

PERBEDAAN PENGARUH DOSIS *HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING* 1 KALI SEMINGGU DENGAN 2 KALI SEMINGGU TERHADAP PENINGKATAN *VO2 MAX* PADA MAHASISWA

Hanan Fawaz Hibatullah^{*1}, Mei Kusumaningtyas², Nitaya Putri Nur Hidayati³

^{1,2,3}Jurusan Fisioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta, Indonesia

^{*}Corresponding Author, e-mail: hananfww342@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: Kebugaran kardiovaskular merupakan aspek penting bagi kesehatan mahasiswa, terutama setelah pandemi COVID-19 yang berdampak pada berkurangnya aktivitas fisik. Salah satu metode latihan yang terbukti meningkatkan kebugaran kardiovaskular adalah *High-Intensity Interval Training* (HIIT). Namun, terdapat perbedaan pendapat mengenai dosis minimal HIIT untuk meningkatkan *VO2 max*. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh dosis HIIT 1 kali seminggu dengan 2 kali seminggu terhadap peningkatan *VO2 max* pada mahasiswa. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain *two-group pre-test and post-test* dengan sampel sebanyak 30 mahasiswa yang dibagi secara acak menjadi dua kelompok. Kelompok pertama menjalani HIIT 1 kali per minggu, sedangkan kelompok kedua menjalani HIIT 2 kali per minggu selama 3 minggu. *VO2 max* diukur sebelum dan setelah intervensi menggunakan *Beep Test*. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan *VO2 max* setelah intervensi. Pada kelompok HIIT 1 kali per minggu, rata-rata *VO2 max* meningkat dari $32,60 \pm 1,54$ mL/kg/menit menjadi $32,75 \pm 1,58$ mL/kg/menit dengan kenaikan tidak signifikan ($p > 0,05$). Sementara itu, pada kelompok HIIT 2 kali per minggu, *VO2 max* meningkat lebih signifikan, yaitu dari $31,58 \pm 0,75$ mL/kg/menit menjadi $32,16 \pm 0,84$ mL/kg/menit ($p < 0,05$). **Kesimpulan:** Dosis HIIT 2 kali seminggu lebih efektif dalam meningkatkan *VO2 max* dibandingkan dengan HIIT 1 kali seminggu.

Kata kunci: *High-Intensity Interval Training*, *VO2 max*, kebugaran kardiovaskular, mahasiswa.

Abstract

Background: Cardiovascular fitness is a crucial aspect of student health, especially after the COVID-19 pandemic, which led to reduced physical activity. One proven method to enhance cardiovascular fitness is *High-Intensity Interval Training* (HIIT). However, there are differing opinions regarding the minimal HIIT dosage required to improve *VO2 max*. **Objectives:** This study aims to compare the effects of performing HIIT once a week versus twice a week on increasing *VO2 max* in students. **Methods:** This study employed a *two-group pre-test and post-test* design with a sample of 30 students who were randomly assigned into two groups.

*The first group performed HIIT once per week, while the second group performed HIIT twice per week for three consecutive weeks. VO2 max was measured before and after the intervention using the Beep Test. **Results:** The findings revealed that both groups experienced an increase in VO2 max after the intervention. In the once-per-week HIIT group, the average VO2 max increased from 32.60 ± 1.54 mL/kg/min to 32.75 ± 1.58 mL/kg/min, but the increase was not statistically significant ($p > 0.05$). In contrast, the twice-per-week HIIT group showed a more significant increase, from 31.58 ± 0.75 mL/kg/min to 32.16 ± 0.84 mL/kg/min ($p < 0.05$). **Conclusion:** Performing HIIT twice a week is more effective in improving VO2 max than performing it once a week.*

Keywords: High-Intensity Interval Training, VO2 max, cardiovascular fitness, students.

PENDAHULUAN

Olahraga menjadi suatu kegiatan penting untuk mengembalikan bugarnya tubuh kita setelah terdampak pandemi *Corona Virus Disease 2019* (Covid-19) yang mana aktivitas fisik harian kita berkurang setelah memasuki era *new normal*. Semakin padatnya kesibukan harian juga menjadi faktor berkurangnya aktivitas fisik yang kita lakukan. Selain itu, era *new normal* juga menyebabkan hal-hal yang mustinya dilakukan dengan usaha fisik lebih. Hal tersebut menyebabkan masyarakat khususnya mahasiswa tidak sempat menyisihkan waktunya untuk berolahraga dengan cukup. Hal ini menyebabkan, kebugaran fisik mereka pun berkurang. Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2010, *American College of Sports Medicine* (ACSM) tahun 2018, serta *American Heart Association* (AHA, 2018), orang dewasa berusia 18-64 setidaknya melakukan aktivitas fisik berupa latihan aerobik dengan intensitas sedang dengan total 150 menit tiap minggu atau aerobik intensitas berat dengan total 75 menit tiap minggu atau kombinasi dari keduanya.

Aly *et al.*, (2023) menemukan bahwa mahasiswa memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah dilihat dari jumlah langkah harian mereka selama pandemi Covid-19, dan cenderung menghabiskan lebih banyak waktu di depan layar, seperti televisi atau komputer. (Wungow *et al.*, 2021) juga menemukan hal serupa pada penelitiannya yaitu mahasiswa cenderung mengalami penurunan aktivitas fisik dan peningkatan perilaku duduk yang berlebihan selama pandemi Covid-19. Penelitian ini juga menemukan bahwa mahasiswa yang tinggal di daerah perkotaan dan yang tidak memiliki akses ke fasilitas olahraga memiliki tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa mahasiswa mengalami penurunan tingkat aktivitas fisik sebesar 32,5% selama pandemi Covid-19. Survei pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada mahasiswa fisioterapi Poltekkes kmeenkes Surakarta juga didapatkan hasil serupa, yaitu rendahnya tingkat kebugaran mahasiswa.

Kebugaran seseorang dapat dilihat dari fungsi sistem kardiorespirasi dengan nilai VO2 max sebagai acuan. Pemeriksaan VO2 max *direct* merupakan pemeriksaan yang paling akurat dalam menentukan level kebugaran jantung dan paru dalam melakukan aktivitas fisik dengan intensitas maksimal.

VO2 max adalah kemampuan tubuh untuk menghasilkan dan menggunakan oksigen selama aktivitas fisik. *VO2 max* sering digunakan sebagai indikator kinerja kardiorespirasi dan merupakan faktor penting dalam kesehatan dan kebugaran fisik manusia. Semakin banyak oksigen yang dapat digunakan seseorang selama latihan tingkat tinggi, semakin banyak pula energi yang dapat dihasilkan seseorang (School of Medicine University of Virginia, 2015). Faktor-faktor yang memengaruhi tingkat *VO2 max* diantaranya adalah jenis kelamin, usia, keturunan, ketinggian dataran, latihan dan gizi (Angga Septianto, 2013).

Aktivitas fisik yang tepat seperti *High-Intensity Interval Training (HIIT)* dapat meningkatkan *VO2 max* dan performa olahraga seseorang (Song & Sheykhlovand, 2024). *HIIT* adalah metode latihan yang terdiri dari serangkaian latihan dengan intensitas tinggi yang diikuti oleh istirahat singkat (Atakan *et al.*, 2021). Dapat disimpulkan metode ini telah digunakan secara luas pada atlet, orang dewasa yang tidak aktif, serta orang dengan penyakit metabolik, dan telah terbukti efektif dalam meningkatkan *VO2 max* dan kesehatan kardiorespirasi.

Banyak pendapat dan hasil penelitian yang berbeda terkait dosis pemberian *HIIT* yang optimal untuk mencapai peningkatan *VO2 max* minimal, terutama pada mahasiswa terdampak pandemi Covid-19.

Penelitian yang dilakukan oleh Moghaddam (2021) membahas tentang efek perbedaan dosis rasio interval kerja-istirahat (rendah dan tinggi; 10:5 dan 20:10) pada *HIIT* terhadap *VO2 max* pada pasien diabetes tipe 2, diperoleh hasil bahwa semua kelompok mengalami peningkatan *VO2 max* setelah program latihan. Namun tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok dosis rasio interval rendah dan tinggi.

Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh da Silva Machado *et al.*, pada tahun 2019 yang mendapatkan hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam peningkatan *VO2 max* antara kelompok yang menjalani *HIIT* dengan volume rendah (8-12 latihan) dengan kelompok yang menjalani *HIIT* volume sangat rendah (4-6 latihan).

Namun, hasil penelitian di atas berlawanan dengan penelitian yang dilakukan oleh Song & Sheykhlovand (2024) yang menemukan bahwa kelompok dosis tinggi dan rendah mengalami peningkatan *VO2 max*. Hanya saja, kelompok dengan dosis tinggi mengalami peningkatan *VO2 max* yang lebih besar daripada kelompok dosis rendah. Penelitian meta-analisis yang dilakukan oleh (Wen *et al.*, 2019) juga menyatakan bahwa *HIIT* dengan interval lebih panjang, volume lebih besar, dan jangka waktu lebih panjang lebih disarankan untuk memaksimalkan peningkatan *VO2 max*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat perbedaan tentang dosis *HIIT* yang optimal untuk mencapai peningkatan *VO2 max* yang minimal pada mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan pengaruh dosis *HIIT* terhadap peningkatan *VO2 max* pada mahasiswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *two-group pre-test and post-test* dengan sampel sebanyak 30 mahasiswa yang dibagi secara acak menjadi dua kelompok. Kelompok pertama menjalani *HIIT* 1 kali per minggu, sedangkan kelompok kedua menjalani *HIIT* 2 kali per minggu selama 3 minggu. *VO2 max* diukur sebelum dan setelah intervensi menggunakan *Beep Test*.

Analisis data dilakukan menggunakan uji *paired t-test* dan *independent t-test* untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah intervensi serta antara kedua kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan *VO2 max* setelah intervensi. Pada kelompok HIIT 1 kali per minggu, rata-rata *VO2 max* meningkat dari $32,60 \pm 1,54$ mL/kg/menit menjadi $32,75 \pm 1,58$ mL/kg/menit dengan kenaikan tidak signifikan ($p > 0,05$). Sementara itu, pada kelompok HIIT 2 kali per minggu, *VO2 max* meningkat lebih signifikan, yaitu dari $31,58 \pm 0,75$ mL/kg/menit menjadi $32,16 \pm 0,84$ mL/kg/menit ($p < 0,05$). Hasil uji beda antar kelompok menunjukkan bahwa peningkatan *VO2 max* pada kelompok yang menjalani HIIT 2 kali per minggu lebih besar dibandingkan kelompok 1 kali per minggu ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa frekuensi latihan yang lebih tinggi memberikan efek signifikan terhadap peningkatan *VO2 max*.

Tabel 1. HASIL UJI HIPOTESIS KELOMPOK I DAN II

Variabel	Kelompok I	Kelompok II	Selisih mean	<i>Independent T-Test</i> post-test Kedua kelompok
<i>VO2 max pre-test*</i>	$32,60 \pm 1,54$	$31,58 \pm 0,75$	0,15 **	
<i>VO2 max post-test*</i>	$32,75 \pm 1,58$	$32,16 \pm 0,84$	0,58 ***	0.216
Nilai P <i>paired t-test</i>	0,053	0,00		

* Nilai yang dicantumkan adalah *mean ± standard deviation*

** Selisih nilai *post-test* dengan *pre-test* pada kelompok I

*** Selisih nilai *post-test* dengan *pre-test* pada kelompok II

Penelitian ini mendokumentasikan bahwa pemberian HIIT 2x seminggu selama 3 minggu lebih berpengaruh untuk meningkatkan *VO2 max* pada mahasiswa dibandingkan dengan dosis 1x seminggu selama 3 minggu, tetapi tidak signifikan. Beberapa faktor yang menyebabkan tidak signifikan, antara lain: (1) jumlah subjek yang sangat sedikit, hanya sebanyak 30 orang yang didominasi oleh wanita dengan perbandingan 29:1. Melihat pada data-data penelitian terdahulu tentang nilai *VO2 max*, didapat fakta bahwa nilai *VO2 max* pada wanita relatif lebih rendah daripada pria dengan kondisi dan kriteria serupa. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa dominasi wanita akan memengaruhi atau menarik rata-rata data yang diambil ke nilai yang cenderung lebih rendah (Muchlisin & Pasaribu, 2020), (Rahman *et al.*, 2020), dan (Banibrata Dasa *et al.*, 2010).

Selanjutnya, program latihan yang dilakukan hanya selama 3 minggu dengan 1 sesi untuk kelompok I serta 2 sesi untuk kelompok II tiap minggunya. Lalu, lama interval latihan yang digunakan hanya 20 detik latihan dan 10 detik istirahat yang diulang sebanyak 4 set, tiap set ada 4 kali pengulangan dengan volume latihan total 11 menit. Menurut penelitian *Meta Analysis* yang dilakukan oleh Wen *et al.*, (2019) ditemukan bahwa HIIT *short-term* (≤ 4 minggu) dapat meningkatkan *VO2 max*, walaupun nilai yang dihasilkan memang tidak signifikan HIIT *long-term* ($\geq 4-12$ minggu). Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa HIIT dengan *short-*

intervals (≤ 30 detik), *low-volume* (≤ 5 menit), dan *short-term* (≤ 4 minggu) merupakan strategi yang efektif dan sangat menghemat waktu untuk meningkatkan *VO2 max*.

Keterbatasan peneliti dalam mengontrol aktivitas dan asupan nutrisi subjek di luar sesi latihan juga menjadikan penelitian ini kurang signifikan. Menurut Sugiharto (2003), aktivitas fisik atau latihan adalah salah satu faktor yang memengaruhi nilai *VO2 max*. Artinya, semua aktivitas di luar sesi latihan yang dilakukan subjek akan terakumulasi menjadi tingkat kebugaran milik subjek yang ditandai dengan nilai *VO2 max*. Komposisi tubuh seperti kadar lemak tubuh dan indeks massa tubuh juga menjadi faktor yang dapat memengaruhi nilai *VO2 max* seseorang yang mana hal itu sangat dipengaruhi oleh asupan nutrisi yang dikonsumsi subjek tiap harinya (Syarifudin, 2015).

Alat-alat penunjang penelitian juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi signifikansi data pada penelitian ini. *Pulse oximeter* yang digunakan dalam memonitor HR subjek saat latihan sangat kurang dalam hal ergonomis. *Delay* kerap terjadi saat pengukuran HR pada subjek sedang dilakukan, akibatnya HR yang terbaca bukanlah HR *real-time* melainkan HR setelah mereka beristirahat selama beberapa detik setelah latihan aktif. Penggunaan alat untuk memonitor intensitas latihan yang lebih akurat dan lebih nyaman seperti *heart rate* monitor model *strap chest* (contoh: dari brand Garmin), *arm band* (contoh: dari brand Coros), *smartwatch* dengan *wrist-based* HR atau EKG sangatlah dianjurkan untuk menunjang kualitas penelitian yang lebih baik lagi. Pengukuran nilai *VO2 max* menggunakan EKG *treadmill* yang dilengkapi dengan *portable gas analyzer* juga sangat dianjurkan agar data yang didapatkan lebih akurat.

Penjadwalan sesi latihan juga perlu disesuaikan dengan kondisi fisik dan psikologis subjek (*subject-centred*). Archibald Vivian Hill, seorang ahli fisiologi asal Inggris yang meraih nobel pada tahun 1922 menyatakan bahwa kondisi psikologis seseorang adalah faktor yang sangat memengaruhi performa atlet selain kekuatan otot di tubuh mereka (Housel, 2023). Beruntungnya kondisi psikologis subjek pada penelitian ini relatif serupa. Para subjek adalah mahasiswa yang baru saja selesai melaksanakan ujian akhir semester ganjil dan dalam kondisi ingin segera berlibur. Mengacu pada pernyataan Hill sebelumnya, kondisi para subjek pastilah memengaruhi performa mereka selama penelitian berlangsung. Hanya saja, peneliti belum dapat membuktikan hal ini dengan lebih jelas.

Berikut kelemahan pada penelitian ini : (1) subjek yang sedikit dengan dominasi wanita sebagai subjek, (2) adanya variabel-variabel yang kurang dapat dikontrol seperti aktivitas fisik di luar sesi latihan serta asupan nutrisi, (3) penggunaan alat untuk memonitor intensitas latihan yang kurang akurat dan kurang nyaman pada subjek, dan alat ukur *VO2 max* berupa *beep test* yang mana bukanlah alat ukur terbaik, (4) serta penjadwalan latihan yang masih bergantung pada kesediaan waktu peneliti.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, pemberian latihan HIIT antara dosis 1x seminggu dengan 2x seminggu selama 3 minggu sama-sama memberikan hasil adanya peningkatan *VO2 max*. Namun, pada kelompok I, peningkatan yang terjadi tidaklah signifikan, maka hasil tidak dapat diterima, berbanding terbalik pada kelompok 2 yang mana peningkatan nampak signifikan, maka hasil dapat diterima. Keduanya sama-sama dapat meningkatkan *VO2 max* secara statistik walaupun peningkatan pada kelompok I tidak dapat diterima karena tidak signifikan. Oleh karena itu, mahasiswa dapat memilih dosis latihan pada

kelompok II.

HIIT telah banyak direkomendasikan untuk individu dengan gaya hidup *sedentary* (Syamsudin *et al.*, 2021), kelebihan berat badan atau obesitas (Sanca-Valeriano *et al.*, 2023), maupun dewasa muda (Eddolls *et al.*, 2017). Latihan ini dinilai efektif dalam meningkatkan *VO2 max* (Wen *et al.*, 2019), membakar kalori dalam jumlah besar (Sanca-Valeriano *et al.*, 2023), dan memberikan berbagai manfaat positif bagi kesehatan secara keseluruhan (ACSM, 2018). Salah satu keuntungan utama dari *HIIT* adalah efisiensinya, di mana hasil yang serupa dengan olahraga lainnya dapat dicapai dalam waktu yang lebih singkat (Wen *et al.*, 2019).

Namun demikian, tingginya intensitas dalam *HIIT* juga berpotensi meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal serta kejadian kardiovaskular, terutama jika tidak dilakukan dengan teknik yang benar atau tanpa pengawasan profesional (Oniz & Gocer, 2024). Oleh karena itu, meskipun *HIIT* menawarkan banyak manfaat, penting bagi individu yang ingin mencobanya untuk memahami kondisi fisik mereka terlebih dahulu dan berkonsultasi dengan ahli kesehatan atau pelatih berlisensi sebelum memulai program latihan ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil, analisis, dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa: (1) pemberian HIIT dengan frekuensi 1 kali seminggu selama 3 minggu memiliki pengaruh terhadap peningkatan *VO2 max* pada mahasiswa, (2) latihan HIIT dengan frekuensi 2 kali seminggu juga berkontribusi terhadap peningkatan *VO2 max* pada mahasiswa, (3) kedua dosis HIIT yang diuji menunjukkan adanya pengaruh terhadap peningkatan *VO2 max*, meskipun pada kelompok I peningkatannya tidak signifikan, dan (4) baik HIIT dengan frekuensi 1 kali maupun 2 kali seminggu selama 3 minggu dapat meningkatkan *VO2 max*, tetapi latihan 2 kali seminggu memberikan efek yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta, Bapak Satino, SKM, M.Sc., atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Jurusan Fisioterapi, Bapak Nur Basuki, M.Physio., Ph.D., PT., serta Ketua Program Studi Sarjana Terapan Fisioterapi, Bapak Dr. Saifudin Zuhri, Ftr., M.Kes., atas arahan dan bimbingannya selama masa studi. Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Mei Kusumaningtyas, Ftr., M.K.M. selaku pembimbing I, dan Ibu Nitaya Putri Nur Hidayati, Ftr., M.Fis. selaku pembimbing II, atas bimbingan, masukan, dan kesabarannya dalam membimbing penulis selama proses penelitian ini. Penghargaan yang sebesar-besarnya juga diberikan kepada Bapak Fendy Nugroho, Ftr., M.Fis. selaku penguji yang telah memberikan saran-saran yang konstruktif. Ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh partisipan penelitian serta rekan-rekan mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- American Heart Association (AHA), (2018). How Much Physical Activity Do You Need?. <http://www.heart.org/en/healthy-living/fitness/fitness-basics/aha-recs-for-physical-activity-infographic>
- American College of Sports Medicine. (2018). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Astuti, R. D., (2019). Survey Daya Tahan VO2max pada Atlet Karate Lemkart Sulawesi Selatan; Universitas Negeri Makasar.
- Berawi, K. N., & Nugraha, A. R. (2017). Pengaruh high intensity interval training (HIIT) terhadap kebugaran kardiorespirasi. Medical Journal of Lampung University [MAJORITY], 6(1).
- Brixius, K., (2024). 10 Surprising Benefits of Jumping Jacks to Know. <https://www.nutrisense.io/blog/benefits-of-jumping-jacks>
- Corbin, C.B., & Lindsey, Ruth., (1997). Concept of Physical Fitness with Laboratories; Fifth Edition, WCB Publishers.
- Da Silva Machado, D. G., Costa, E. C., Ray, H., Beale, L., Chatzisarantis, N. L., de Farias-Junior, L. F., & Hardcastle, S. J. (2019). Short-term psychological and physiological effects of varying the volume of high-intensity interval training in healthy men. Perceptual and Motor Skills, 126(1), 119-142.
- Eddolls, W. T., McNarry, M. A., Stratton, G., Winn, C. O., & Mackintosh, K. A. (2017). High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. Sports medicine, 47, 2363-2374.
- Emberts, T., Porcari, J., Doberstein, S., Steffen, J., & Foster, C., (2013). Exercise Intensity and Energy Expenditure of Tabata Workout; Journal of Sports Science and Medicine, nomor 1, Volume 12, hal 612-613.
- Fazil, Aris & Ch'ng, Ujang & Ab Rahman, Zarizi & Ismail, Shamsul & Balakrishnan, Malathi & Saad, Liza. (2020). Construction Of Cardiovascular Endurance Test Norms For Physical Fitness Teacher Candidates in Malaysia. 16. 18.
- FOX III, S. M. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. Ann Clin Res, 3, 404-432.. PMID: 4945367.
- Ganong. W., (2001). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 20; Penerbit buku kedokteran EGC, Jakarta, hal 280-281.
- Gay, L.R. & Diehl, P.L. (1992). Research methods for business and management. New York: MacMillan Publishing Company
- Grant, S., Corbett, K., Amjad, A., Wilson, J., Aitchison, T., & Buchan, D. S. (1995). A comparison of methods for estimating VO2max. Medicine and science in sports and exercise, 29(3), 147-152
- Housel, M. (2023). Same as Ever: Pelajaran Abadi tentang Risiko, Peluang, dan Menjalani Kehidupan yang Baik (Z. Anshor, Penerj.). PT Bentara Aksara Cahaya. (ISBN: 978-623-8371-05-1).
- Irianto, Koes., (2012). Anatomi dan Fisiologi; Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Ismaryati. (2018). Tes dan Pengukuran Olahraga. Surakarta: Sebelas Maret University Press.

- Kempster, R.. (2022). "Beep Test: What Is VO2 Max?". BeepTest Academy. <https://beepTestAcademy.com/beep-test-what-is-vo2max/>
- Kumar, N., (2014). How to do High Knees ????. <https://workouttrends.com/how-to-do-high-knees>
- Made, G., Jawi, I. M., Dewi, N., Weta, I. W., Muliarta, I. M., & Primayanti, I. D. (2018). Fartlek Training Lebih Meningkatkan Daya Tahan Kardiovaskuler Dari Pada Interval Training Pada Siswa Putra Ekstrakurikuler Bola Basket SMAN 1 Sukawati. *Sport and Fitness Journal*, 6(3), 19-23.
- Mazzo, L., (2022). Why Mountain Climbers Are Worth Your Time — Plus, Variations For Every Level. <https://www.popsugar.com/fitness/how-do-mountain-climbers-43619009>
- McArdle, W., Frank, K., & Victor, K., (1991). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*; USA 3rd editions, ISBN: 0-6121-1351-9.
- Menz, V., Marterer, N., Amin, S. B., Faulhaber, M., Hansen, A. B., & Lawley, J. S. (2019). Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: Effects on vo2max and muscular endurance. *Journal of sports science & medicine*, 18(3), 497.
- Moghaddam, M., Estrada, C. A., Muddle, T. W., Magrini, M. A., Jenkins, N. D., & Jacobson, B. H. (2021). Similar anaerobic and aerobic adaptations after 2 high-intensity interval training configurations: 10: 5 s vs. 20: 10 s Work-to-Rest Ratio. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(6), 1685-1692.
- Oniz, M., & Gocer, I. (2024). Positive and Negative Effects of High-Intensity Interval Training on Athletic Performance. *Journal of Exercise Science & Physical Activity Reviews*, 2(1), 137-153.
- Robergs, Robert Andrew & Scott O. Roberts., (1997). "Exercise Physiology: Exercise, Performance, and Clinical Applications", Mosby, ISBN: 9780815172413.
- Rosenbaum, L., (2016). How to Do a Perfect Lunge (Plus, 4 Next-Level Variations). <https://blog.fitbit.com/fitbit-basics-how-to-do-the-perfect-lunge/>
- Sanca-Valeriano, S., Espinola-Sánchez, M., Caballero-Alvarado, J., & Canelo-Aybar, C. (2023). Effect of high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on body composition and insulin sensitivity in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*.
- School of Medicine University of Virginia, (2015). Exercise Physiology Core Laboratory; VO2 Max Testing. <https://med.virginia.edu/exercise-physiology-core-laboratory/fitness-assessment-for-community-members/vo2-max-testing/>
- Septianto, A., (2013). Pengaruh Latihan Fartlek dan Interval Training terhadap Peningkatan VO2max pada Siswa Ekstrakurikuler Pencak Silat SMP Muhammadiyah 1 Sukoharjo; Universitas Sebelas Maret.
- Sherwood, L. (2019). *Human Physiology: From Cells to Systems*. (4th Canadian edition.), Nelson Education Ltd., Canada.
- Song, Y., & Sheykhlouvand, M. (2024). A Comparative Analysis of High-Intensity Technique-Specific Intervals and Short Sprint Interval Training in Taekwondo Athletes: Effects on Cardiorespiratory Fitness and Anaerobic Power. *Journal of sports science & medicine*, 23(1), 672–683. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.672>

- Sugiharto, (2003). Adaptasi Fisiologis Tubuh terhadap Dosis Latihan Fisik; Makalah disajikan dalam pelatihan senam aerobik, Laboratorium Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang.
- Syaifuddin, (2006). Anatomi Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan; Edisi 3, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Syaifudin, A. W., Jubaedi, A., & Wiyono, W. (2015). Pengaruh Interval Training Terhadap Kebugaran Jasmani Dan Vo2 Max. JUPE (Jurnal Penjaskesrek), 3(2).
- Syamsudin, F., Wungu, C. D. K., Qurnianingsih, E., & Herawati, L. (2021). High-intensity interval training for improving maximum aerobic capacity in women with sedentary lifestyle: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Physical Education and Sport®(JPES)*, 21(4), 1788-1797.
- Tinsley, G., (2023). 7 Benefits of High Intensity Interval Training (HIIT). <https://www.healthline.com/nutrition/benefits-of-hiit>
- Wen, D., Utesch T, & Wu J, (2019). Effects of different protocols of high intensity interval training for VO2max improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2019;22(8):941-947. doi:10.1016/j.jsams.2019.01.013
- World Health Organization (WHO), (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health; Geneva 2010. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>
- Wood, R., (2008). "Beep Test Instructions." Topend Sports Website. <https://www.topendsports.com/testing/tests/20mshuttle.htm>
- Zhang, Y., Tao, S., Qu, Y., Mou, X., Gan, H., Zhou, P., ... & Tao, F. (2022). Lifestyle behaviors and mental health during the coronavirus disease 2019 pandemic among college students: a web-based study. *BMC Public Health*, 22(1), 2140.