

Latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap Peningkatan VO₂ Max pada Atlet Bulutangkis UIBU

Indra Nurdiansah^{1,*}, Hari Pamungkas¹, Shoffurijal Agyanur¹, Sudari¹, Muhammad Nidomuddin¹, Dedy Irawan¹, Ahmad Ilham Habibi¹

¹Universitas Insan Budi Utomo

*Corresponding Author: Indranurd60@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh latihan *High-Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan VO₂max pada atlet bulutangkis mahasiswa Universitas Insan Budi Utomo. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan *one-group pretest-posttest design*. Sampel penelitian berjumlah 20 atlet bulutangkis putra yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian menggunakan *Multistage Fitness Test* (*bleep test*) untuk mengukur kapasitas aerobik maksimal (VO₂max). Program HIIT dilaksanakan selama 6 minggu dengan frekuensi latihan tiga kali per minggu. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, dan uji hipotesis *paired sample t-test* dengan bantuan IBM SPSS Statistics 26. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan rata-rata VO₂max dari 38,05 mL/kg/min pada pretest menjadi 42,62 mL/kg/min pada posttest, yang mengindikasikan terjadinya peningkatan kapasitas fisik sebesar 12,01%. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang membuktikan bahwa latihan HIIT memberikan pengaruh positif yang signifikan secara statistik dan praktis terhadap peningkatan daya tahan aerobik atlet bulutangkis mahasiswa. Dengan demikian, HIIT terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik dan dapat dijadikan alternatif program latihan untuk menunjang performa atlet bulutangkis mahasiswa.

Kata Kunci: HIIT; VO₂Max; Bulutangkis; Kapasitas Aerobik

Received: 9 Mei 2026; Revised: 9 Jun 2026; Accepted: 13 Jun 2026; Available Online: 27 Jun 2026

1. PENDAHULUAN

Pemain bulu tangkis harus bergerak secara terus-menerus dengan intensitas tinggi, melakukan aksi eksplosif, dan mengubah arah dengan cepat, sambil mempertahankan konsentrasi serta akurasi teknik sepanjang pertandingan (Tan et al., 2025). Baik atlet junior maupun senior diharapkan dapat menjaga performa optimal meskipun mengalami kelelahan. Analisis permainan menunjukkan bahwa bulu tangkis ditandai oleh aktivitas akselerasi dan deselerasi berulang, lompatan, serta pola *footwork* multidireksional (Astrawan et al., 2025; Kundu et al., 2011). Dengan demikian, daya tahan fisik merupakan komponen utama yang sangat penting dalam menunjang performa, terutama bagi atlet yang berkompetisi.

Tingginya intensitas aktivitas dalam bulu tangkis menyebabkan beban fisiologis yang signifikan, terutama pada sistem kardiovaskular dan metabolik (Khair et al., 2023). Dalam pertandingan, atlet harus mengintegrasikan sistem energi aerobik dan anaerobik secara efektif untuk mempertahankan performa (Suganda et al., 2023). VO₂max merupakan salah satu indikator utama kapasitas aerobik yang mencerminkan kemampuan tubuh dalam mengonsumsi oksigen secara maksimal selama aktivitas fisik (Pramudia et al., 2025). Nilai VO₂max yang rendah dapat mempercepat timbulnya kelelahan, sehingga berdampak pada penurunan kualitas teknik, akurasi pukulan, dan pengambilan keputusan (Kosack et al., 2020; Loiseau-taupin et al., 2021). Kondisi ini menjadi perhatian khusus bagi atlet mahasiswa yang umumnya masih berada pada tahap pengembangan kondisi fisik.

Fenomena di lapangan menunjukkan bahwa dalam beberapa tahun terakhir, prestasi kejuaraan bulu tangkis tingkat mahasiswa Universitas Insan Budi Utomo mengalami penurunan yang signifikan pada berbagai kompetisi antarperguruan tinggi. Salah satu faktor utama yang berkontribusi adalah kondisi fisik atlet yang belum optimal, khususnya pada aspek daya tahan aerobik VO₂max. Sebagai atlet mahasiswa, mereka menghadapi tantangan peran ganda (*dual-career*) di mana fokus fisik dan mental terbagi antara tuntutan akademis perkuliahan dan jadwal latihan. Observasi awal mengindikasikan bahwa sebagian besar atlet mahasiswa memiliki tingkat VO₂max yang relatif rendah karena terbatasnya alokasi waktu latihan akibat padatannya jadwal kuliah. Akibatnya, kelelahan muncul lebih cepat saat pertandingan, yang berdampak pada konsistensi permainan, akurasi teknik,

dan kemampuan bertahan dalam reli panjang. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi metode latihan yang tidak hanya efektif meningkatkan kapasitas fisik, tetapi juga efisien secara waktu (*time-efficient*) agar sesuai dengan keterbatasan waktu yang dimiliki atlet mahasiswa.

Upaya untuk meningkatkan kapasitas aerobik atlet dapat dilakukan melalui penerapan metode latihan yang efektif. *High-intensity interval training* (HIIT) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam pelatihan (Parim et al., 2021). Metode ini berpotensi meningkatkan $VO_2\text{max}$ melalui kombinasi latihan intensitas tinggi yang diselingi dengan periode pemulihan. HIIT juga dapat meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskular, memperbaiki kemampuan transpor oksigen, serta mendorong adaptasi fisiologis dalam waktu relatif singkat dibandingkan dengan metode latihan konvensional (Sawyer et al., 2020). Dengan karakteristik yang menyerupai pola aktivitas dalam bulu tangkis, HIIT dinilai relevan untuk diterapkan pada atlet cabang olahraga ini.

Penelitian mengenai pengaruh *High-Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap $VO_2\text{max}$ pada atlet bulu tangkis tingkat mahasiswa sejauh ini masih sangat terbatas. Sebagian besar studi terdahulu lebih berfokus pada atlet elite, profesional, atau rumpun olahraga lain, di mana subjek penelitian memiliki waktu pemulihan (*recovery*) yang ideal dan terstruktur. Temuan pada atlet profesional tersebut tidak dapat langsung digeneralisasikan pada atlet mahasiswa, karena adanya perbedaan karakteristik fisiologis, tingkat stres mental dari beban akademis, dan pola istirahat yang tidak menentu yang dapat memengaruhi kurva adaptasi latihan. Riset ini hadir untuk mengisi celah pembuktian tersebut, dengan bertujuan untuk menganalisis pengaruh HIIT terhadap peningkatan $VO_2\text{max}$ pada atlet bulu tangkis mahasiswa Universitas Insan Budi Utomo melalui pendekatan eksperimen. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu keolahragaan dan menjadi dasar praktis bagi para pelatih dalam menyusun program latihan yang efektif dan adaptif terhadap keterbatasan waktu atlet mahasiswa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan *one-group pretest-posttest design*. Pemilihan desain ini didasarkan pada tujuan untuk mengetahui pengaruh latihan *High-Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan $VO_2\text{Max}$ pada atlet bulu tangkis. Rancangan ini memungkinkan pengukuran perubahan pada variabel terikat setelah perlakuan dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* (Sugiyono, 2022). Dengan demikian, desain ini menghasilkan hasil yang lebih akurat karena memungkinkan perbandingan dengan kondisi sebelum perlakuan.

Populasi penelitian ini terdiri dari 28 mahasiswa atlet bulu tangkis putra Universitas Insan Budi Utomo. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik non-probability sampling dengan metode *purposive sampling* untuk memperoleh informasi yang lebih representatif berdasarkan karakteristik tertentu. Penentuan sampel didasarkan pada kriteria inklusi dan eksklusi (Krisnawati & Agyanur, 2023). Kriteria inklusi meliputi: (1) mahasiswa aktif Universitas Insan Budi Utomo yang tergabung dalam tim bulu tangkis; (2) berjenis kelamin laki-laki; (3) berusia 18–23 tahun; (4) memiliki kondisi fisik sehat dan tidak mengalami cedera; (5) memiliki pengalaman latihan bulu tangkis minimal 2 tahun; (6) bersedia mengikuti seluruh rangkaian program latihan dan pengukuran. Kriteria eksklusi meliputi: (1) memiliki riwayat penyakit kardiovaskular atau gangguan pernapasan; (2) sedang dalam masa pemulihan cedera; (3) tidak mengikuti program latihan secara penuh (absensi tinggi); (4) tidak menyelesaikan seluruh tahapan pengukuran penelitian.

Proses seleksi dengan teknik *purposive sampling* dilakukan terhadap 28 atlet. Sebanyak 6 atlet tidak memenuhi kriteria inklusi karena mengalami cedera atau tidak aktif dalam latihan rutin. Dari 22 atlet yang memenuhi kriteria, 2 atlet tidak bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Oleh karena itu, jumlah sampel akhir yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 atlet. Penelitian ini menggunakan instrumen untuk mengukur $VO_2\text{max}$, yaitu *Multistage Fitness Test* (*bleep Test*). Instrumen ini dipilih karena memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi untuk mengukur kapasitas aerobik maksimal. *Bleep test*: Tes ini bertujuan untuk mengukur daya tahan jantung, sirkulasi darah, dan fungsi pernapasan (Subarkah et al., 2023). *Bleep test* dilakukan dengan menyiapkan lintasan datar sepanjang 20 meter yang dibatasi oleh dua garis serta audio sebagai penanda tempo. Peserta berlari bolak-balik mengikuti bunyi “*bleep*” dan harus mencapai garis sebelum bunyi berikutnya, dengan kecepatan yang meningkat pada setiap level. Tes dihentikan ketika peserta tidak mampu mengikuti tempo sebanyak dua kali berturut-turut, dan skor ditentukan berdasarkan level serta jumlah lintasan terakhir yang dicapai untuk memperkirakan $VO_2\text{max}$.

Penelitian ini dilakukan di Hall bulu tangkis ketawanggede malang selama 6 minggu mulai januari 2026-februari 2026. Pengambilan data VO₂max, dilakukan pada saat *pretest* untuk menentukan VO₂max awal atlet, dan *posttest* pada saat akhir penelitian setelah dilaksanakannya *treatment* (perlakuan) HIIT (*High-Intensity Interval Training*). Program latihan HIIT dilaksanakan selama 6 minggu dengan frekuensi tiga kali per minggu dan durasi total ±40 menit per sesi yang mencakup pemanasan, latihan inti, dan pendinginan. Pada bagian latihan inti, intervensi dibagi ke dalam empat bentuk latihan spesifik bulu tangkis yang menerapkan rasio kerja dan pemulihan (*work-to-rest ratio*) secara ketat, yaitu: (1) *shuttle run* 20 meter dilakukan dengan durasi interval kerja 30 detik pada intensitas target HR 85–95% dan *recovery time* pasif selama 30 detik (rasio 1:1); (2) *footwork drill* multidireksional dilakukan selama 45 detik pada intensitas HR 85–90% diselingi *recovery time* aktif (berjalan santai) selama 45 detik (rasio 1:1); (3) *skipping* cepat dilakukan dengan durasi interval 60 detik pada intensitas target HR 85–95% dan *recovery time* selama 60 detik (rasio 1:1); serta (4) *sprint* pendek dilakukan secara eksplosif selama 15 detik pada intensitas maksimal (>95% HR) dengan *recovery time* pasif selama 30 detik (rasio 1:2). Masing-masing bentuk latihan tersebut wajib diselesaikan sebanyak 4 repetisi (ulangan) dalam satu rangkaian set, di mana jeda istirahat antarset diberikan selama 3 menit guna memberikan waktu adaptasi kardiovaskular sebelum atlet melanjutkan ke variasi latihan berikutnya

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik statistik yang dilakukan dengan bantuan program IBM SPSS Statistics 26. Uji normalitas: uji Shapiro-wilk ($P > 0,05$) untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, karena sampel <50 (Shella et al., 2025). Selanjutnya, uji homogenitas menggunakan *one-way ANOVA* (*Analysis of Variance*) dengan $P > 0,05$ dan uji hipotesis menggunakan uji Paired sample t-test untuk menguji signifikansi perbedaan antara hasil *pretest* dan *posttest*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik data pada variabel VO₂max pada *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis mencakup nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif

Variabel	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation
VO ₂ max <i>Pretest</i>	36,5	39,8	38,05	0,98
VO ₂ max <i>Posttest</i>	40,7	44,2	42,62	1,05

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif (Tabel 1), nilai VO₂max menunjukkan peningkatan dari *pretest* ke *posttest*. Hal ini terlihat dari kenaikan nilai rata-rata VO₂max, yang mengindikasikan adanya perbaikan kapasitas aerobik atlet setelah mengikuti program latihan HIIT. Selanjutnya dilakukan uji normalitas dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Normalitas

Variabel	Shapiro-wilk statistic	df	Sig.
VO ₂ max <i>Pretest</i>	0,972	20	0,781
VO ₂ max <i>Posttest</i>	0,965	20	0,642

Data hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* (tabel 2), diperoleh nilai signifikansi untuk VO₂max *pretest* sebesar 0,781 dan *posttest* sebesar 0,642, yang keduanya lebih besar dari 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa data VO₂max berdistribusi normal, sehingga analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji homogen pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Uji Homogenitas

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
VO ₂ max <i>Pretest-Posttest</i>	0.842	1	38	0.365

Hasil uji homogenitas (Tabel 3) menggunakan *Levene's Test* terhadap data VO₂max *pretest* dan *posttest* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.365 ($p > 0.05$). Hal ini mengindikasikan bahwa varians data antara *pretest* dan *posttest* bersifat homogen, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi untuk dilanjutkan pada tes Uji *Paired sample t-test*, pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Data Uji *Paired Sampel T-Test*

Variabel	Mean	Srd. Deviation	t	df	Sig. (2-tailed)
VO ₂ max <i>Pretest-Posttest</i>	4,570	1.015	-20.100	19	0.000

Tabel 4, uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000 ($p < 0.05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai VO₂max sebelum dan sesudah perlakuan. Rata-rata VO₂max meningkat dari 38,05 pada *pretest* menjadi 42,62 pada *posttest*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa latihan HIIT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan VO₂max pada atlet mahasiswa bulu tangkis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan *high-intensity interval training* (HIIT) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan VO₂max pada atlet mahasiswa bulu tangkis. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata VO₂max dari *pretest* ke *posttest* serta hasil uji *paired sample t-test* yang signifikan ($p < 0.05$) (Tabel 4). Temuan ini mengindikasikan bahwa program HIIT yang diterapkan selama 6 minggu efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik atlet. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa HIIT merupakan metode latihan yang efisien dalam meningkatkan VO₂max dalam waktu relatif singkat dibandingkan dengan metode latihan konvensional (Liu et al., 2021).

Peningkatan VO₂max yang diamati dalam penelitian ini terkait dengan adaptasi fisiologis pada sistem kardiovaskular dan respirasi. Latihan intensitas tinggi meningkatkan volume sekuncup, curah jantung, dan kapasitas difusi oksigen ke otot (Astorino et al., 2018). Selain itu, *high-intensity interval training* (HIIT) meningkatkan aktivitas enzim oksidatif dan densitas mitokondria, sehingga efisiensi metabolisme aerobik juga meningkat (Batterson et al., 2023). Adaptasi ini memungkinkan atlet memanfaatkan oksigen secara lebih optimal selama aktivitas fisik, sehingga daya tahan aerobik meningkat.

Peningkatan VO₂max dipengaruhi oleh adaptasi pada sistem kardiovaskular pusat (*central adaptation*), khususnya peningkatan curah jantung (*cardiac output*) (Montero et al., 2015). Latihan HIIT merangsang peningkatan volume sekuncup (*stroke volume*) melalui kontraktilitas jantung dan pengisian ventrikel yang lebih efektif, sehingga jantung memompa lebih banyak darah per denyut dan distribusi oksigen ke otot menjadi lebih efisien (Abdullah et al., 2023; Watanabe et al., 2020). Selain itu, penambahan volume plasma darah juga mendukung transport oksigen yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan kapasitas aerobik atlet (Dwi & Wati, 2021).

Selain adaptasi pusat, peningkatan VO₂max juga dipengaruhi oleh adaptasi perifer pada jaringan otot. HIIT dapat meningkatkan densitas kapiler, sehingga memperpendek jarak difusi oksigen dari darah ke sel otot. Selain itu, peningkatan jumlah dan fungsi mitokondria serta aktivitas enzim oksidatif memungkinkan produksi energi aerobik berlangsung lebih efisien (Calbet et al., 2020; Tan et al., 2025). Adaptasi ini meningkatkan kemampuan otot dalam memanfaatkan oksigen, sehingga atlet dapat mempertahankan aktivitas berintensitas tinggi dalam durasi lebih lama tanpa mengalami kelelahan dengan cepat.

Karakteristik HIIT yang berbasis interval kerja dan istirahat sesuai dengan pola aktivitas permainan bulu tangkis yang bersifat intermiten. Selama pertandingan, pemain melakukan aktivitas intensitas tinggi dalam durasi singkat yang diikuti oleh periode pemulihan singkat (Putu et al., 2022). Dengan demikian, penerapan HIIT tidak hanya meningkatkan VO₂max, tetapi juga meningkatkan kemampuan tubuh untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan intensitas. Temuan ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa latihan interval memiliki transfer/pengaruh yang tinggi terhadap performa atlet bulutangkis (Edel et al., 2023).

Secara aplikasi praktis, peningkatan kapasitas VO₂max memberikan dampak nyata langsung terhadap performa taktis atlet di lapangan bulu tangkis. Kapasitas aerobik yang lebih tinggi sangat krusial untuk mempertahankan intensitas permainan yang konstan selama reli-reli panjang serta mempercepat laju pemulihan mikro (*micro-recovery*) di antara perpindahan poin maupun jeda interval (Liu et al., 2021). Kemampuan pemulihan yang cepat ini mencegah terjadinya kelelahan fisik akut yang dapat merusak koordinasi motorik atlet. Ketika seorang pemain bulu tangkis mengalami kelelahan, kecepatan langkah kaki (*footwork*) akan melambat, daya ledak smash melemah, serta fokus visual dan akurasi pengambilan keputusan pada fase kritis seperti babak penentuan (*rubber game*) akan mengalami penurunan drastis (Loiseau-taupin et al., 2021). Oleh karena itu, melalui kapasitas fisik yang lebih optimal pasca-latihan HIIT, atlet mahasiswa dapat menekan jumlah kesalahan sendiri (*unforced errors*), menjaga konsistensi akurasi teknik, dan mempertahankan performa puncaknya dari awal hingga akhir pertandingan (Ko et al., 2021).

Selain itu, hasil penelitian ini juga konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa HIIT secara signifikan meningkatkan $VO_2\max$ pada berbagai kelompok subjek. Penelitian (Ko et al., 2021) oleh melaporkan bahwa HIIT efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik. Keefektifannya bahkan lebih terlihat dibandingkan dengan metode latihan lainnya. Kesesuaian hasil ini memperkuat bahwa HIIT merupakan metode latihan yang adaptif dan dapat diterapkan pada atlet mahasiswa yang masih dalam proses mengembangkan kondisi fisik. Secara praktis, temuan ini mengimplikasikan bahwa penerapan HIIT secara sistematis dapat menjadi strategi yang efektif. HIIT dapat membantu meningkatkan kapasitas aerobik dan mendukung performa atlet bulu tangkis di tingkat perguruan tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa latihan high-intensity interval training (HIIT) berpengaruh terhadap peningkatan $VO_2\max$ pada atlet mahasiswa bulu tangkis dapat diterima. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai $VO_2\max$ setelah program latihan HIIT selama 6 minggu. Dengan demikian, HIIT terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat dengan melibatkan kelompok kontrol untuk meningkatkan validitas hasil. Selain itu, penambahan variabel fisiologis lain, seperti ambang laktat, kekuatan otot, atau performa spesifik dalam permainan bulu tangkis, dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif. Penelitian juga dapat dilakukan dengan durasi intervensi yang lebih panjang serta melibatkan jumlah sampel yang lebih besar agar hasil yang diperoleh semakin *generalizable*.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A., Arni, D., Subekti, N., Hafif, M., & Akhmad, A. (2023). *The Effect of the High-Intensity Interval Training Program in Increasing VO 2 max Capacity and Heart Rate Recovery*. 7, 127–135.
- Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. M., Namm, S., Fischer, A., & Wood, K. A. (2018). Increased cardiac output and maximal oxygen uptake in response to ten sessions of high intensity interval training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(1–2), 164–171. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06606-8>
- Astrawan, I. P., Prianthara, I. M. D., & Paramurthi, I. A. P. (2025). *The effect of 20 repetitions badminton footwork training on increasing maximum oxygen volume (VO2Max)*. 13(2), 400–407.
- Batterson, P. M., McGowan, E. M., Stierwalt, H. D., Ehrlicher, S. E., Newsom, S. A., & Robinson, M. M. (2023). Two weeks of high-intensity interval training increases skeletal muscle mitochondrial respiration via complex-specific remodeling in sedentary humans. *Journal of Applied Physiology*, 134(2), 339–355. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00467.2022>
- Calbet, J. A. L., Martín-Rodríguez, S., Martín-Rincon, M., & Morales-Alamo, D. (2020). An integrative approach to the regulation of mitochondrial respiration during exercise: Focus on high-intensity exercise. *Redox Biology*, 35, 101478. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101478>
- Dwi, I., & Wati, P. (2021). *Journal Sport Area Are hemoglobin and volume oxygen maximum (vo2max) relevant each other?* 6(2), 193–200.
- Edel, A., Weis, J.-L., Ferrauti, A., & Wiewelhove, T. (2023). Training drills in high performance badminton—effects of interval duration on internal and external loads. *Frontiers in Physiology*, Volume 14-2023. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1189688>
- Khair, Z., Rahim, A. F., & Multazam, A. (2023). *Literature Review : Perbandingan High Intensity Interval Training (HIIT) dengan Circuit Training Terhadap Peningkatan Vo2max pada Atlet Bulutangkis*. 3(1).
- Ko, D.-H., Choi, Y.-C., & Lee, D.-S. (2021). The Effect of Short-Term Wingate-Based High Intensity Interval Training on Anaerobic Power and Isokinetic Muscle Function in Adolescent Badminton Players. In *Children* (Vol. 8, Issue 6, p. 458). <https://doi.org/10.3390/children8060458>
- Kosack, M. H., Staiano, W., Folino, R., Hansen, M. B., & Lønbro, S. (2020). *The Acute Effect of Mental Fatigue on Badminton Performance in Elite Players*. 632–638.

- Krisnawati, E., & Agyanur, S. (2023). Pengaruh modifikasi bola voli terhadap insuline-like growth factore 1 pada anak prapubertas. *Sriwijaya Journal of Sport*, 2(2), 60-74. <https://doi.org/10.55379/sjs.v2i2.667>
- Kundu, S., Thompson, J. V. K., Ryabov, A. D., & Collins, T. J. (2011). On the reactivity of mononuclear iron(V)oxo complexes. *Journal of the American Chemical Society*, 133(46), 18546-18549. <https://doi.org/10.1021/ja208007w>
- Liu, H., Leng, B., Li, Q., Liu, Y., Bao, D., & Cui, Y. (2021). The Effect of Eight-Week Sprint Interval Training on Aerobic Performance of Elite Badminton Players. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 2, p. 638). <https://doi.org/10.3390/ijerph18020638>
- Loiseau-taupin, M., Ruffault, A., Slawinski, J., & Delabarre, L. (2021). *Effects of Acute Physical Fatigue on Gaze Behavior and Performance During a Badminton Game*. 3(October), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.725625>
- MONTERO, D., DIAZ-CAÑESTRO, C., & LUNDBY, C. (2015). Endurance Training and V·O₂max: Role of Maximal Cardiac Output and Oxygen Extraction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(10). https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2015/10000/endurance_training_and_v_o2max__role_of_maximal.3.aspx
- Parim, C., Güneş, M. Ş., Büyüklü, A. H., & Yıldız, D. (2021). Prediction of Match Outcomes with Multivariate Statistical Methods for the Group Stage in the UEFA Champions League. *Journal of Human Kinetics*, 79, 197-209. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0072>
- Pramudia, R., Syafutra, W., Marta, I. A., & Silampari, U. P. (2025). PENERAPAN METODE LATIHAN CIRCUIT TRAINING TERHADAP KAPASITAS VO₂MAX ATLET MURATARA BADMINTON CLUB.
- Putu, L., Ariani, T., & Sudiana, I. K. (2022). *Journal Sport Area Continuous and competitive circuit training : Methods to increase vo₂max on young badminton player*. 7(2), 236-245.
- Sawyer, A., Cavalheri, V., & Hill, K. (2020). *Effects of high intensity interval training on exercise capacity in people with chronic pulmonary conditions : a narrative review*. 1-10.
- Shella, S., Wara, M., Adziima, A. F., Nasrudin, M., & Rizaldy, A. (2025). *Evaluasi Kinerja Uji Normalitas pada Ragam Distribusi dan Ukuran Sampel*. 7(2), 172-183.
- Subarkah, A., Marani, I. N., Yulianti, E., & Widyaningsih, H. (2023). *Physical Performance Indicators in Badminton* (Issue 10). Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-356-6>
- Suganda, M. A., Kamil, I., & Ramadhan, M. (2023). *Profil Kemampuan Vo₂ Max Ektrakurikuler Sepak Bola Siswa*. 13(2), 15-20.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian : Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. In edisi 22 (p. 334). Alfabeta.
- Tan, S., Lu, Z., Yuan, S., Zhang, Z., Zou, Y., Zhang, M., Zhang, L., & Li, S. (2025). *Comparative effects of flywheel and traditional resistance training on reactive strength and multidirectional COD in elite badminton players*. December, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1712464>
- Watanabe, K., Stöhr, E. J., Akiyama, K., Watanabe, S., & González-Alonso, J. (2020). Dehydration reduces stroke volume and cardiac output during exercise because of impaired cardiac filling and venous return, not left ventricular function. *Physiological Reports*, 8(11), e14433. <https://doi.org/https://doi.org/10.14814/phy2.14433>