

## Literature Review

# Peran Asam Laktat Sebagai Respons Metabolik Pada Aktivitas Fisik Intensitas Tinggi

Agna Sahana Gofur<sup>1</sup>, Mokhammad Akmal Dzaki<sup>1</sup>, Naufal Rozmi Insan Kamiil<sup>1</sup>, Faiza Yulie Santika<sup>1</sup>, Maharani Aulia Idris<sup>1</sup>, Adzra Azizah Ilhami<sup>1</sup>, Reni Anggraini<sup>1</sup>, Athiyyatul Udhma<sup>1</sup>, Anissa Amellia Sari<sup>1</sup>, Yulistia Alfianti<sup>1</sup>, Kartika Prahasanti<sup>2</sup>

1) Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surabaya

2) Departemen Ilmu Pendidikan Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surabaya

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Aktivitas fisik intensitas tinggi memicu perubahan metabolisme energi yang signifikan, khususnya pergeseran dari metabolisme aerobik menuju anaerobik yang menyebabkan peningkatan produksi asam laktat. Asam laktat tidak hanya merupakan produk metabolik, tetapi juga berperan sebagai indikator fisiologis penting dalam menilai respons tubuh terhadap aktivitas fisik. **Tujuan:** Untuk meninjau dan mensintesis peran asam laktat sebagai respons metabolik pada aktivitas fisik intensitas tinggi. **Metode:** Kajian ini menggunakan pendekatan literature review terstruktur dengan penelusuran database Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect hingga tahun 2025. Kriteria inklusi meliputi penelitian pada manusia yang membahas hubungan antara aktivitas fisik intensitas tinggi dengan kadar asam laktat. Proses seleksi dilakukan melalui tahap identifikasi, penyaringan, dan evaluasi teks lengkap. Karena adanya heterogenitas desain penelitian, variasi protokol latihan, dan perbedaan metode pengukuran, sintesis dilakukan secara naratif. Penilaian risiko bias dilakukan secara kualitatif berdasarkan kejelasan metodologi dan konsistensi hasil. **Hasil:** Hasil kajian menunjukkan bahwa peningkatan intensitas aktivitas fisik berkaitan dengan peningkatan produksi asam laktat akibat dominasi metabolisme anaerobik. Kadar laktat meningkat secara signifikan ketika aktivitas melampaui ambang laktat, terutama pada latihan intensitas tinggi seperti sprint dan latihan anaerobik. Selain itu, strategi pemulihan seperti recovery aktif terbukti mempercepat eliminasi laktat, sementara adaptasi latihan jangka panjang meningkatkan efisiensi metabolisme energi dan kemampuan tubuh dalam mengelola akumulasi laktat. **Keterbatasan:** Heterogenitas desain penelitian, variasi protokol latihan, serta perbedaan metode pengukuran membatasi kemungkinan dilakukan sintesis kuantitatif. **Kesimpulan:** Asam laktat memiliki peran penting sebagai respons metabolik pada aktivitas fisik intensitas tinggi. Peningkatan intensitas aktivitas meningkatkan produksi laktat, sementara mekanisme pemulihan dan adaptasi latihan berperan dalam regulasi metabolisme energi. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam fisiologi olahraga, perencanaan latihan, dan praktik klinis.

**Kata Kunci** : Asam Laktat, Aktivitas Fisik Intensitas Tinggi, Metabolisme Anaerobik, Ambang Laktat, Recovery

## ABSTRACT

**Background:** High-intensity physical activity induces significant changes in energy metabolism, particularly the shift from aerobic to anaerobic pathways, resulting in increased lactate production. Lactate is not merely a metabolic byproduct but also serves as an important physiological indicator of the body's response to exercise. **Objective:** To review and synthesize the role of lactate as a metabolic response to high-intensity physical activity. **Methods:** This study employed a structured literature review approach by searching databases including Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect up to 2025. Inclusion criteria comprised human studies examining the relationship between high-intensity physical activity and blood lactate levels. The selection process involved identification, screening, and full-text assessment. Due to heterogeneity in study design, exercise protocols, and measurement methods, a narrative synthesis approach was applied. Risk of bias was assessed qualitatively based on methodological clarity and consistency of findings. **Results:** The findings indicate that increased exercise intensity is associated with elevated lactate production due to the dominance of anaerobic metabolism. Lactate levels rise significantly when exercise exceeds the lactate threshold, particularly during high-intensity activities such as sprinting and anaerobic training. Additionally, recovery strategies such as active recovery enhance lactate clearance, while long-term training adaptations improve metabolic efficiency and lactate regulation. **Limitations:** Heterogeneity in study design, variation in exercise protocols, and differences in measurement methods limited quantitative synthesis. **Conclusion:** Lactate plays a critical role as a metabolic response during high-intensity physical activity. Increased intensity elevates lactate production, while recovery mechanisms and training adaptations regulate lactate dynamics. These findings have important implications for exercise physiology, training design, and clinical practice.

**Keywords** : Lactate, High-Intensity Physical Activity, Anaerobic Metabolism, Lactate Threshold, Recovery

**Correspondence** : [agnasahanagofur@gmail.com](mailto:agnasahanagofur@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Aktivitas fisik merupakan salah satu stimulus fisiologis utama yang memengaruhi berbagai sistem dalam tubuh manusia, khususnya sistem metabolisme energi. Selama melakukan aktivitas fisik, tubuh dituntut untuk menghasilkan dan mempertahankan pasokan energi yang memadai guna menunjang kerja otot rangka secara berkelanjutan. Energi tersebut terutama disediakan dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP), yang berperan sebagai sumber energi langsung bagi kontraksi otot dan berbagai proses biologis lainnya. Oleh karena itu, mekanisme metabolisme energi menjadi aspek fundamental dalam memahami respons fisiologis tubuh terhadap aktivitas fisik dengan berbagai tingkat intensitas (McArdle et al., 2015).

Dalam konteks olahraga, khususnya aktivitas lari, kebutuhan energi dapat meningkat secara signifikan tergantung pada intensitas dan durasi aktivitas yang dilakukan. Tubuh manusia memiliki beberapa sistem metabolisme energi yang bekerja secara terintegrasi untuk memenuhi kebutuhan tersebut, yaitu sistem fosfagen, glikolitik anaerobik, dan oksidatif

aerobik. Ketiga sistem ini tidak bekerja secara terpisah, melainkan saling melengkapi dengan kontribusi yang bervariasi sesuai dengan tuntutan metabolik yang dihadapi. Pada aktivitas dengan intensitas rendah hingga sedang, sistem aerobik berperan dominan, sedangkan pada aktivitas dengan intensitas tinggi dan durasi singkat, metabolisme anaerobik menjadi jalur utama penyedia energi (Bassett dan Howley, 2000).

Aktivitas lari intensitas tinggi, seperti sprint, menimbulkan tekanan metabolik yang besar karena peningkatan kebutuhan energi yang terjadi secara cepat dalam waktu singkat. Kondisi ini sering kali melampaui kapasitas sistem metabolisme aerobik untuk menyediakan ATP secara optimal, sehingga tubuh mengandalkan metabolisme anaerobik glikolitik sebagai mekanisme kompensasi. Aktivasi jalur ini berkonsekuensi pada peningkatan produksi asam laktat sebagai bagian dari proses adaptif untuk mempertahankan laju glikolisis dan resintesis ATP. Peningkatan kadar laktat darah yang menyertai aktivitas intensitas tinggi kerap digunakan sebagai indikator keterlibatan metabolisme anaerobik (Brooks, 2018; Faude et al., 2009).

Dalam kajian fisiologi olahraga dan kedokteran klinis, asam laktat memiliki peran penting sebagai parameter biokimia untuk menilai respons metabolik tubuh terhadap aktivitas fisik. Dinamika produksi dan eliminasi laktat mencerminkan keseimbangan antara jalur metabolisme aerobik dan anaerobik. Konsep ambang laktat digunakan untuk menggambarkan titik kritis di mana laju produksi laktat melebihi kemampuan tubuh untuk mengeliminasi dan memanfaatkannya kembali, sehingga terjadi akumulasi laktat dalam darah. Ambang ini bersifat individual dan dipengaruhi oleh tingkat kebugaran serta kapasitas oksidatif otot (Faude et al., 2009).

Selain sebagai indikator metabolik, peningkatan kadar laktat juga berkaitan dengan perubahan keseimbangan asam-basa intraseluler akibat akumulasi ion hidrogen. Kondisi ini dapat memengaruhi fungsi protein kontraktile, aktivitas enzim metabolik, serta menurunkan efisiensi kontraksi otot, yang secara klinis termanifestasi sebagai kelelahan otot. Namun, pemahaman modern menegaskan bahwa laktat bukanlah penyebab utama kelelahan, melainkan molekul perantara penting dalam regulasi metabolisme energi dan adaptasi fisiologis terhadap stres metabolik (Allen et al., 2008; Brooks, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pemahaman mengenai dasar fisiologi metabolisme energi, respons metabolisme anaerobik terhadap lari intensitas tinggi, serta dinamika asam laktat dan ambang laktat menjadi sangat penting. Pengetahuan ini tidak hanya berperan dalam interpretasi perubahan parameter biokimia seperti kadar laktat dan glukosa darah, tetapi juga memiliki implikasi klinis dalam bidang kedokteran olahraga, perencanaan program latihan, serta evaluasi respons adaptasi tubuh terhadap aktivitas fisik (McArdle et al., 2015). Oleh karena itu, kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai hubungan antara aktivitas lari, metabolisme energi, dan respons fisiologis tubuh secara terintegrasi.

## LITERATURE REVIEW

### Dasar Fisiologi Metabolisme Energi pada Aktivitas Fisik

Metabolisme energi merupakan proses fundamental yang memungkinkan tubuh menghasilkan energi untuk mempertahankan fungsi biologis, termasuk aktivitas fisik. Sistem fosfagen menyediakan energi secara instan melalui pemecahan kreatin fosfat, tetapi hanya bertahan dalam waktu singkat. Sistem glikolitik anaerobik kemudian mengambil alih pada aktivitas intensitas tinggi, menghasilkan ATP dengan cepat namun dengan efisiensi rendah dan menghasilkan laktat sebagai produk samping. Sementara itu, sistem oksidatif aerobik berperan dalam aktivitas jangka panjang dengan efisiensi tinggi tetapi kecepatan produksi energi yang lebih lambat (McArdle et al., 2015).

Pada aktivitas lari dengan intensitas tinggi, kontribusi sistem anaerobik meningkat secara signifikan. Hal ini terjadi karena kebutuhan energi meningkat secara cepat sehingga melampaui kapasitas sistem aerobik, sehingga tubuh mengandalkan glikolisis anaerobik sebagai sumber energi utama. Studi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan lari secara langsung meningkatkan kadar laktat dalam darah sebagai refleksi dari peningkatan aktivitas anaerobik (Rohaya, 2020).

### Respons Metabolisme Anaerobik terhadap Lari Intensitas Tinggi

Pada aktivitas intensitas tinggi, seperti sprint, tubuh mengalami peningkatan kebutuhan energi yang sangat cepat sehingga suplai oksigen tidak mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Kondisi ini menyebabkan dominasi metabolisme anaerobik, yang menghasilkan ATP melalui pemecahan glukosa tanpa menggunakan oksigen.

Proses ini menghasilkan laktat sebagai produk metabolik yang dapat terakumulasi dalam darah apabila produksi melebihi kapasitas eliminasi. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas sprint memiliki korelasi yang sangat kuat dengan peningkatan kadar laktat darah, yang mencerminkan peningkatan aktivitas glikolisis anaerobik (Junaidi, 2016). Selain itu, uji anaerobik seperti RAST juga menunjukkan peningkatan signifikan kadar laktat setelah aktivitas intens, yang menegaskan peran dominan metabolisme anaerobik pada aktivitas tersebut (Mighra et al., 2020).

Hal ini menunjukkan bahwa intensitas aktivitas merupakan faktor utama dalam menentukan jalur metabolisme energi yang digunakan serta besarnya produksi laktat.

### Dinamika Asam Laktat dan Ambang Laktat dalam Perspektif Klinis

Asam laktat tidak hanya merupakan produk samping metabolisme, tetapi juga berperan sebagai indikator fisiologis penting dalam evaluasi performa dan kondisi metabolik tubuh. Ambang laktat (lactate threshold) merupakan titik di mana produksi laktat melebihi kemampuan tubuh untuk mengeliminasi atau memanfaatkannya kembali, sehingga terjadi peningkatan kadar laktat secara signifikan dalam darah (McArdle et al., 2015).

Di bawah ambang ini, kadar laktat relatif stabil karena produksi dan eliminasi berada dalam keseimbangan. Namun, ketika intensitas aktivitas meningkat melampaui ambang laktat, terjadi peningkatan eksponensial kadar laktat yang mencerminkan dominasi metabolisme anaerobik. Studi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan lari berhubungan dengan

peningkatan signifikan kadar laktat, terutama pada aktivitas dengan intensitas tinggi (Rohaya, 2020).

Secara klinis, ambang laktat digunakan sebagai parameter penting dalam menilai kapasitas aerobik, menentukan intensitas latihan optimal, serta mengevaluasi kondisi fisiologis individu.

### **Variasi Respons Metabolik Berdasarkan Jarak dan Beban Aktivitas**

Respons metabolik tubuh terhadap aktivitas fisik sangat dipengaruhi oleh intensitas, durasi, dan jenis aktivitas yang dilakukan. Aktivitas dengan jarak pendek dan intensitas tinggi, seperti sprint, cenderung mengandalkan metabolisme anaerobik dan menghasilkan peningkatan kadar laktat yang signifikan. Sebaliknya, aktivitas dengan durasi lebih panjang dan intensitas sedang lebih banyak melibatkan metabolisme aerobik.

Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas sprint menghasilkan peningkatan kadar laktat yang lebih besar dibandingkan aktivitas dengan intensitas sedang (Junaidi, 2016). Hal ini menunjukkan bahwa variasi dalam jenis aktivitas dan beban latihan berperan penting dalam menentukan respons metabolik tubuh (McArdle et al., 2015).

### **Mekanisme Medis Pemulihan Asam Laktat melalui Recovery Aktif**

Pemulihan merupakan bagian penting dalam proses adaptasi fisiologis setelah aktivitas fisik. Recovery aktif, yang melibatkan aktivitas ringan setelah latihan intens, terbukti lebih efektif dalam menurunkan kadar laktat dibandingkan recovery pasif. Hal ini disebabkan oleh peningkatan aliran darah yang mempercepat transport laktat dari otot ke organ lain untuk dimetabolisme kembali (Yamaguchi et al., 2015).

Laktat yang dihasilkan selama aktivitas dapat digunakan kembali sebagai sumber energi melalui proses oksidasi atau dikonversi menjadi glukosa di hati melalui siklus Cori (McArdle et al., 2015). Selain itu, teknik seperti stretching dan massage juga berkontribusi dalam mempercepat eliminasi laktat melalui peningkatan sirkulasi darah (Triansyah et al., 2019).

### **Adaptasi Anaerobik dan Kardiovaskular pada Aktivitas Sprint Berulang**

Latihan intensitas tinggi yang dilakukan secara berulang dapat menyebabkan adaptasi fisiologis yang meningkatkan kapasitas anaerobik dan efisiensi sistem kardiovaskular. Adaptasi ini meliputi peningkatan aktivitas enzim glikolitik, peningkatan kapasitas buffer terhadap asam, serta peningkatan kemampuan tubuh dalam mengeliminasi laktat (McArdle et al., 2015).

Program latihan seperti HIIT menunjukkan peningkatan efisiensi metabolisme energi serta penurunan kadar laktat dalam jangka panjang (Damayanti et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa tubuh mampu beradaptasi terhadap stres metabolik dan meningkatkan performa fisik.

### **Respons Metabolisme Aerobik dan Regulasi Glukosa Darah**

Metabolisme aerobik berperan penting dalam aktivitas fisik jangka panjang serta dalam regulasi kadar glukosa darah. Aktivitas aerobik seperti jogging dapat meningkatkan

penggunaan glukosa oleh jaringan otot, sehingga berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah (McArdle et al., 2015).

Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik tidak hanya memengaruhi metabolisme energi, tetapi juga memiliki implikasi penting dalam regulasi metabolisme sistemik.

### **Implikasi Klinis dalam Kedokteran Olahraga dan Rehabilitasi**

Pemahaman mengenai produksi dan eliminasi asam laktat memiliki implikasi penting dalam bidang kedokteran olahraga dan rehabilitasi. Laktat dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai kapasitas fungsional, menentukan intensitas latihan, serta memantau respons tubuh terhadap latihan.

Selain itu, pengelolaan kadar laktat melalui strategi latihan dan recovery yang tepat dapat membantu mencegah kelelahan serta meningkatkan performa fisik.

### **Sintesis Hasil Penelitian dalam Perspektif Fisiologi Kedokteran**

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan lari merupakan determinan utama dalam produksi asam laktat melalui peningkatan intensitas aktivitas dan dominasi metabolisme anaerobik. Namun, tubuh memiliki mekanisme adaptasi dan recovery yang berperan dalam mengatur dinamika laktat.

### **Tinjauan Buku Ilmiah Mengenai Metabolisme Energi dan Asam Laktat**

Literatur fisiologi olahraga menjelaskan bahwa produksi dan eliminasi laktat merupakan bagian integral dari respons tubuh terhadap aktivitas fisik, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas, durasi, dan tingkat kebugaran individu (McArdle et al., 2015).

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kecepatan lari memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan produksi asam laktat darah sebagai respons terhadap peningkatan intensitas aktivitas fisik. Aktivitas dengan intensitas tinggi menyebabkan dominasi metabolisme anaerobik yang menghasilkan laktat sebagai produk metabolik utama.

Selain itu, dinamika produksi dan eliminasi laktat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk intensitas latihan, durasi aktivitas, serta kapasitas adaptasi fisiologis individu. Strategi pemulihan seperti recovery aktif terbukti efektif dalam mempercepat eliminasi laktat, sementara adaptasi latihan jangka panjang meningkatkan efisiensi metabolisme energi dan kemampuan tubuh dalam mengelola akumulasi laktat.

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam bidang fisiologi olahraga, perencanaan program latihan, serta praktik klinis, khususnya dalam meningkatkan performa fisik dan mencegah kelelahan akibat akumulasi metabolit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andrew M. Jones, Brett S. Kirby, Ida E. Clark, Hannah M. Rice, Elizabeth Fulkerson, Lee J. Wylie, Daryl P. Wilkerson, Anni Vanhatalo, and Brad W. Wilkins *Journal of Applied Physiology* 2021 130:2, 369-379
- APA Zhu, Z., Cui, W., Lu, C., Shen, Y., & Pan, B. (2026). Automatic estimation of lactate threshold heart rate and pace in real-world running based on transfer learning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 163, 112879. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.112879>
- Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. 2010. *Ganong's Review of Medical Physiology*. Edisi ke-23. New York: McGraw-Hill.
- Bishop D., Edge J., Thomas C., Mercier J. (2008). Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 295 (6), R1991–R1998. doi:10.1152/ajpregu.00863.2007.
- Damayanti, N. A., Nusdwinuringtyas, N., Tambunan, T. F. U., & Kekalih, A. 2019. Pengaruh latihan interval intensitas tinggi terhadap kadar laktat darah dan tingkat usaha pada dewasa sehat sedentary. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia*.
- Fitrianto, E. J., & Maarif, S. (2020). Pengaruh active recovery terhadap kadar asam laktat pada mahasiswa program studi ilmu keolahragaan Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 4(1), 32-36.
- Frontiers in Physiology Authors. 2024. Effect of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on blood lactate clearance after high-intensity test in adult men. *Frontiers in Physiology*. DOI:10.3389/fphys.2024.1451464
- Giriwijoyo, S., & Sidik, D. Z. (2013). *Ilmu faal olahraga (fisiologi olahraga)*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Gunawan, E. (2024). PENGARUH LATIHAN LARI 30 MENIT AKTIFITAS SUBMAKSIMAL TERHADAP PERUBAHAN KADAR GLUKOSA DARAH PADA ATLET HANDBALL SULAWESI TENGGARA. *JURNAL ILMIAH PENJAS (Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran)*, 10(1), 157-167.
- Junaidi, J. (2016, November). PENGARUH LARI SPRINT 200 M TERHADAP PERUBAHAN KADAR ASAM LAKTAT DARAH PADA ATLET CABANG OLAHRAGA ATLETIK DKI JAKARTA. In *Prosiding Seminar dan Lokakarya Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta (Vol. 1, No. 01, pp. 22-27)*
- Kalih, B. S., & Rahmadani, E. A. (2021). Comparison of 800 Meter and 400 Meter Run Effects on The Increase Of Lactic Acid In Athletic Athlete. *Gladi: Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 12 (03), 61-67.

- Lu, C., Cui, W., Zhu, Z., Wu, Y., Xing, Q., Pan, B., & Shen, Y. 2025. Validity of smartwatch-derived estimates of lactate threshold heart rate and pace compared to graded exercise testing. *Frontiers in Physiology*, 16:1621996. DOI:10.3389/fphys.2025.1621996.
- Meixner, B. J., Nusser, V., Koehler, K., Sablain, M., Boone, J., & Sperlich, B. 2024. Blood lactate dynamics reveal distance-specific anaerobic demands in 400 m sprint training. *Applied Sciences (MDPI)*, 15(24):13051. DOI:10.3390/app152413051.
- Mighra, B. A., & Djaali, W. (2021). Pengaruh RAST (Running-Based Anaerobic Sprint Test) terhadap Denyut Jantung dan Kadar Asam Laktat pada Atlet Futsal FIK UNJ. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 13(1), 113-119.
- Nuutila, O. P., Kaikkonen, P., Sievänen, H., Vasankari, T., & Kyröläinen, H. 2025. The accuracy of fixed intensity anchors to estimate lactate thresholds in recreational runners. *European Journal of Applied Physiology*. DOI:10.1007/s00421-025-05748-8.
- Rohaya, R. (2014). Pengaruh Latihan Fisik Anaerobik Terhadap Kadar Ambang Batas Asam Laktat Pada Orang Yang Terlatih. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 1(14).
- Sibagariang, M. O., & Simatupang, N. (2021). Pengaruh pemberian massage terhadap penurunan kadar asam laktat pada mahasiswa ilmu keolahragaan setelah melakukan aktivitas fisik anaerobik lari sprint 100 meter. *Jurnal Kesehatan dan Olahraga*, 5(1). <https://doi.org/10.24114/ko.v5i1.30369>
- Triansyah, A., & Kushartanti, B. W. (2015). Efektivitas Teknik Pemulihan dan VO<sub>2</sub>max Dalam Pemulihan Asam Laktat Darah Dan Denyut Jantung Setelah Lari. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 7(1).
- Vijay, Subbarayalu Arun, Sivakumar, Chinnusamy, Kumar, Purushothaman Vinosh, Muralidharan, Chittode Krishnasamy, Rajkumar, Krishnan Vasanthi, Kannan, Karuppaiyan Rajesh, Pradeepa, Mani, Sivasankar, Prabakaran, Mariam, Ameer A, and Anand, Udhaya Kumar Albert. "Lactate threshold training to improve longdistance running performance: A narrative review." *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine* 13, no. 1 (2024). 19-29. doi: 10.26773/mjssm.240303
- Von Wittke P, Lindner A, Deegen E, Sommer H. Effects of training on blood lactate-running speed relationship in thoroughbred racehorses. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Jul;77(1):298-302. doi: 10.1152/jappl.1994.77.1.298. PMID: 7961248.
- Watanabe, T., Inaba, T., van Rassel, C. R., MacInnis, M. J., Kakinoki, K., & Hatta, H. 2024. Identifying physiological determinants of 800 m running performance using post-exercise blood lactate kinetics. *European Journal of Applied Physiology*, 124:2951–2964. DOI:10.1007/s00421-024-05504-4.
- Yamaguchi, G. C., & Rochmania, A. (2022). Pengaruh Recovery Active Dan Recovery Passive Terhadap Perubahan Kadar Asam Laktat Dalam Darah Pada Atlet. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 5(5), 109-114.