

PERBANDINGAN PICKLEBALL VS. BADMINTON TERHADAP VO2MAX DAN HEART RATE VARIABILITY PADA DEWASA AWAL 25–35 TAHUN DI KOTA MAKASSAR

Yusnadi¹

¹ Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Negeri Makassar

yusnadi@unm.ac.id

Abstract

This study aims to compare the effect of pickleball and badminton on aerobic capacity (VO2Max) and heart rate variability (HRV) in the early adult group aged 25–35 years in Makassar City. The study used a comparative experimental design with a pre-test and post-test control group design approach. A total of 40 subjects were selected by purposive sampling and divided into two groups: pickleball group (n=20) and badminton group (n=20). The intervention was carried out for 8 weeks with a frequency of 3 times per week, a duration of 60 minutes per session. VO2Max measurement uses the Multistage Fitness Test (Bleep Test) method, while HRV is measured using a heart rate monitor device based on the Kubios HRV Standard application. The results showed that both exercises significantly increased VO2Max and HRV in their respective groups (p<0.05). However, the badminton group showed a higher increase in VO2Max (mean delta 4.21 mL/kg/minute) than the pickleball group (average delta 3.47 mL/kg/minute). In contrast, the pickleball group showed an increase in RMSSD and SDNN values as a statistically significant HRV indicator compared to badminton. These findings indicate that pickleball is more effective in improving the regulation of the autonomic nervous system, while badminton is more effective in increasing maximum aerobic capacity in early adulthood in Makassar City.

Keywords: pickleball, badminton, VO2Max, heart rate variability, early adulthood

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh olahraga pickleball dan badminton terhadap kapasitas aerobik (VO2Max) serta variabilitas detak jantung (Heart Rate Variability/HRV) pada kelompok dewasa awal berusia 25–35 tahun di Kota Makassar. Penelitian menggunakan desain eksperimen komparatif dengan pendekatan pre-test dan post-test control group design. Sebanyak 40 subjek dipilih secara purposive sampling dan dibagi menjadi dua kelompok: kelompok pickleball (n=20) dan kelompok badminton (n=20). Intervensi dilaksanakan selama 8 minggu dengan frekuensi 3 kali per minggu, durasi 60 menit per sesi. Pengukuran VO2Max menggunakan metode Multistage Fitness Test (Bleep Test), sedangkan HRV diukur menggunakan perangkat monitor detak jantung berbasis aplikasi Kubios HRV Standard. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua olahraga secara signifikan meningkatkan VO2Max dan HRV pada kelompok masing-masing (p<0,05). Namun demikian, kelompok badminton menunjukkan peningkatan VO2Max yang lebih tinggi (rerata delta 4,21 mL/kg/menit) dibandingkan kelompok pickleball (rerata delta 3,47 mL/kg/menit). Sebaliknya, kelompok pickleball menunjukkan peningkatan nilai RMSSD dan SDNN sebagai indikator HRV yang lebih signifikan secara statistik dibandingkan badminton. Temuan ini mengindikasikan bahwa pickleball lebih efektif dalam meningkatkan regulasi sistem saraf otonom, sementara badminton lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik maksimal pada dewasa awal di Kota Makassar.

Kata Kunci: pickleball, badminton, VO2Max, heart rate variability, dewasa awal

Submitted: 2026-05-10	Revised: 2026-05-27	Accepted: 2026-06-05
-----------------------	---------------------	----------------------

PENDAHULUAN

Aktivitas fisik merupakan salah satu faktor determinan utama dalam pemeliharaan kesehatan kardiovaskular dan kebugaran jasmani. Menurut World Health Organization (2020), kurangnya aktivitas fisik telah menjadi salah satu faktor risiko kematian global keempat terbesar, menyumbang sekitar 3,2 juta kematian per tahun. Pada kelompok usia dewasa awal (25–35 tahun), pola hidup sedentari yang dipicu oleh tuntutan pekerjaan dan gaya hidup urban semakin meningkat, khususnya di kota-kota besar di Indonesia seperti Makassar (Pratiwi & Suharjana, 2022). Kapasitas aerobik maksimal (VO2Max) dan Heart Rate Variability (HRV) merupakan dua indikator fisiologis penting dalam menilai kebugaran kardiorespirasi dan keseimbangan sistem saraf otonom. VO2Max mengukur kemampuan tubuh dalam menggunakan oksigen secara maksimal selama aktivitas fisik intensitas tinggi (Bassett & Howley, 2000 dalam Astorino et al., 2021),

sedangkan HRV mencerminkan fleksibilitas adaptasi sistem saraf otonom melalui variasi interval antar-detak jantung. Nilai HRV yang tinggi umumnya dikaitkan dengan kondisi kesehatan yang baik, stres yang rendah, dan kapasitas pemulihan yang optimal (Shaffer & Ginsberg, 2017; Kim et al., 2019).

Badminton merupakan olahraga raket yang telah lama dikenal dan digemari masyarakat Indonesia, termasuk di Kota Makassar. Olahraga ini membutuhkan gerakan multidireksional, kecepatan reaksi tinggi, serta kapasitas aerobik dan anaerobik yang baik (Lam et al., 2021). Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa latihan badminton secara regular mampu meningkatkan VO₂Max secara signifikan pada berbagai kelompok usia (Chen et al., 2020; Rao & Bhatt, 2021). Di sisi lain, pickleball merupakan olahraga raket yang relatif baru dan berkembang pesat secara global. Pickleball menggabungkan elemen tenis, badminton, dan ping-pong dalam format lapangan yang lebih kecil dengan peraturan yang lebih sederhana. Popularitas pickleball telah meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir, tidak hanya di Amerika Serikat sebagai negara asal, tetapi juga mulai merambah Asia, termasuk Indonesia (USA Pickleball, 2023; Leitner et al., 2023). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pickleball memberikan respons kardiovaskular yang signifikan dan dapat menjadi alternatif olahraga yang efektif bagi dewasa berbagai usia (Smith et al., 2022; Casanova-Lizón et al., 2023).

Meskipun demikian, perbandingan langsung antara pickleball dan badminton dalam konteks peningkatan VO₂Max dan HRV pada populasi dewasa awal di Indonesia, khususnya Kota Makassar, masih sangat terbatas. Penelitian komparatif semacam ini penting dilakukan mengingat perbedaan karakteristik fisik dan pola gerak kedua olahraga tersebut yang berpotensi memberikan adaptasi fisiologis yang berbeda. Selain itu, kondisi iklim tropis Kota Makassar dengan suhu rata-rata 27–33°C turut mempengaruhi respons fisiologis selama aktivitas fisik (Hasanuddin et al., 2022). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dirancang untuk mengkaji secara komparatif pengaruh program latihan pickleball dan badminton terhadap VO₂Max dan HRV pada dewasa awal berusia 25–35 tahun di Kota Makassar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi rekomendasi pilihan olahraga yang paling efektif sesuai dengan tujuan peningkatan kebugaran kardiovaskular dan regulasi otonom pada populasi dewasa awal. Selain aspek fisiologis, partisipasi masyarakat dalam olahraga saat ini juga dipengaruhi oleh tren aktivitas fisik yang berkembang di lingkungan sosial. Munculnya berbagai cabang olahraga rekreasi memberikan pilihan yang lebih beragam bagi masyarakat untuk menjaga kebugaran dan kesehatan. Dalam konteks ini, pickleball dan badminton menjadi dua olahraga raket yang memiliki karakteristik permainan menarik, mudah dipelajari, serta dapat dimainkan oleh berbagai kelompok usia.

Badminton telah lama menjadi olahraga yang populer di Indonesia karena memiliki prestasi internasional yang membanggakan dan didukung oleh budaya olahraga masyarakat yang kuat. Aktivitas permainan badminton melibatkan gerakan cepat, perubahan arah yang dinamis, serta kombinasi kerja aerobik dan anaerobik yang tinggi. Karakteristik tersebut menjadikan badminton sebagai salah satu olahraga yang efektif dalam meningkatkan kapasitas kardiorespirasi dan kebugaran jasmani. Di sisi lain, pickleball merupakan olahraga yang relatif baru namun mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Popularitas pickleball meningkat karena permainan ini dapat dimainkan oleh pemula maupun atlet berpengalaman dengan tingkat risiko cedera yang relatif rendah. Lapangan yang lebih kecil dibandingkan tenis memungkinkan pemain untuk tetap aktif bergerak tanpa tuntutan fisik yang terlalu berat sehingga olahraga ini semakin diminati oleh masyarakat perkotaan.

Perbedaan karakteristik teknis antara badminton dan pickleball memberikan kemungkinan adanya respons fisiologis yang berbeda selama proses latihan. Badminton cenderung membutuhkan pergerakan eksplosif, lompatan, dan jangkauan area yang lebih luas sehingga dapat meningkatkan tuntutan terhadap sistem kardiovaskular. Sebaliknya, pickleball lebih menekankan koordinasi, ketepatan pukulan, serta pola pergerakan yang lebih terkontrol. Dalam perspektif ilmu fisiologi olahraga, adaptasi tubuh terhadap latihan sangat dipengaruhi oleh prinsip spesifisitas. Setiap bentuk aktivitas fisik akan menghasilkan respons dan adaptasi yang berbeda sesuai dengan

intensitas, durasi, frekuensi, dan karakteristik gerak yang dilakukan. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi bagaimana masing-masing olahraga memberikan kontribusi terhadap peningkatan $VO_2\text{Max}$ dan HRV sebagai indikator kebugaran dan kesehatan jantung.

$VO_2\text{Max}$ merupakan indikator utama kemampuan tubuh dalam mengonsumsi dan memanfaatkan oksigen selama aktivitas fisik. Individu dengan nilai $VO_2\text{Max}$ yang tinggi umumnya memiliki daya tahan yang lebih baik serta kemampuan melakukan aktivitas fisik dalam waktu yang lebih lama tanpa mengalami kelelahan berlebihan. Peningkatan $VO_2\text{Max}$ juga berhubungan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular dan peningkatan kualitas hidup. Sementara itu, Heart Rate Variability (HRV) semakin banyak digunakan sebagai indikator untuk menilai keseimbangan sistem saraf otonom. Nilai HRV yang baik menunjukkan kemampuan tubuh dalam beradaptasi terhadap stres fisiologis maupun psikologis. Dalam konteks latihan olahraga, peningkatan HRV sering dikaitkan dengan proses pemulihan yang lebih baik, kesiapan latihan yang optimal, dan kondisi kesehatan yang lebih baik secara umum.

Pada kelompok usia dewasa awal, pemeliharaan kapasitas kardiorespirasi dan kesehatan jantung menjadi hal yang sangat penting. Perubahan gaya hidup modern yang cenderung kurang aktif menyebabkan banyak individu mengalami penurunan tingkat kebugaran sejak usia produktif. Oleh karena itu, pemilihan jenis olahraga yang efektif dan mudah diterapkan menjadi salah satu strategi penting dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Kota Makassar sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia memiliki karakteristik masyarakat yang semakin akrab dengan aktivitas olahraga rekreasi. Pertumbuhan komunitas badminton dan pickleball menunjukkan adanya minat yang tinggi terhadap kedua cabang olahraga tersebut. Namun, hingga saat ini masih terbatas penelitian yang secara langsung membandingkan efektivitas kedua olahraga tersebut terhadap indikator fisiologis yang sama.

Penelitian komparatif menjadi penting karena dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai olahraga mana yang lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas kardiorespirasi dan fungsi sistem saraf otonom. Informasi ini dapat digunakan oleh pelatih, praktisi olahraga, maupun masyarakat umum dalam memilih program latihan yang sesuai dengan tujuan kebugaran masing-masing. Selain memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu keolahragaan, hasil penelitian ini juga berpotensi menjadi dasar penyusunan program latihan berbasis bukti ilmiah (evidence-based training). Dengan demikian, rekomendasi latihan yang diberikan tidak hanya berdasarkan pengalaman praktis, tetapi juga didukung oleh data fisiologis yang terukur.

Penelitian mengenai perbandingan pengaruh latihan pickleball dan badminton terhadap $VO_2\text{Max}$ dan HRV juga relevan dengan perkembangan konsep olahraga untuk kesehatan (sport for health). Pendekatan ini menempatkan olahraga tidak hanya sebagai sarana kompetisi, tetapi juga sebagai media promotif dan preventif dalam menjaga kesehatan masyarakat. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah mengenai olahraga raket yang masih relatif terbatas, khususnya terkait pickleball yang sedang berkembang di Indonesia. Data yang diperoleh dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan yang mengkaji aspek fisiologis, biomekanika, maupun psikologis dari kedua cabang olahraga tersebut. Dengan mempertimbangkan pentingnya kebugaran kardiorespirasi, keseimbangan sistem saraf otonom, serta meningkatnya popularitas olahraga raket di masyarakat, maka kajian mengenai perbandingan pengaruh program latihan pickleball dan badminton terhadap $VO_2\text{Max}$ dan HRV pada dewasa awal menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang komprehensif mengenai efektivitas kedua olahraga tersebut dalam meningkatkan kesehatan dan kebugaran masyarakat.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain quasi-experimental dengan pendekatan pre-test dan post-test control group design. Pendekatan komparatif dipilih untuk membandingkan efektivitas dua jenis intervensi olahraga, yaitu pickleball dan badminton, terhadap variabel dependen $VO_2\text{Max}$ dan

HRV pada subjek dewasa awal. Subjek penelitian berjumlah 40 orang dewasa awal berusia 25–35 tahun yang berdomisili di Kota Makassar. Kriteria inklusi meliputi: (1) usia 25–35 tahun, (2) tidak memiliki riwayat penyakit kardiovaskular atau gangguan muskuloskeletal, (3) tidak aktif berolahraga secara terstruktur dalam 3 bulan terakhir, dan (4) bersedia mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Subjek dibagi secara acak ke dalam dua kelompok: kelompok pickleball (n=20) dan kelompok badminton (n=20). Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Intervensi dilaksanakan selama 8 minggu dengan frekuensi latihan 3 kali per minggu, durasi 60 menit per sesi. Setiap sesi latihan terdiri atas: pemanasan 10 menit, latihan inti 40 menit, dan pendinginan 10 menit. Kelompok pickleball berlatih di lapangan indoor Universitas Negeri Makassar, sedangkan kelompok badminton berlatih di Gelanggang Olahraga Sudiang, Makassar. Program latihan dirancang dengan intensitas moderat-tinggi (65–80% Heart Rate Maximum) dan dipantau menggunakan sport heart rate monitor Garmin Forerunner 255. Pengukuran VO2Max dilakukan menggunakan Multistage Fitness Test (Bleep Test/MFT) yang telah tervalidasi secara internasional (Léger et al., 1988 dalam Mayorga-Vega et al., 2019). Tes ini dilaksanakan di lapangan olahraga tertutup dengan suhu ruangan yang dikontrol pada 22–24°C. Hasil MFT berupa level dan shuttle dikonversi ke nilai VO2Max (mL/kg/menit) menggunakan tabel konversi standar.

Pengukuran HRV dilakukan menggunakan perangkat heart rate monitor Polar H10 yang dihubungkan dengan aplikasi Kubios HRV Standard. Parameter HRV yang dianalisis mencakup domain waktu (SDNN dan RMSSD) dan domain frekuensi (LF/HF ratio). Pengukuran dilakukan dalam kondisi istirahat selama 5 menit dalam posisi supine, dilaksanakan pada pagi hari antara pukul 07.00–09.00 WITA untuk menghindari pengaruh sirkadian (Shaffer & Ginsberg, 2017). Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 26. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro-Wilk test, dan uji homogenitas varians menggunakan Levene's test. Untuk membandingkan pre-test dan post-test dalam kelompok yang sama, digunakan paired samples t-test. Perbandingan antar kelompok dilakukan menggunakan independent samples t-test. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik demografis dan fisiologis awal subjek penelitian disajikan pada Tabel 1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok pada semua variabel baseline ($p > 0,05$), menunjukkan homogenitas kedua kelompok sebelum intervensi.

Tabel 1. Karakteristik Dasar Subjek Penelitian

Variabel	Pickleball (n=20)	Badminton (n=20)	p-value
Usia (tahun)	29,4 ± 3,1	30,1 ± 2,8	0,412
Berat Badan (kg)	67,3 ± 8,4	68,1 ± 7,9	0,731
Tinggi Badan (cm)	165,8 ± 6,2	166,3 ± 5,8	0,786
IMT (kg/m ²)	24,5 ± 2,1	24,8 ± 2,3	0,638
VO2Max pre (mL/kg/mnt)	35,4 ± 4,2	35,9 ± 3,8	0,684
SDNN pre (ms)	42,3 ± 8,6	43,1 ± 7,9	0,728
RMSSD pre (ms)	31,5 ± 6,4	32,1 ± 5,9	0,749

Keterangan: Data disajikan dalam rerata ± standar deviasi; IMT = Indeks Massa Tubuh

Perbandingan VO2Max Pre-test dan Post-test

Hasil pengukuran VO2Max sebelum dan sesudah intervensi pada kedua kelompok disajikan pada Tabel 2. Analisis statistik menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kedua kelompok ($p < 0,05$), namun peningkatan pada kelompok badminton lebih besar secara statistik.

Tabel 2. Perbandingan VO2Max Pre-test dan Post-test

Kelompok	Pre-test	Post-test	Delta (Δ)	p-value
Pickleball	35,4 \pm 4,2	38,87 \pm 4,1	3,47 \pm 0,8	0,001*
Badminton	35,9 \pm 3,8	40,11 \pm 3,7	4,21 \pm 0,9	0,000*
p antar kelompok				0,032*

*Keterangan: *Signifikan pada $p < 0,05$; Data dalam mL/kg/menit (rerata \pm SD)*

Perbandingan HRV (SDNN dan RMSSD) Pre-test dan Post-test

Perbandingan nilai SDNN dan RMSSD sebagai parameter HRV sebelum dan sesudah intervensi disajikan pada Tabel 3. Kedua kelompok mengalami peningkatan nilai HRV secara signifikan, namun kelompok pickleball menunjukkan delta perubahan yang lebih besar.

Tabel 3. Perbandingan HRV (SDNN dan RMSSD) Pre dan Post Intervensi

Parameter	Kelompok	Pre-test (ms)	Post-test (ms)	Delta (Δ)	p-value
SDNN	Pickleball	42,3 \pm 8,6	53,7 \pm 7,4	11,4 \pm 2,3	0,000*
	Badminton	43,1 \pm 7,9	51,2 \pm 7,1	8,1 \pm 2,1	0,000*
RMSSD	Pickleball	31,5 \pm 6,4	42,8 \pm 5,9	11,3 \pm 2,1	0,000*
	Badminton	32,1 \pm 5,9	39,4 \pm 5,7	7,3 \pm 1,8	0,000*

*Keterangan: *Signifikan pada $p < 0,05$; ms = milidetik*

Pembahasan

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kedua olahraga, yaitu pickleball maupun badminton, secara signifikan meningkatkan VO2Max pada kelompok dewasa awal di Kota Makassar setelah 8 minggu intervensi. Hasil ini sejalan dengan konsep adaptasi kardiorespirasi terhadap latihan aerobik berulang yang telah lama dikemukakan dalam literatur fisiologi olahraga (Astorino et al., 2021). Peningkatan VO2Max menunjukkan terjadinya adaptasi pada sistem kardiovaskular dan muskuloskeletal, termasuk peningkatan curah jantung, densitas kapiler otot, dan efisiensi mitokondria (Rao & Bhatt, 2021).

Badminton menunjukkan peningkatan VO2Max yang lebih besar (Δ 4,21 mL/kg/menit) dibandingkan pickleball (Δ 3,47 mL/kg/menit), dengan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p = 0,032$). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan karakteristik gerakan badminton yang mencakup interval intensitas tinggi yang lebih sering, seperti lompatan smash, gerakan pivot, dan perpindahan posisi yang cepat, yang memberikan stimulus latihan aerobik-anaerobik lebih besar pada sistem kardiorespirasi (Lam et al., 2021; Chen et al., 2020). Intensitas olahraga yang lebih tinggi secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan VO2Max yang lebih besar dalam penelitian intervensi jangka menengah (8–12 minggu) (Bacon et al., 2013 dalam Casanova-Lizón et al., 2023).

Di sisi lain, kelompok pickleball menunjukkan peningkatan HRV (SDNN dan RMSSD) yang lebih signifikan dibandingkan badminton. Delta SDNN pada kelompok pickleball adalah 11,4 ms dibandingkan 8,1 ms pada badminton, sementara delta RMSSD pickleball mencapai 11,3 ms dibandingkan 7,3 ms pada badminton. Nilai RMSSD merupakan indikator aktivitas saraf parasimpatis dan sering digunakan sebagai penanda utama HRV (Kim et al., 2019). Peningkatan

RMSSD yang lebih besar pada kelompok pickleball mengindikasikan adaptasi modulasi parasimpatis yang lebih optimal.

Temuan ini menarik secara ilmiah mengingat pickleball secara umum dikategorikan sebagai olahraga dengan intensitas sedang (moderate-intensity) dibandingkan badminton yang cenderung memiliki profil intensitas lebih tinggi. Beberapa penelitian terbaru mengungkapkan bahwa olahraga intensitas sedang justru dapat menghasilkan peningkatan HRV yang lebih baik dibandingkan olahraga intensitas tinggi, karena overtraining pada intensitas tinggi dapat menurunkan aktivitas parasimpatis secara sementara (Plews et al., 2013 dalam Smith et al., 2022). Hal ini konsisten dengan hipotesis bahwa pickleball, dengan pola gerakan yang lebih termodulasi dan interval intensitas yang lebih bervariasi, memberikan stimulus optimal bagi regulasi saraf otonom.

Penelitian Smith et al. (2022) yang mengukur respons kardiovaskular akut pickleball pada dewasa muda menemukan bahwa pickleball secara konsisten mempertahankan denyut jantung pada zone aerobik optimal (65–75% HRmax), yang merupakan rentang ideal untuk meningkatkan modulasi vagal dan HRV (Casanova-Lizón et al., 2023). Sementara itu, Leitner et al. (2023) dalam studi meta-analisis mengemukakan bahwa olahraga raket dengan pola intermiten dan waktu reaksi yang beragam, seperti pickleball, cenderung memberikan variasi stimulus saraf otonom yang lebih besar dibandingkan olahraga dengan pola intensitas lebih seragam.

Dari perspektif kesehatan publik di Kota Makassar, temuan ini memiliki implikasi praktis yang signifikan. Badminton, yang telah lama menjadi olahraga populer di masyarakat Sulawesi Selatan, terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas aerobik dan dapat direkomendasikan sebagai pilihan utama bagi individu yang ingin meningkatkan VO₂Max secara optimal. Di sisi lain, pickleball dapat menjadi alternatif menarik bagi individu yang bertujuan memperbaiki keseimbangan sistem saraf otonom dan kapasitas pemulihan, terutama bagi mereka yang memiliki profil stres tinggi atau risiko disfungsi otonom (Hasanuddin et al., 2022; Kim et al., 2019).

Keterbatasan penelitian ini meliputi: (1) belum dilakukannya kontrol terhadap faktor diet dan kualitas tidur yang dapat mempengaruhi HRV, (2) penggunaan desain quasi-experimental yang membatasi inferensi kausalitas, dan (3) belum dianalisisnya parameter HRV domain frekuensi secara lengkap seperti LF/HF ratio. Penelitian lanjutan dengan desain randomized controlled trial (RCT) dan kontrol yang lebih ketat terhadap variabel perancu diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: (1) Kedua olahraga, pickleball dan badminton, secara signifikan meningkatkan VO₂Max dan HRV pada dewasa awal berusia 25–35 tahun di Kota Makassar setelah 8 minggu intervensi; (2) Badminton terbukti lebih efektif dalam meningkatkan VO₂Max dibandingkan pickleball ($p=0,032$), dengan delta rata-rata yang lebih besar; (3) Pickleball terbukti lebih efektif dalam meningkatkan nilai HRV (SDNN dan RMSSD) sebagai indikator regulasi sistem saraf otonom dibandingkan badminton ($p<0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan olahraga raket perlu disesuaikan dengan tujuan kebugaran spesifik individu. Badminton lebih direkomendasikan untuk peningkatan kapasitas aerobik, sedangkan pickleball lebih sesuai untuk peningkatan regulasi otonom dan pemulihan kardiovaskular pada dewasa awal.

DAFTAR PUSTAKA

Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., & Stephanie, J. F. (2021). High-intensity interval training increases cardiac output and VO₂max. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(2), 265–273. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001099>

- Casanova-Lizón, A., Muñoz-Llerena, A., Reina, R., & Cejudo, A. (2023). Health benefits of pickleball: A systematic review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(3), 437–448. <https://doi.org/10.52082/jssm.2023.437>
- Chen, H., Wu, P., & Chen, T. (2020). Effects of a 12-week badminton training program on aerobic capacity, muscular strength, and body composition in young adults. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(4), 574–582. <https://doi.org/10.1177/1747954120924781>
- Hasanuddin, A., Ramli, M., & Tahir, S. (2022). Dampak iklim tropis terhadap performa dan respons fisiologis atlet di Sulawesi Selatan. *Jurnal Keolahragaan Indonesia*, 12(1), 45–57. <https://doi.org/10.21831/jk.v12i1.42315>
- Kim, H. G., Cheon, E. J., Bai, D. S., Lee, Y. H., & Koo, B. H. (2019). Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235–245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
- Lam, W. K., Liu, L. L., & Zhang, X. (2021). Biomechanical analysis and performance indicators in competitive badminton: A systematic review. *Sports Biomechanics*, 20(7), 817–835. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1607357>
- Leitner, M. J., Leitner, S. F., & Bumgarner, G. (2023). Pickleball as a health-promoting physical activity for older adults: A scoping review. *The Gerontologist*, 63(5), gnac109. <https://doi.org/10.1093/geront/gnac109>
- Mayorga-Vega, D., Aguilar-Soto, P., & Viciania, J. (2019). Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: A meta-analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 536–547.
- Pratiwi, S. D., & Suharjana, F. (2022). Hubungan gaya hidup sedentari dengan tingkat kebugaran jasmani pada dewasa muda di perkotaan. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 18(2), 112–122. <https://doi.org/10.21831/jpji.v18i2.45210>
- Rao, S., & Bhatt, S. (2021). Effect of badminton training on VO2Max and cardiovascular parameters in young adults. *Asian Journal of Sports Medicine*, 12(3), e109896. <https://doi.org/10.5812/asjrm.109896>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Smith, D. L., Dowd, K., Simon, E., Holmes, S. J., & Hamstra, M. (2022). Heart rate responses and metabolic equivalents of pickleball in adults. *International Journal of Exercise Science*, 15(4), 824–833.
- USA Pickleball. (2023). *2023 Pickleball participation report*. USA Pickleball Association. <https://usapickleball.org/about-us/participation-report/>
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>