low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (9): CD001929. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001929.pub3>.
- Gammone, M. A., Riccioni, G., Parrinello, G. and D'orazio, N. (2019). Omega-3 polyunsaturated fatty acids: Benefits and endpoints in sport. *Nutrients*. 11(1): 46. <https://doi.org/10.3390/nu11010046>.
- Gutiérrez-Pliego, L.E., Martínez-Carrillo, B.E., Reséndiz-Albor, A.A., Arciniega-Martínez, I.M., Escoto-Herrera, J.A., Rosales-Gómez, C.A. and Valdés-Ramos, R. (2018). Effect of

- Supplementation with n -3 Fatty Acids Extracted from Microalgae on Inflammation Biomarkers from Two Different Strains of Mice. *Journal of Lipids*. 2018 (Article ID 4765358): 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/4765358>.
- Harle, C. A., Danielson, E. C., Derman, W., Stuart, M., Dvorak, J., Smith, L. and Hainline, B. (2018). Analgesic Management of Pain in Elite Athletes: A Systematic Review. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 28(5): 417-426. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000604>.
- Hedayatpour, N., Izanloo, Z. and Falla, D. (2018). The effect of eccentric exercise and delayed onset muscle soreness on the homologous muscle of the contralateral limb. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 41: 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.06.003>.
- Khan, S.A. (2017). Effects of Short Term Supplementation of Fish Oil Capsules on the Blood Fatty Acid Profile of Vegetarians : A Pilot Study. *Int J Med Res Health Sci*. 6(5): 19-23.
- Kim, J., Kim, J. and Lee, J. (2017). Effect of compression garments on delayed-onset muscle soreness and blood inflammatory markers after eccentric exercise: A randomized controlled trial. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 13(5): 541-545. <https://doi.org/10.12965/jer.1735088.554>.
- Lee, S. H., Kim, J. Y., Yeo, S., Kim, S. H. and Lim, S. (2015). Meta-Analysis of Massage Therapy on Cancer Pain. *Integrative Cancer Therapies*. 14(4): 297-304. <https://doi.org/10.1177/1534735415572885>.
- Mach, N. and Fuster-Botella, D. (2017). Endurance exercise and gut microbiota: A review', *Journal of Sport and Health Science*. 6(2): 179-197. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.05.001>.
- McMahon, G., Morse, C. I., Winwood, K., Burden, A. and Onambélé, G. L. (2019). Circulating tumor necrosis factor alpha may modulate the short-term detraining induced muscle mass loss following prolonged resistance training. *Frontiers in Physiology*. 10(527): 1-11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00527>.
- Morin, C., Charbonneau, L., Ouellet, N., Ouellet, H., Blier, P. U., Dufresne, F. and Fortin, S. (2017). Eicosapentaenoic acid monoglyceride resolves inflammation in an ex vivo model of human peripheral blood mononuclear cell. *European Journal of Pharmacology*. 807:205-211. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2017.05.018>.
- Poppendieck, W., Wegmann, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., Pfeiffer, M. and Meyer, T. (2016). Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. *Sports Medicine*. 46(2): 183-204. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0420-x>.
- Sciberras, I.N., Galloway, D.R., Fenech, A., Grech, G., Farrugia, C., Duca, D. and Mifsud, J. (2015). The effect of turmeric (Curcumin) supplementation on cytokine and inflammatory marker responses following 2 hours of endurance cycling. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 12(1): 5. <https://doi.org/10.1186/s12970-014-0066-3>.
- Smith, G. I., Julliand, S., Reeds, D. N., Sinacore, D. R., Klein, S. and Mittendorfer, B. (2015). Fish oil-derived n-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *American Journal of Clinical Nutrition*. 102(1): 115-122. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.105833>.
- Stasinopoulos, D. and Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric

- contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of Hand Therapy*. 30(1): 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.09.001>.
- Syarli, H. and Pattie. (2017). Pengaruh Recovery Aktif dan Pasif dalam Meringankan Gejala Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Journal of Sport Science and Education (Jossae)*. 2(2): 38-41.
- Tamara, S., Leatemia, D. and Masjhoer, D.H. (2018). Studi OAINS pada Kasus Osteoarthritis di RSUD Abdul Wahab Samarinda. *Jurnal Kedokteran Mulawarman*, 4(1): 29-38.
- Turkmen, S. and Yazar, M. (2017). Inflammatory biomarkers, oxidative and antioxidative status. *Turkish Journal of Biochemistry*.
- Zheng, G., Qiu, P., Xia, R., Lin, H., Ye, B., Tao, J. and Chen, L. (2019). Effect of aerobic exercise on inflammatory markers in healthy middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 11:98. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00098>
- Zhou, Ying, Yan Hong, and Haihua Huang. 2016. "Triptolide Attenuates Inflammatory Response in Membranous Glomerulo-Nephritis Rat via Downregulation of NF-KB Signaling Pathway." *Kidney and Blood Pressure Research*. <https://doi.org/10.1159/000452591>