

Hubungan Aktivitas Olahraga dengan Irama Sirkadian, Gangguan Sistem Saraf Simpatik, dan Metabolisme Tubuh

Hamzah*, M. Azy Ary, Haerudin Azhari

Universitas Bumigora, Jl. Ismail Marzuki No. 22 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: hamzah@universitasbumigora.ac.id

Paper received: 26-4-2025; revised: 14-5-2025; accepted: 28-5-2025

Abstract

Some of the benefits obtained are such as the goal of this literature review, which is to determine whether sports participation and circadian rhythms, sympathetic nervous system disorders, and body metabolism. The findings of the conducted literature review indicate that There are several benefits that might felt, including (1) improving circadian rhythms or improving sleep quality, because after doing sports activities the body will experience fatigue so that the NREM (Non Rapid Eye Movement) sleep phase is shortened and can increase both the amount and quality of sleep; (2) reducing sympathetic nervous system disorders such as stress or anxiety because exercising can reduce levels of epinephrine and cortisol hormones which are also known as stress hormones; and (3) facilitating body metabolism so that excessive fat or lactic acid accumulation can be reduced. Consequently, it may be said that there is a connection between sports and circadian rhythms, sympathetic nervous system disorders, and body metabolism.

Keywords: circadian rhythm; sympathetic nervous system; exercise

Abstrak

Olahraga menjadi bagian dari gaya hidup utamanya untuk menjaga kesehatan. Beberapa manfaat yang didapat tercantum dalam penelitian study literature yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada korelasi antara aktivitas olahraga melalui irama sirkadian, gangguan sistem saraf simpatik, dan metabolisme tubuh. Metode yang digunakan adalah dengan study literature dengan melakukan penelusuran ke banyak literatur, seperti buku, artikel, jurnal, dan dokumen-dokumen terkait yang dibahas. Berdasarkan temuan penelitian literatur sebelumnya, terdapat beberapa manfaat yang dapat dirasakan diantaranya adalah (1) memperbaiki irama sirkadian atau meningkatkan kualitas tidur, karena setelah melakukan aktivitas olahraga tubuh akan mengalami kelelahan sehingga fase tidur NREM (Non Rapid Eye Movement) diperpendek dan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas tidur; (2) mengurangi gangguan sistem saraf simpatik seperti stress atau kecemasan karena dengan berolahraga dapat mengurangi tingkat hormon kortisol dan epineprin, yang juga dikenal sebagai hormon stress; dan (3) mempercepat metabolisme tubuh, yang dapat mengurangi penimbunan asam laktat atau lemak yang berlebihan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara aktifitas olahraga dan irama sirkadian dengan gangguan sistem saraf simpatik, dan metabolisme tubuh.

Kata kunci: irama sirkadian; sistem saraf simpatik; olahraga

1. Pendahuluan

Semua makhluk memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berubah. *Nucleus suprachiasmatic* pada *anterior hipotalamus* mengendalikan proses fisiologis ritmis yang memungkinkan makhluk hidup beradaptasi dengan lingkungannya. Selama sekitar 24 jam, irama sirkadian adalah penggerak utamanya (Hendrawati, 2017). Hipotalamus mengatur irama sirkadian, salah satu dari beberapa irama yang sudah ada dalam tubuh. Sebagian besar orang percaya bahwa menurunkan irama sirkadian sebelum tidur membantu otak tidur selama malam untuk memungkinkan pemulihan penuh. Akibatnya, meskipun tubuh

dalam keadaan istirahat total, aktivitas organ tetap "naik turun", termasuk aktivitas kardiovaskuler. Hal ini berkaitan dengan Kesehatan seseorang yang bisa dilihat dari kebugaran seseorang yang dapat dinilai dengan berbagai cara, seperti kekuatan dan daya tahan jantung. pada aktifitas-aktifitas kardiovaskuler dan sistem saraf simpatik yang merupakan salah satu pusat sistem kendalinya. Salah satu keadaan yang terjadi akibat stimulus sistem saraf simpatik adalah kecemasan dalam berolahraga. Selama berbagai jenis olahraga, seperti jogging, marathon, dan bersepeda, yang melibatkan gerakan konstan, atau juga olahraga seperti tenis, bulutangkis, yang melibatkan gerakan yang cepat, Jaringan otot hanya mendapatkan energi dari pemecahan molekul adenosine triphosphate atau ATP.. Tubuh menyimpan karbohidrat, lemak, protein, dan phosphocreatine (PCr). Ketika berolahraga, jenis aktivitas dan intensitas yang dilakukan seseorang akan memengaruhi bagaimana tubuh menyimpan energi.

Bagian dari gaya hidup sehat sekarang termasuk berolahraga. Salah satu dari banyak alasan mengapa seseorang menyukai olahraga adalah ingin meningkatkan kebugaran jasmani mereka. Berolahraga adalah cara umum untuk mencari hiburan atau refreshing bagi mereka yang tidak memiliki kegiatan apa pun. Olahraga adalah cara terbaik untuk menyalurkan tenaga untuk mencapai tujuan tertentu; untuk mencapai kebahagiaan hidup yang sehat, menjalani kehidupan yang serasi, selaras, dan seimbang. Olahraga adalah komponen penting dalam perkembangan dan pertumbuhan manusia. Berolahraga menghasilkan peningkatan fisik dan mental (Fahmi et al., 2016). Banyaknya manfaat yang didapatkan bagi kesehatan menjadi alasan utama untuk berolahraga. Beberapa manfaat yang didapat adalah seperti tujuan dari dilakukannya *study literature* ini adalah untuk menentukan apakah olahraga dan irama sirkadian, sistem saraf simpatik, dan metabolisme tubuh berkorelasi.

2. Metode

Studi literature atau studi kepustakaan, adalah pendekatan yang digunakan oleh penulis untuk menyelidiki beberapa literatur, seperti buku, artikel, jurnal, dan dokumen lainnya yang berhubungan dengan subjek diskusi. Penelitian ini menggunakan kriteria rujukan dengan rentang waktu 10 tahun terakhir dengan bahasan terkait Hubungan olahraga dengan irama sirkadia dengan gangguan sistem saraf simpatika dan gangguan metabolisme yang diambil dari artikel maupun jurnal nasional dan internasional Olahraga. Tujuan dari penelitian kepustakaan ini adalah agar penulis dapat menggunakan sumber-sumber ini sebagai sumber referensi untuk mendukung argumen. Penulis akan mengkaji isi dari penelitian terdahulu yang relevan dengan topik bahasan hingga nantinya akan digunakan sebagai rujukan penunjang.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sirkadian

Irama sirkadian adalah jam alami tubuh manusia. Ritme circadian berasal dari kata Latin "circaders", yang berarti kira-kira satu hari, dan "dies", yang berarti "hari." Dari penjelasan ini, dapat dikatakan bahwa irama circadian, juga disebut irama sirkuardian, adalah irama dan pengenalan waktu yang sesuai dengan perputaran Bumi dalam siklus dua puluh empat jam. Siklus tidur-bangun seseorang dipengaruhi oleh ritme sirkadian, yang mengatur waktu mereka tidur dan bangun, suhu tubuh, sistem endokrin, tekanan darah, dan sekresi melatonin. Siklus yang tetap sesuai dengan ritme ini akan menyebabkan kualitas tidur yang baik, tetapi siklus yang berubah secara signifikan akan menyebabkan kualitas tidur yang buruk. (Nugroho, 2021) Hampir semua makhluk hidup di Bumi memiliki irama yang secara

otomatis mengubah fungsi tubuh dan fisiologi mereka dalam siklus dua puluh empat jam, tetapi beberapa mengalami perubahan selama bulan atau bahkan tahun. Banyak irama tubuh diatur oleh irama sirkadian, seperti tekanan darah, hormon sekresi, irama pernapasan, dan irama bangun tidur (Maury et al., 2011).

Ada hubungan antara gangguan sirkadian dan disfungsi mitokondria dengan patologi otot rangka. Mitokondria memainkan peran penting dalam pembentukan sarcopenia, dan penelitian baru menunjukkan bahwa fungsi mitokondria pada otot rangka memiliki ritme sirkadian intrinsik, dan mungkin terlibat dalam mekanisme molekuler yang mendasari sarcopenia. (Solhan & Malang, 2020). Gangguan tidak langsung dari ritme sirkadian karena masalah tidur (durasi, kualitas, dan waktu) memiliki efek merusak yang serupa pada kesehatan otot rangka pada manusia. Studi berbasis populasi dan laboratorium baru-baru ini telah melaporkan hubungan berbentuk U antara durasi tidur dan prevalensi sarcopenia (Buchmann et al., 2016). (Zhou et al., 2019) percaya bahwa ritme sirkadian atau ritme sirosis hati adalah ritme internal yang dibentuk oleh rotasi organisme dengan bumi untuk beradaptasi dengan lingkungannya secara berkala. Ritme sirkadian dikendalikan terutama oleh SCN, yang disebut jam utama. Sistem sirkadian diatur oleh jam sentral yang terletak di nukleus suprachiasmatic (SCN) hipotalamus dan jam perifer yang terletak di organ dan jaringan lain di seluruh tubuh, seperti otot rangka. SCN diaktifkan melalui bundel saraf yang disebut "saluran retinohypothalamic". Dengan cara ini, SCN mengatur jam biologis pada makhluk hidup dan berkontribusi pada proses fisiologis dengan menstimulasi daerah otak lainnya (Sato et al., 2017).

Menurut (Anggelia et al., 2017) dalam kaitannya dengan irama sirkadian, olahraga atau aktifitas latihan fisik yang dilakukan secara teratur membantu menjaga irama sirkadian, yang menghasilkan kualitas tidur yang lebih baik. Menjaga aktivitas fisik atau memanfaatkan olahraga sebagai salah satu metode untuk meningkatkan kualitas tidur. Kelelahan akan menyebabkan protein DIPS (Delta Inducing Peptide Sleep), yang meningkatkan kualitas tidur. Kelelahan dan latihan dapat memengaruhi kualitas dan kuantitas tidur seseorang. Untuk mengimbangi energi yang telah dikeluarkan dan kelelahan yang disebabkan oleh aktivitas yang berlebihan, diperlukan jumlah tidur yang lebih besar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Anggelia et al., 2017), didapatkan hasil sebesar 63,64% responden aktif berolahraga dan sisanya tidak aktif dalam berolahraga. Pada penelitian yang sama, distribusi tingkat kualitas tidur responden menyatakan sebesar 28,2% responden memiliki kualitas tidur yang bagus, dan 71,8 persen dari mereka melaporkan kualitas tidur dalam kategori buruk.

3.2 Sistem Saraf Simpatik

Banyak organ di tubuh manusia dikontrol oleh sistem saraf simpatik dan parasimpatik. Secara umum, sistem saraf otonom ini bekerja sama dengan cara melakukan efek yang berlawanan untuk memastikan bahwa tubuh merespon dengan tepat untuk berbagai situasi. Misalnya, sistem saraf simpatik meningkatkan tekanan darah, sedangkan sistem saraf parasimpatik menurunkannya. Saraf preganglion, yang terletak di tulang belakang toraks ke-1 hingga ke-12, merupakan nama sistem saraf simpatik. Sebuah studi kohort prospektif di Korea Selatan menunjukkan peningkatan risiko yang signifikan 1,7 kali lipat pada prevalensi sarcopenia pada pekerja shift dibandingkan pada mereka yang tidak pernah mengalami kerja shift (Y. Choi et al., 2020). Menariknya, waktu tidur yang lebih lambat, yang dapat menyebabkan ketidaksejajaran sirkadian serta mempengaruhi kualitas tidur, telah terbukti

terkait dengan sarcopenia pada individu lebih tua (Larsson et al., 2019). Selain itu, telah ditemukan hubungan antara komponen sarcopenia dan apnea tidur obstruktif dan penurunan kualitas tidur (Matsumoto et al., 2018). Baru-baru ini, meta-analisis sistematis menyimpulkan bahwa kualitas tidur dapat memprediksi risiko pengembangan sarcopenia (Rubio-Arias et al., 2019).

Sejak awal abad kedua puluh satu, Kedokteran telah menemukan bahwa ada hubungan antara proses fisiologi tubuh dan stimuli sensoris. Eksperimen Ivan Pavlov melibatkan suara lonceng untuk melepaskan asam lambung. Berikutnya terjadi reaksi fisik, termasuk denyut nadi, tekanan darah, gula, kortisol, norepinefrin, dan hormon stres lainnya. Menurut teori Cannon, sekresi neurotransmitter dari sistem saraf simpatik meningkat sebagai reaksi terhadap ancaman; ini dikenal sebagai "respon melawan" atau "respon lari", yang juga dikenal sebagai "respon stres akut". Respon ini adalah komponen awal dari sindrom adaptasi umum, yang mengatur tanggapan stres secara biologis. Jika orang tidur kurang dari 4 jam, mereka akan mengantuk, lemas, dan sulit beraktivitas. (Wiranata et al., 2020).

Olahraga diketahui memiliki hubungan dengan sistem saraf simpatik, dimana stress atau kecemasan dapat terjadi karena penyebab yang sama yaitu stimulus dari saraf simpatik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebiasaan olahraga dapat memengaruhi tingkat stress. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat stres mahasiswa dipengaruhi oleh jumlah olahraga dan aktivitas fisik (Poluakan et al., 2020). Studi (Tanjung et al., 2018) menemukan bahwa berolahraga sangat membantu mengurangi stres. Penurunan hormon stres saat berolahraga dikaitkan dengan hal ini. Olahraga dapat menyebabkan penurunan Ketika tubuh menghadapi suatu stresor, kadar hormon epineprin dan kortisol, yang juga dikenal sebagai hormon stres, meningkat. Berolahraga juga dapat menyebabkan pelepasan neurotransmitter seperti serotonin dan dopamin, yang menurunkan kadar hormon kortisol dan meningkatkan suasana hati. Berkurangnya jumlah neurotransmitter ini sering dikaitkan dengan dengan kegagalan tubuh untuk menghasilkan serotonin dan dopamin yang diperlukan untuk berfungsi dengan baik. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Anggelia et al., 2017), didapatkan hasil sebesar 63,64% responden aktif berolahraga dan sisanya tidak aktif dalam berolahraga. Pada penelitian yang sama, distribusi tingkat kualitas tidur responden menyatakan sebesar 28,2% responden memiliki kualitas tidur yang bagus, dan 71,8 persen dari mereka melaporkan kualitas tidur dalam kategori buruk.

3.3 Perubahan Metabolisme

Para atlet membutuhkan berbagai asupan nutrisi untuk menyediakan energi selama aktivitas, termasuk pemberian makanan tambahan dan upaya khusus. Jumlah nutrisi yang diperlukan diperoleh atlet dari berbagai makanan dan minuman harus memenuhi kebutuhan harian mereka, sehingga perhitungan jumlah nutrisi yang diperlukan sangat penting untuk mencegah kekurangan atau kelebihan nutrisi. Tubuh melakukan beberapa proses metabolisme selama tidur. Kondisi ini juga berdampak pada otak, pencernaan, sirkulasi, dan pernapasan. Tubuh membutuhkan istirahat jaringan karena mekanisme tertentu. Mekanisme ini dikenal sebagai kebosanan. Atlet mungkin mengalami ketidak seimbangan nutrisi, yang tentunya berdampak pada bagaimana mereka bermain di lapangan. Ada kemungkinan bahwa Kekurangan nutrisi akan menyebabkan kelelahan yang lebih cepat, sedangkan kelebihan nutrisi akan menyebabkan kegemukan atau obesitas. Perhitungan digunakan oleh semua

orang, termasuk atlet, untuk menghitung jumlah zat gizi ini dengan mempertimbangkan berapa banyak kalori karbohidrat, lemak, dan protein yang harus dikonsumsi. (Sandi, 2019).

Sarkopenia dikaitkan dengan kelainan metabolik, termasuk perubahan sensitivitas insulin, peningkatan lemak dan infiltrasi jaringan ikat di otot rangka. dikenal sebagai myosteatosis, penurunan kadar hormon dan gangguan pertahanan oksidatif akibat penurunan aktivitas mitokondria (Y. I. Choi et al., 2019). Secara keseluruhan, fungsi otot rangka sangat penting untuk kesehatan sistemik, dan berkurangnya massa dan fungsi otot dapat menyebabkan perkembangan banyak penyakit kronis, termasuk sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2019). Seiring bertambahnya usia, massa dan fungsi otot rangka semakin menurun (Chiles Shaffer et al., 2017). Secara aerobik, metabolisme energi hanya menghasilkan energi dan produk samping karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O). Secara anaerobik, metabolisme menghasilkan asam laktat, yang jika terakumulasi dapat menyebabkan nyeri dan menghambat kontraksi otot. Akibatnya, metabolisme aerobik disebut sebagai proses bersih. Hal inilah yang terjadi ketika berolahraga tidak dapat dilakukan secara teratur pada tingkat intensitas tinggi yang membutuhkan glukosa darah secara singkat dan membutuhkan istirahat; metabolisme anaerobik juga dapat dikategorikan pada tingkat intensitas rendah. (Wirama et al., 2019).

Penelitian oleh (Dan Ibtidau Niamila, 2016) menemukan bahwa latihan ringan, sedang, dan berat menghasilkan penurunan persen lemak tubuh dan berat tubuh. Hasil uji one-way ANOVA menunjukkan, dengan nilai $p = 0,000 < 0,05$, bahwa latihan ringan, latihan sedang, dan latihan berat menunjukkan perbedaan signifikan dalam persen lemak tubuh dan berat badan. latihan.

3.4 Olahraga

Dalam kehidupan sehari-hari olahraga sudah menjadi kebutuhan terpenting bagi setiap individu dalam upaya untuk mendapatkan tubuh yang sehat dan terhindar dari berbagai penyakit (Adolph, 2016). Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekuatan otot, jantung, pembuluh darah, dan pernapasan serta meningkatkan kemampuan fisik setelah cedera. tambahan dari berolahraga (Sandi, 2019). Selain itu olahraga yang dilakukan secara rutin dan sesuai dengan kebutuhan tubuh atau seimbang dapat meningkatkan kesehatan umum, membangun daya tahan, dan memperlambat efek penuaan (Liberti & Locasale, 2016). Pada saat latihan pemeliharaan kesehatan, perubahan cepat dalam sistem jam internal, atau pengaturan ulang jam sirkadian (Nakao et al., 2017). Olahraga 3 kali dalam satu minggu disarankan karena menyebabkan beberapa perubahan fisiologis, seperti suhu tubuh dan perubahan status hormonal, yang diketahui mempengaruhi jam perifer melalui aktivasi saraf simpatis dan pelepasan glukokortikoid (Tahara et al., 2017). (Van Hecke et al., 2016) mengatakan bahwa aktivitas fisik atau olahraga memiliki manfaat kesehatan yang baik melalui pengurangan penyakit kronis dan peningkatan kesehatan fisik dan mental. Program latihan kekuatan 6 minggu memiliki terbukti meningkatkan kualitas otot dan, akibatnya, fungsional kapasitas, pada wanita lanjut usia menunjukkan bahwa ini adalah strategi yang layak dan efektif untuk menunda hilangnya kualitas otot selama penuaan (Wysong et al., 2017).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Farradika et al., 2019) menunjukkan bahwa mayoritas responden, atau 98% dari sampel, setuju bahwa berolahraga adalah penting untuk kesehatan seseorang. Mereka juga mengatakan bahwa berolahraga dapat dilakukan biasanya selama paling tidak 30 menit setiap hari, bahwa memiliki teman yang berolahraga dapat

membantu Anda terus berolahraga, dan bahwa ada peregangan di kampus dapat mendorong orang untuk berolahraga. Dengan adanya kemudahan-kemudahan dalam melakukan aktivitas olahraga tersebut, dapat menjadikan motivasi untuk terus berolahraga. Selain meningkatkan kesehatan, responden juga menyadari bahwa dengan berolahraga dapat menghindarkan tubuh dari berbagai gangguan-gangguan kesehatan.

4. Simpulan

Olahraga secara teratur dapat mendatangkan banyak manfaat bagi kesehatan. Hal itu yang menjadi alasan utama bagi masyarakat, peserta didik hingga atlet untuk berolahraga, manfaat yang dapat dirasakan diantaranya adalah (1) memperbaiki irama sirkadian atau meningkatkan kualitas tidur, karena setelah melakukan aktivitas olahraga tubuh akan mengalami kelelahan sehingga fase tidur NREM (Non Rapid Eye Movement) diperpendek dan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas tidur; (2) mengurangi gangguan sistem saraf simpatik seperti stress atau kecemasan karena dengan berolahraga dapat mengurangi tingkat hormon kortisol dan epineprin, yang juga dikenal sebagai hormon stress; dan (3) mempercepat metabolisme tubuh, yang dapat mengurangi penimbunan asam laktat atau lemak yang berlebihan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa ada kaitannya olahraga dan irama sirkadian dengan gangguan sistem saraf simpatik, dan metabolisme tubuh.

Daftar Rujukan

- Anggelia, D. A., Kusmaedi, N., & Indonesia, U. P. (2017). Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Indeks. 01, 227–234.
- Buchmann, N., Spira, D., Norman, K., Demuth, I., Eckardt, R., & Steinhagen-Thiessen, E. (2016). Schlaf, Muskelmasse und Muskelfunktion im Alter. *Deutsches Arzteblatt International*, 113(15), 253–260. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0253>
- Chiles Shaffer, N., Fabbri, E., Ferrucci, L., Shardell, M., Simonsick, E. M., & Studenski, S. (2017). Muscle Quality, Strength, and Lower Extremity Physical Performance in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *The Journal of Frailty & Aging*, 6(4), 183–187. <https://doi.org/10.14283/jfa.2017.24>
- Choi, Y., Cho, J., No, M. H., Heo, J. W., Cho, E. J., Chang, E., Park, D. H., Kang, J. H., & Kwak, H. B. (2020). Re-setting the circadian clock using exercise against sarcopenia. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(9). <https://doi.org/10.3390/ijms21093106>
- Choi, Y. I., Park, D. K., Chung, J. W., Kim, K. O., Kwon, K. A., & Kim, Y. J. (2019). Circadian rhythm disruption is associated with an increased risk of sarcopenia: a nationwide population-based study in Korea. *Scientific Reports*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48161-w>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J. P., Cesari, M., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Dan Ibtidau Niamila, M. H. S. T. P. (2016). Perbedaan Perubahan Lemak Tubuh Dan Berat Badan Atlet Balap Sepeda Pada Berbagai Intensitas Latihan. *Medikora*, 14(2). <https://doi.org/10.21831/medikora.v14i2.7937>
- Fahmi, A. M., Dharmawang, D. B., & Dwi, T. P. (2016). Motivasi Mahasiswa terhadap Aktivitas Olahraga pada Sore Hari di Sekitar Area Taman Sutura Universitas Negeri Semarang. *Journal of Physical Education Health and Sport*, 3(2), 113–120. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpehs>
- Farradika, Y., Umniyatun, Y., Nurmansyah, M. I., & Jannah, M. (2019). Perilaku Aktivitas Fisik dan Determinannya pada Mahasiswa Fakultas Ilmu - Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. *ARKESMAS (Arsip Kesehatan Masyarakat)*, 4(1), 134–142. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v4i1.3548>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. Il, Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. *Physiological Reviews*, 99(1), 427–511. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>

- Liberti, M. V., & Locasale, J. W. (2016). The Warburg Effect: How Does it Benefit Cancer Cells? (vol 41, pg 211, 2016). *Trends in Biochemical Sciences*, 41(3), 211. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2015.12.001>.The
- Matsumoto, T., Tanizawa, K., Tachikawa, R., Murase, K., Minami, T., Inouchi, M., Handa, T., Oga, T., Hirai, T., & Chin, K. (2018). Associations of obstructive sleep apnea with truncal skeletal muscle mass and density. *Scientific Reports*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24750-z>
- Maury, E., Ramsey, K. M., & Bass, J. (2011). Sleep, circadian rhythms and metabolism. *Metabolic Basis of Obesity*, X(1), 229–255. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1607-5_13
- Nakao, R., Nikawa, T., & Oishi, K. (2017). The skeletal muscle circadian clock: current insights. *ChronoPhysiology and Therapy*, Volume 7, 47–57. <https://doi.org/10.2147/cpt.s116569>
- Nugroho, V. A. (2021). Hubungan Metabolisme, Saraf Simpatik Dan Sirkadian Setelah Melakukan Olahraga. *Prosiding Seminar & Conference Nasional Keolahragaan*, 1(1), 152–160.
- Poluakan, R. J., Manampiring, A. E., & Fatimawali, . (2020). Hubungan antara aktivitas olahraga dengan ritme sirkadian dan stres. *Jurnal Biomedik:JBM*, 12(2), 102. <https://doi.org/10.35790/jbm.12.2.2020.29441>
- Rubio-Arias, J., Rodríguez-Fernández, R., Andreu, L., Martínez-Aranda, L. M., Martínez-Rodríguez, A., & Ramos-Campo, D. J. (2019). Effect of sleep quality on the prevalence of sarcopenia in older adults: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/jcm8122156>
- Sandi, I. N. (2019). Jenis Keterampilan dan Pengelompokkan Olahraga. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 5(2), 64–73. <https://ojs.ikipgribali.ac.id/index.php/jpkr/article/view/303>
- Sato, T., Ida, T., & Kojima, M. (2017). Role of biological rhythms in the performance of physical activity. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 6(3), 125–134. <https://doi.org/10.7600/jpfsm.6.125>
- Solhan, A., & Malang, U. N. (2020). SARCOPENIA. 1–5.
- Tahara, Y., Aoyama, S., & Shibata, S. (2017). The mammalian circadian clock and its entrainment by stress and exercise. *Journal of Physiological Sciences*, 67(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12576-016-0450-7>
- Tanjung, P., Kta, P., & Tahun, S. (2018). Vol. XII, No. 3 April 2018. XII(3), 72–79.
- Van Hecke, L., Loyen, A., Verloigne, M., van der Ploeg, H. P., Lakerveld, J., Brug, J., De Bourdeaudhuij, I., Ekelund, U., Donnelly, A., Hendriksen, I., & Deforche, B. (2016). Variation in population levels of physical activity in European children and adolescents according to cross-European studies: A systematic literature review within DEDIPAC. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0396-4>
- Wirama, A. N., Yunus, M., & Andiana, O. (2019). Dampak Pemberian Kafein Terhadap Hasil Tes Kecepatan Dan Tes Kelincahan Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang. *Jurnal Sport Science*, 9(2), 131. <https://doi.org/10.17977/um057v9i2p131-139>
- Wiranata, A., Wardani, H. E., & Septa, K. (2020). Gambaran Status Gizi Siswa Kelas VII di Sekolah Menengah Pertama Negeri. *Jurnal Sport Science and Health*, 2(1), 67–77.
- Wiysonge, C. S., Bradley, H. A., J. V., Mayosi, B. M., Mbewu, A., & Opie, L. H. (2017). Beta-blockers for hypertension (Review) Beta-blockers for hypertension. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11(8), CD002003. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002003.pub5>.www.cochranelibrary.com
- Zhou, L., Kang, L., Xiao, X., Jia, L., Zhang, Q., & Deng, M. (2019). “gut Microbiota-circadian clock axis” in deciphering the mechanism linking early-life nutritional environment and abnormal glucose metabolism. *International Journal of Endocrinology*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5893028>