

Perbandingan Pengaruh Suplementasi *L-Arginine* Dengan Konsumsi Ikan Toman (*Channa micropeltes*) Terhadap *Delayed Onset Muscle Soreness* dan Performa Atlet Pasca Latihan

Ibrah Fastabiqi Bawana Mukti^{1*}

Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Katolik Santo Agustinus Hippo, Indonesia
^{*}i.mukti@sanagustin.ac.id

Jayadi²

Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Katolik Santo Agustinus Hippo, Indonesia

Heri Purnama Pribadi³

Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Dhoni Akbar Ghozali⁴

Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Indonesia

Agam Akhmad Syaukani⁵

Department of Physical Education and Sport, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

Abstract

The aim of this study is to compare the effectiveness of L-Arginine supplementation and *Channa micropeltes* consumption in improving athletic performance and accelerating recovery from delayed onset muscle soreness (DOMS). The aim of this study was to compare the effectiveness of L-arginine supplementation and *Channa micropeltes* consumption in improving athletic performance and accelerating recovery from delayed onset muscle soreness (DOMS). A quasi-experimental design was employed, using a randomized block pretest-posttest sampling method. Data were gained by giving 6 grams of L-Arginine to eight athletes and 150 grams of *Channa micropeltes* to eight other athletes as part of the intervention. The results showed that L-Arginine supplementation was more effective in improving cardiovascular efficiency, optimizing blood oxygenation, and accelerating post-exercise metabolic recovery. Conversely, *Channa micropeltes* consumption offered similar benefits due to its high protein content and essential amino acids, including natural L-Arginine, which contributes to muscle regeneration and reduced DOMS symptoms. Although the effects of fish consumption were slightly lower than synthetic supplementation, *Channa micropeltes* remains an effective, affordable, and contextually relevant natural alternative for athletes in West Kalimantan. These results highlight the potential of local nutritional resources to support athletes' performance and recovery strategies.

Keywords: athletic performance; *Channa micropeltes*; L-arginine; delayed onset muscle soreness (DOMS)

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas suplementasi L-Arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* dalam meningkatkan performa atletik dan mempercepat pemulihan dari nyeri otot yang tertunda (DOMS). Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental, dengan metode pengambilan sampel blok acak pra-uji-pasca-uji. Data diperoleh dengan memberikan 6 gram L-Arginin kepada delapan atlet dan 150 gram *Channa micropeltes* kepada delapan atlet lainnya sebagai bagian dari

intervensi. Hasil menunjukkan bahwa suplementasi L-Arginin lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi kardiovaskular, mengoptimalkan oksigenasi darah, dan mempercepat pemulihan metabolisme pasca-latihan. Sebaliknya, konsumsi *Channa micropeltes* menawarkan manfaat serupa karena kandungan proteinnya yang tinggi dan asam amino esensial, termasuk L-Arginin alami, yang berkontribusi pada regenerasi otot dan mengurangi gejala DOMS. Meskipun efek konsumsi ikan sedikit lebih rendah daripada suplemen sintetis, *Channa micropeltes* tetap menjadi alternatif alami yang efektif, terjangkau, dan relevan secara kontekstual bagi atlet di Kalimantan Barat. Hasil ini menyoroti potensi sumber daya nutrisi lokal untuk mendukung strategi performa dan pemulihan atlet.

Kata kunci: Performa atlet; Ikan Toman (*Channa micropeltes*); L-Arginine; Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)

PENDAHULUAN

Dalam mempersiapkan kejuaraan, atlet Muay Thai tentu membutuhkan tingkat pelatihan dan aktivitas fisik yang tinggi. Meskipun tingkat aktivitas fisik yang tinggi bermanfaat untuk meningkatkan performa atlet, tingkat aktivitas fisik yang tinggi seringkali menyebabkan kelelahan otot, yang menyebabkan Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) (Pexa dkk., 2023). DOMS adalah rasa sakit pada otot yang muncul 1 hingga 3 hari setelah latihan atau aktivitas fisik intensitas tinggi (Choroszewicz dkk., 2020). Kondisi ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan menghambat performa serta aktivitas fisik lebih lanjut pada atlet yang mempersiapkan diri untuk kompetisi kejuaraan (Zulaini dkk., 2021). Menanggapi hal ini, banyak peneliti telah mencoba mengembangkan suplemen makanan sebagai nutrisi untuk membantu pemulihan cedera otot dan mengurangi gejala DOMS, sehingga meningkatkan performa atlet (Mukti dkk., 2021; Meirelles dkk., 2019; Nyawose dkk., 2022; Rizal & Segalita, 2018). Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa suplemen yang mengandung asam amino dapat membantu pemulihan otot, mengurangi nyeri otot, dan meningkatkan kinerja setelah latihan intensif. Salah satu suplemen yang banyak digunakan untuk meningkatkan kinerja dan mengurangi gejala DOMS adalah L-Arginin (Fastabiqi dkk., 2024; Rezaei dkk., 2021).

L-Arginin adalah suplemen yang mengandung asam amino yang berperan dalam sintesis oksida nitrat (NO) (Takeda & Takemasa, 2018). Oksida nitrat memiliki efek vasodilatasi yang meningkatkan aliran darah, mempercepat pengiriman oksigen dan nutrisi ke otot, dan membantu mengurangi peradangan setelah berolahraga (Speer dkk., 2020). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa suplementasi L-Arginin dapat meningkatkan kinerja fisik dan mempercepat pemulihan otot dengan mengurangi gejala cedera otot (Nyawose dkk., 2022; Fastabiqi dkk., 2024; Rezaei dkk., 2021; Pasa dkk., 2022). Selain suplemen L-Arginin, banyak peneliti mencoba mengembangkan suplemen makanan yang mengandung asam amino dari ekstrak buah seperti semangka, daun moringa, dan bahan herbal lainnya. Studi-studi ini menunjukkan bahwa bahan-bahan alami ini dapat meningkatkan performa atlet dan mengurangi gejala DOMS (Zulaini et al., 2021; Nandyantami et al., 2024; Muljadi et al., 2021; Cheshier & Jacobson, 2021).

Banyak peneliti telah berupaya mengembangkan ekstraksi bahan alami yang mengandung asam amino seperti kafein, biji semangka, daun moringa, dan lainnya (Muljadi dkk., 2021; Meamarbashi, 2017; Norouzzadeh dkk., 2025; Pradana dkk., 2022; Ardiana, 2019; Violeta & Mardiana, 2022) dan suplementasi L-Arginin (Mukti dkk., 2021; Fastabiqi dkk., 2024; Rezaei dkk., 2021; Takeda & Takemasa, 2018; Rizal & Segalita, 2018; Park dkk., 2023; Hiratsu dkk.,

2022) di dunia olahraga. Ekstraksi bahan alami dan suplemen L-Arginin dan sitrulin diyakini dapat meningkatkan performa atlet dan mengurangi gejala DOMS (Pradana dkk., 2021). al., 2022). Namun, penelitian tentang perbandingan suplemen L-Arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* sebagai bahan alami masih sangat terbatas. *Channa micropeltes* adalah ikan yang mengandung protein, asam amino tinggi, albumin (Apriasari dkk., 2018; Nugroho dkk., 2024; Firlianty dkk., 2019) yang memiliki sifat dalam penyembuhan jaringan dan mengurangi peradangan (Sinaga dkk., 2019; Carabelly dkk., 2019). Ikan air tawar ini sangat umum di Kalimantan Barat. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah untuk membandingkan efek konsumsi L-Arginin dan *Channa micropeltes* dalam meningkatkan performa dan mengurangi gejala DOMS setelah latihan fisik pada atlet Muaythai.

Penelitian sebelumnya telah mencoba mengembangkan dan menganalisis efek bahan alami dan suplemen L-Arginin dalam meningkatkan performa atlet dan mengurangi gejala DOMS. Namun, penelitian yang membandingkan efek konsumsi L-Arginin dan *Channa micropeltes* dalam meningkatkan performa dan mengurangi gejala DOMS masih sangat terbatas. *Channa micropeltes* merupakan sumber nutrisi yang mengandung asam amino tingkat tinggi (Fitriyani dkk., 2020). *Channa micropeltes* adalah sumber daya alam yang melimpah di Kalimantan Barat. *Channa micropeltes* dikenal mengandung protein dan asam amino esensial tingkat tinggi, termasuk arginin, yang berperan penting dalam regenerasi jaringan, penyembuhan luka, dan pemulihan otot. Kandungan albumin dan senyawa anti-inflamasi dalam *Channa micropeltes* diperkirakan berkontribusi pada percepatan pemulihan setelah aktivitas fisik. Oleh karena itu, fokus penelitian ini adalah untuk membandingkan efek suplemen L-arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* dalam meningkatkan performa atlet dan mengurangi gejala DOMS. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan strategi nutrisi lokal berbasis sumber daya alam Indonesia, khususnya di Kalimantan Barat, untuk mendukung kesehatan masyarakat dan performa fisik. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan bagi atlet dan pelatih di Kalimantan Barat dalam menggunakan sumber daya alam lokal seperti *Channa micropeltes* untuk mendukung peningkatan performa dan membantu proses pemulihan DOMS di dunia olahraga.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimental untuk menganalisis efek komparatif suplementasi L-Arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* terhadap peningkatan performa dan nyeri otot tertunda (DOMS) pada atlet. Sampel penelitian terdiri dari 16 atlet pria dari tim Muaythai Kalimantan Barat, yang sedang dipersiapkan untuk Kejuaraan Internasional TYT Cup 2025 di Malaysia. Delapan atlet mengonsumsi 150 gram mikropeltes Channa, sedangkan delapan atlet lainnya menerima 6 gram suplemen L-Arginin.

Penelitian ini menerapkan desain kelompok kontrol pretest-posttest acak. Observasi awal dilakukan untuk memeriksa perbedaan dasar antara suplementasi dan konsumsi *Channa micropeltes* sebagai pendukung kinerja dan DOMS dalam olahraga. Data kemudian dikumpulkan melalui beberapa uji variabel dan instrumen pengukuran untuk menentukan sejauh mana efek komparatif tersebut. Data kuantitatif yang dikumpulkan akan dianalisis menggunakan metode statistik. Berikut ini menggambarkan model desain penelitian eksperimental:

Randomized pretest and posttest control group design

(O1): pretest experimental group

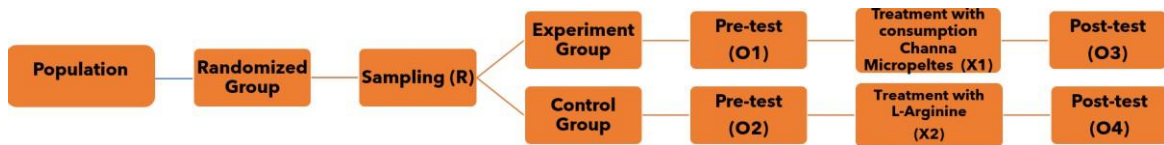
(O2): posttest experimental group

(O3): pretest control group

(O4): posttest control group

(X1): Treatment (with L-Arginine) experimental group

(X2): Treatment consumption Ikan Toman control group



Gambar 1. Experimental Research Design Model

HASIL

Setelah mengumpulkan data dari 16 atlet Muay Thai yang mengonsumsi suplemen *Channa micropeltes* dan L-arginine, diperoleh data sebagai berikut:

	Frequency	Min	Max	Mean	SD
Umur	16	16.00	28.00	20.06	3.15
Tinggi	16	146.00	175.00	164.13	7.66
Berat	16	36.00	66.00	55.63	9.08

Berdasarkan Tabel 1, subjek memiliki usia rata-rata 20,06 tahun, tinggi badan 164,12 cm, dan berat badan 55,63 kg. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki karakteristik dasar yang hampir identik, sehingga menghasilkan kondisi fisik dasar yang relatif homogen.

Tabel 2. Hasil Paired Sample Test L-Arginine

Variable	Mean Difference	t-value	p-value	95% CI (Lower–Upper)
Heart Rate (Pre–Post)	58.88	33.13	0.000	54.67 – 63.07
Uric Acid (Pre–Post)	-1.15	-4.89	0.002	-0.59 – -1.70

Hasil Uji Sampel Berpasangan menunjukkan adanya perubahan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah pengobatan pada kelompok suplementasi L-Arginin. Beberapa subjek juga mengalami penurunan denyut jantung sebesar 58,87 bpm ($p = 0,000$). Hal ini menunjukkan peningkatan efisiensi kinerja jantung dan pemulihan kardiovaskular setelah berolahraga.

Sementara itu, kadar asam urat menurun sebesar 1,15 mg/dL ($p = 0,002$), menunjukkan peningkatan metabolisme dan penurunan akumulasi limbah metabolit akibat aktivitas fisik yang intens. Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa suplementasi L-Arginin memiliki efek

positif dalam meningkatkan kinerja fisiologis dan mempercepat proses pemulihan otot atlet setelah berolahraga intensif.

Tabel 3. Hasil Paired Sample Test *Channa micropeltes*

Variable	Mean Difference	t-value	p-value	95% CI (Lower–Upper)
Heart Rate (Pre–Post)	58.13	11.44	0.000	–70.14 to –46.11
Uric Acid (Pre–Post)	1.01	–5.19	0.001	–1.47 to –0.55

Hasil Uji Sampel Berpasangan pada kelompok konsumsi *Channa micropeltes* menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah pengobatan pada beberapa variabel. Rata-rata denyut jantung menurun sebesar 58,13 bpm dengan nilai signifikansi $p = 0,000$, yang menunjukkan peningkatan efisiensi sistem kardiovaskular dan proses pemulihan setelah berolahraga. Sementara itu, kadar asam urat menurun sebesar 1,01 mg/dL dengan nilai $p = 0,001$, menunjukkan peningkatan metabolisme dan pengurangan penumpukan limbah metabolik akibat aktivitas fisik.

Table 4. Hasil Independent Samples Test

Variable	Levene’s Sig.	t-value	p-value	Mean Difference	95% CI
DOMS	0.469	3.162	0.007	1.25	0.40 to 2.09
VO ₂ Max	0.829	–0.017	0.987	–0.04	–5.39 to 5.31
Heart Rate	0.004	0.139	0.892	0.75	–11.50 to 12.99
Uric Acid	0.803	0.450	0.660	0.14	–0.52 to 0.79

Berdasarkan tabel 4 di atas, hasil perbandingan menunjukkan perbedaan signifikan pada variabel DOMS ($p = 0,007$), yang menegaskan bahwa kedua pengobatan sama efektifnya dalam mengurangi nyeri otot setelah berolahraga (DOMS), tetapi dengan tingkat efektivitas yang berbeda. Suplementasi L-Arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* terbukti memiliki efek positif pada pemulihan DOMS dan peningkatan kinerja fisiologis pada atlet. Namun, tingkat efektivitasnya berbeda. Suplementasi L-Arginin menunjukkan efek yang lebih kuat dan konsisten, terutama dalam mengurangi denyut jantung setelah berolahraga dan mendukung oksigenasi serta pemulihan metabolisme. Hal ini disebabkan oleh bioavailabilitas L-Arginin sintesis yang tinggi, yang lebih cepat diserap oleh tubuh dan secara langsung berperan dalam produksi oksida nitrat (NO). Di sisi lain, *Channa micropeltes* masih memiliki efek signifikan dalam mengurangi DOMS dan kadar asam urat, berkat kandungan proteinnya yang tinggi, asam amino esensial, kolagen, dan nutrisi yang mendukung regenerasi otot.

PEMBAHASAN

Salah satu fungsi L-Arginin adalah sebagai prekursor oksida nitrat (NO), yang berperan dalam vasodilatasi, meningkatkan aliran darah, dan meningkatkan pasokan oksigen dan nutrisi ke jaringan otot (Viribay dkk., 2020). Studi ini menjelaskan bahwa pemberian L-Arginin dapat secara signifikan mengurangi detak jantung setelah berolahraga atau aktivitas fisik, menunjukkan peningkatan efisiensi kardiovaskular, yang mengindikasikan peningkatan kemampuan tubuh untuk mengoksidasi jaringan otot. L-Arginin juga dapat menurunkan kadar

asam urat, yang mengindikasikan percepatan proses metabolisme dan pengurangan stres oksidatif setelah berolahraga atau aktivitas fisik.

Temuan studi ini selaras dengan penelitian sebelumnya (Fastabiqi dkk., 2024; Viribay dkk., 2020), yang menunjukkan bahwa suplementasi L-Arginin dapat meningkatkan kinerja (Jahani dkk., 2019) dan mempercepat pemulihan dari masalah otot dengan meningkatkan produksi NO dan meningkatkan sirkulasi darah (Pasa dkk., 2022; Hiratsu dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi L-arginin dapat meningkatkan efisiensi kardiovaskular dan meningkatkan kapasitas oksigen tubuh, sekaligus mempercepat pemulihan metabolisme setelah berolahraga. Dengan demikian, L-arginin memiliki potensi signifikan untuk berkontribusi positif dalam meningkatkan kinerja fisik dan daya tahan pada atlet.

Dalam kasus ini, para peneliti memberikan *Channa micropeltes* kepada atlet. *Channa micropeltes* dikenal mengandung protein tingkat tinggi (Firlianty et al., 2019), termasuk asam amino esensial seperti L-arginin, yang berpotensi memiliki efek serupa dengan suplemen sintetis. Hasilnya menunjukkan efek yang sangat positif, termasuk penurunan detak jantung dan penurunan kadar asam urat yang signifikan, menunjukkan peningkatan pemulihan dan pengurangan kelelahan otot. Namun, mengonsumsi *Channa micropeltes* tetap memiliki efek positif pada pemulihan pasca aktivitas fisik dan peningkatan kinerja atlet. Selain suplemen L-arginin, *Channa micropeltes* juga kaya akan asam amino esensial lainnya, kolagen, dan mikronutrien yang mendukung regenerasi jaringan otot.

Secara umum, mengonsumsi suplemen L-Arginin atau mengonsumsi *Channa micropeltes* dapat memberikan dampak positif pada peningkatan performa atletik dan mengurangi pemulihan DOMS pada atlet. Hal ini disebabkan oleh kandungan asam amino dalam kedua pengobatan tersebut, yang berperan dalam beberapa mekanisme fisiologis penting dalam metabolisme tubuh, seperti menyediakan bahan baku untuk sintesis protein guna memperbaiki serat otot yang rusak, meningkatkan aliran darah melalui produksi oksida nitrat (NO), yang dapat mengoptimalkan pasokan oksigen dan nutrisi ke jaringan otot, dan mempercepat regenerasi sel otot dengan mengurangi kerusakan mikro yang disebabkan oleh latihan intensif atau berat. Ketiga mekanisme ini bekerja bersama-sama, berkontribusi pada peningkatan performa dan percepatan pemulihan setelah latihan intensif.

Meskipun kedua alternatif tersebut menunjukkan manfaat yang jelas dan positif, hasil penelitian mengungkapkan perbedaan efektivitas. Suplemen L-Arginin telah terbukti lebih konsisten dalam menurunkan detak jantung dan mendukung pemulihan kardiovaskular pasca latihan. Di sisi lain, mengonsumsi *Channa micropeltes* juga memiliki efek positif yang sebanding dalam mengurangi detak jantung dan kadar asam urat, meskipun peningkatan oksigenasi otot relatif lebih rendah, kemungkinan karena variasi kandungan arginin alami dan komponen lainnya. Berdasarkan hasil Uji Sampel Independen, dapat disimpulkan bahwa kedua pengobatan tersebut efektif dalam mengurangi masalah otot secara signifikan, termasuk DOMS, detak jantung, dan kadar asam urat. Hal ini menunjukkan bahwa baik L-Arginin maupun *Channa micropeltes* dapat meningkatkan efisiensi pemulihan otot dan mengurangi stres metabolik setelah aktivitas fisik yang intensif. Oleh karena itu, *Channa micropeltes* dapat direkomendasikan sebagai alternatif alami yang ekonomis dan mudah diakses, terutama di Kalimantan Barat. Meskipun hasilnya masih baik dan tidak seoptimal suplementasi L-Arginin

sintetis, *Channa micropeltes* tetap merupakan sumber daya lokal potensial untuk mendukung peningkatan kinerja dan pemulihan dari DOMS pada atlet.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 16 atlet Muay Thai dari Kalimantan Barat, dapat disimpulkan bahwa suplementasi L-Arginin dan konsumsi *Channa micropeltes* memiliki efek positif dalam meningkatkan pemulihan dan performa pasca latihan, khususnya dalam menurunkan detak jantung dan kadar asam urat, serta mempercepat pemulihan dari Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS).

Suplementasi L-Arginin terbukti memiliki efek yang lebih konsisten, khususnya dalam menurunkan detak jantung secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa L-Arginin lebih optimal dalam meningkatkan efisiensi kardiovaskular dan mempercepat pemulihan metabolisme. Sementara itu, konsumsi *Channa micropeltes* juga memberikan manfaat serupa melalui kandungan protein dan asam amino esensialnya, termasuk L-Arginin, yang mendukung regenerasi otot dan pemulihan DOMS. Meskipun efeknya sedikit lebih rendah daripada suplemen sintetis, *Channa micropeltes* tetap menjadi alternatif alami yang efektif, terjangkau, dan kontekstual bagi atlet di Kalimantan Barat. Temuan ini memiliki implikasi praktis bagi pelatih, atlet, dan praktisi ilmu olahraga. Suplementasi L-arginin dapat menjadi rekomendasi utama untuk mempercepat pemulihan pasca latihan, terutama selama fase kompetisi yang membutuhkan pemulihan cepat. Sementara itu, *Channa micropeltes* dapat dimanfaatkan sebagai solusi nutrisi lokal berbasis alami untuk daerah dengan akses terbatas terhadap suplemen sintetis. Mengintegrasikan sumber nutrisi lokal seperti *Channa micropeltes* juga mendukung ketahanan pangan regional dan pengembangan pendekatan yang lebih berkelanjutan terhadap ilmu olahraga.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriasari, M. L., Puspitasari, D., & Carabelly, A. N. (2018). Anti Inflammatory Effect Of Toman Fish (*Channa micropeltes*) Extract In Wound Healing Process. *Berkala Kedokteran*, 14(2), 83. <https://doi.org/10.20527/jbk.v14i2.5335>
- Ardiana, E. (2019). Pengaruh Pemberian Air Gula Merah Terhadap Daya Tahan Kardiovaskuler Pada Atlet Bola Volly Sma Negeri 26 Bone (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Makassar)
- Carabelly, A. N., Firdaus, I. W. A. K., Nurmardina, P. C., Putri, D. A., & Apriasari, M. L. (2019). The Effect of Topical Toman Fish (*Channa micropeltes*) Extract on Macrophages and Lymphocytes in Diabetes Mellitus Wound Healing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1374(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1374/1/012028>
- Cheshier, B. C., & Jacobson, B. H. (2021). The effectiveness of natural supplements on prevention and treatment of delayed onset muscle soreness and markers of muscle damage: a review of literature. *Auc Kinanthropologica*, 57(1), 26–50. <https://doi.org/10.14712/23366052.2021.4>
- Choroszewicz, P., Dobosiewicz, A. M., & Badiuk, N. (2020). Sport Massage as a Method of Preventing Delayed Onest Muscle Soreness. *Pedagogy and Psychology of Sport*, 6(2),

- 104–112. <https://doi.org/10.12775/PPS.2020.06.02.010>
- Fastabiqi, I., Mukti, B., Pribadi, H. P., & Gho-, D. A. (2024). The Effects of L-Arginine Supplementation on Oxygen Saturation and Blood Lactic Acid Levels on the Physical Fitness Level of Muay- thai Athletes in West Kalimantan. *Journal of Physical Education , Health and Sport* 11(2), 60–64.
- Firlianty, F., Rario, R., Naibaho, E. B., & Elita, E. (2019). Karakteristik Gel HPMC Ekstrak Ikan Toman (Channa micropeltes). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(1), 8. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.1.8-12>
- Fitriyani, E., Nani, N., & Deviarni, I. M. (2020). *Perbandingan Komposisi Kimia, Asam Lemak,Asam Amino Ikan Toman (Channa micropeltes) Dan Ikan Gabus (Channa Striata) Dari Perairan Kalimantan Barat*. *Manfish Jurnal*. 0, (2), 71–82.
- Hiratsu, A., Tataka, Y., Namura, S., Nagayama, C., Hamada, Y., & Miyashita, M. (2022). The effects of acute and chronic oral L-arginine supplementation on exercise-induced ammonia accumulation and exercise performance in healthy young men: A randomised, double-blind, cross-over, placebo-controlled trial. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 20(2), 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.02.003>
- Meamarbashi, A. (2017). Herbs and natural supplements in the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 7(1), 16–26. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28265543><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5329173>
- Meirelles, C. M., Matsuura, C., Silva, R. S., Guimarães, F. F., & Gomes, P. S. C. (2019). Acute Effects of L-Arginine Supplementation on Oxygen Consumption Kinetics and Muscle Oxyhemoglobin and Deoxyhemoglobin during Treadmill Running in Male Adults. *International Journal of Exercise Science*, 12(2), 444–455.
- Mukti, I. F. B., Asnar, E., & Harlina, H. (2021). The Effect of Citrulline Supplementation on Lactic Acid Blood Level and Oxygen Saturation (SaO2) in Submaximal Physical Activity. *Folia Medica Indonesiana*, 56(4), 245. <https://doi.org/10.20473/fmi.v56i4.24553>
- Muljadi, J. A., Kaewphongsri, P., Chaijenkij, K., & Kongtharvonskul, J. (2021). Effect of caffeine on delayed-onset muscle soreness: a meta-analysis of RCT. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00660-5>
- Nandyantami, F. F., Ghozali, D. A., Munawaroh, S., Wiyono, N., & Maret, U. S. (2024). Effects of Watermelon Juice and Pure L-citrulline on Muscle Soreness after Eccentric Exercise : A Comparative Study. *JOSSAE (Journal of Sport Science and Education)*, 9, 8–17.
- Norouzzadeh, M., Gholami, B., Samari, M., & Atarod, H. (2025). The Effects of Watermelon Juice on Muscle Hypertrophy , Exercise Performance , and Muscle Soreness in Non- -

- Athlete Men Undergoing Endurance Training: A Randomized Controlled Trial. *Food Science & Nutrition*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/fsn3.71070>
- Nugroho, A., Tamtomo, D. G., Indarto, D., & Cilmiaty, R. (2024). The effect of L-Arginine from Giant Snake Head fish (*Channa micropeltes*) on neuroinflammation and neuron damage in traumatic brain injury in rats. *Pharmacia*, 71, 1–9. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.71.e111239>
- Nyawose, S., Naidoo, R., Naumovski, N., & McKune, A. J. (2022). The Effects of Consuming Amino Acids L-Arginine, L-Citrulline (and Their Combination) as a Beverage or Powder, on Athletic and Physical Performance: A Systematic Review. *Beverages*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/beverages8030048>
- Park, H. Y., Kim, S. W., Seo, J., Jung, Y. P., Kim, H., Kim, A. J., Kim, S., & Lim, K. (2023). Dietary Arginine and Citrulline Supplements for Cardiovascular Health and Athletic Performance: A Narrative Review. *Nutrients*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/nu15051268>
- Pasa, C., Godinho de Oliveira, R., da Rosa Lima, T., Jalousie Kommers, M., Régia Ferreira Viana Figueiredo, K., Christiane Rezende Fett, W., & Alexandre Fett, C. (2022). Effectiveness of acute L-arginine supplementation on physical performance in strength training: a systematic review and meta-analysis. *F1000Research*, 10, 1072. <https://doi.org/10.12688/f1000research.73905.2>
- Pexa, B. S., Johnston, C. J., Taylor, J. B., & Ford, K. R. (2023). Training Load and Current Soreness Predict Future Delayed Onset Muscle Soreness in Collegiate Female Soccer Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(6), 1271–1282. <https://doi.org/10.26603/001c.89890>
- Pradana, A. K., Manggabarani, S., Anggraini, R. D., & Tanuwijaya, R. R. (2022). Perbedaan Minuman Isotonik Alami Air Kelapa Dengan Air Gula Aren Terhadap Status Hidrasi Dan Performa Atlet Futsal. *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 2(3), 66–74. <https://doi.org/10.55606/jrik.v2i3.668>
- Rezaei, S., Gholamalizadeh, M., Tabrizi, R., Nowrouzi-Sohrabi, P., Rastgoo, S., & Doaei, S. (2021). The effect of L-arginine supplementation on maximal oxygen uptake: A systematic review and meta-analysis. *Physiological Reports*, 9(3), 1–9. <https://doi.org/10.14814/phy2.14739>
- Rizal, M., & Segalita, C. (2018). Peran Asam Amino Sitrulin dalam Meningkatkan Performa Olahraga Pada Atlet The Role of Amino Acid Citrulline in Improving Sports Performance Among Athletes. *Literatur Riview*, 299–306. <https://doi.org/10.20473/amnt.v2.i4.2018.299-306>
- Sinaga, E., Suprihatin, & Saribanon, N. (2019). *Ikan Marga Channa Potensinya sebagai Bahan*

Nutrasetikal.

- Speer, H., D’cunha, N. M., Davies, M. J., McKune, A. J., & Naumovski, N. (2020). The physiological effects of amino acids arginine and citrulline: Is there a basis for development of a beverage to promote endurance performance? a narrative review of orally administered supplements. *Beverages*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.3390/beverages6010011>
- Takeda, K., & Takemasa, T. (2018). An Overview of Ornithine, Arginine, and Citrulline in Exercise and Sports Nutrition. In *Nutrition and Enhanced Sports Performance: Muscle Building, Endurance, and Strength* (Second Edi). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813922-6.00053-9>
- Violeta, D., & Mardiana, M. (2022). Kadar Antioksidan Dan Uji Kesukaan Terhadap Minuman Kombinasi Daun Kelor Dan Buah Kurma Untuk Meningkatkan Performa Atlet. *Journal of Nutrition College*, 11(4), 328–336. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i4.35340>
- Zulaini, N. S. H., Siregar, N. S., & Zulfahri. (2021). Effect Stretching and Recovery on Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) After Exercise Effect Stretching and Recovery on Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) After Exercise. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811(1), 012113. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012113>