

PENGARUH CARBOHYDRATE LOADING TANPA FASE DEPLETION TERHADAP PERFORMA POWER ENDURANCE ATLET PENCAK SILAT REMAJA

THE EFFECT OF CARBOHYDRATE LOADING WITHOUT A DEPLETION PHASE ON THE POWER ENDURANCE PERFORMANCE OF ADOLESCENT PENCAK SILAT ATHLETES

¹Muhammad Thariq Mahdiyan, ^{2*}Muchamad Rizki Sentani, ³Fajria Saliha Puspita Prameswari,

⁴Ahmad Hisbullah Amrinanto

^{1, 2*, 3, 4} Program Studi Gizi, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia

Kontak koresponden: rsentani@upi.edu

ABSTRAK

Power endurance merupakan kemampuan otot untuk mempertahankan kekuatan dalam waktu yang panjang, komponen yang sangat kritis dalam pertandingan pencak silat yang bersifat eksplosif dan berulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan *power endurance* setelah pemberian metode *carbohydrate loading* pada atlet pencak silat remaja di Persinas Asad Karawang. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan desain *pre-test* dan *post-test* pada dua kelompok atlet remaja berusia 14–17 tahun: kelompok intervensi ($n=9$) yang menjalani *carbohydrate loading* selama tiga hari dengan proporsi karbohidrat 80% dari total energi, dan kelompok kontrol ($n=9$) yang menjalani diet biasa. *Power endurance* diukur menggunakan tes *push-up* untuk otot tubuh bagian atas dan tes *hurdle jump* untuk otot tungkai bawah. Data dianalisis menggunakan *IBM SPSS Statistics* dengan uji *Paired Sample T-Test* dan *Independent T-Test* (untuk data berdistribusi normal) atau uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* dan *Mann-Whitney U Test* (untuk data tidak berdistribusi normal), pada tingkat signifikansi $p < 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok intervensi mengalami peningkatan signifikan pada tes *push-up* (34,44 menjadi 46,00; $p=0,008$) dan tes *hurdle jump* (74,00 menjadi 86,78; $p=0,008$). *Gain score* antara kedua kelompok menunjukkan perbedaan pada *push-up* ($p=0,037$) dan *hurdle jump* ($p=0,042$). Disimpulkan bahwa metode *carbohydrate loading* tanpa fase *depletion* berkaitan dengan adanya peningkatan *power endurance* atlet pencak silat.

Kata Kunci: *carbohydrate loading*; *power endurance*; pencak silat; atlet remaja

ABSTRACT

Power endurance is the ability of muscles to sustain force over a prolonged period and is a critical component of performance in explosive and repetitive pencak silat matches. This study aimed to analyze changes in power endurance following a carbohydrate loading intervention among adolescent pencak silat athletes at Persinas Asad Karawang. A quasi-experimental study with a pre-test–post-test design was conducted involving two groups of adolescent athletes aged 14–17 years: an intervention group ($n=9$) that underwent three days of carbohydrate loading with carbohydrates providing 80% of total energy, and a control group ($n=9$) that continued their usual diet. Power endurance was assessed using the push-up test for

upper-body muscles and the hurdle jump test for lower-body muscles. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics with the Paired Sample T-Test and Independent T-Test for normally distributed data, or the Wilcoxon Signed-Rank Test and Mann-Whitney U Test for non-normally distributed data, with a significance level of $p < 0.05$. The results showed that the intervention group experienced significant improvements in push-up performance (34.44 to 46.00; $p = 0.008$) and hurdle jump performance (74.00 to 86.78; $p = 0.008$). The gain scores differed between the two groups for both push-up ($p = 0.037$) and hurdle jump ($p = 0.042$). In conclusion, a three-day carbohydrate loading intervention without a depletion phase was associated with improvements in power endurance among adolescent pencak silat athletes.

Keywords: *carbohydrate loading; power endurance; pencak silat; adolescent athletes*

Pendahuluan

Pencak silat merupakan seni bela diri tradisional khas Indonesia yang telah mendapatkan pengakuan internasional sebagai warisan budaya tak benda oleh UNESCO (Subagio, 2024). Olahraga ini menuntut kombinasi kompleks antara kekuatan, kecepatan, kelincahan, keseimbangan, daya tahan, serta reaksi yang cepat (Rosmayani et al., 2023; Yue et al., 2025). Dalam pertandingan, atlet dihadapkan pada gerakan eksplosif yang berulang seperti pukulan, tendangan, sapuan, dan bantingan, yang memerlukan output tenaga besar dalam waktu singkat dan harus dipertahankan sepanjang durasi pertandingan. Kondisi ini berkaitan langsung dengan komponen *power endurance*, yaitu kemampuan otot untuk mempertahankan kekuatan dalam waktu yang panjang tanpa mengalami penurunan performa yang signifikan (Subekti et al., 2021; Cid-Calfucura et al., 2023).

Setiap babak pertandingan pencak silat berlangsung selama dua menit dengan jeda satu menit dan dapat mencapai hingga tiga babak (PB IPSI, 2024). Pola aktivitas seperti ini menuntut atlet mampu menghasilkan ledakan kekuatan berulang dengan waktu pemulihan yang terbatas. Namun dalam praktiknya, banyak atlet mengalami kelelahan otot dan penurunan performa pada babak akhir pertandingan, yang menunjukkan belum optimalnya kemampuan *power endurance* (Subekti et al., 2021)

Untuk mencapai kondisi fisik yang optimal, diperlukan program latihan fisik yang sistematis melalui periodisasi yang tepat (Pangestu et al., 2024). Selain latihan fisik yang terstruktur, asupan gizi juga memegang peranan penting dalam menunjang performa atlet (Arianto, 2023; Ricci et al., 2025). Salah satu zat gizi yang berperan utama adalah karbohidrat, yang menjadi sumber energi utama bagi otot selama aktivitas fisik dengan intensitas tinggi dan berulang (Burke, 2021; Katz, 2022). *Carbohydrate loading* merupakan strategi manipulasi asupan karbohidrat yang bertujuan meningkatkan cadangan glikogen otot dan hati sehingga mampu menyediakan energi yang lebih optimal selama aktivitas fisik berintensitas tinggi (Wilson, 2022).

Secara klasik, protokol *carbohydrate loading* dilakukan melalui fase *glycogen depletion* yang dikombinasikan dengan pembatasan asupan karbohidrat, kemudian diikuti fase peningkatan konsumsi karbohidrat untuk menghasilkan *glycogen supercompensation*. Namun, pendekatan tersebut dinilai kurang praktis dan berpotensi menimbulkan kelelahan, penurunan

kualitas latihan, serta ketidaknyamanan pada atlet, terutama pada atlet remaja (Podlogar & Wallis, 2022; Solem et al., 2025). Seiring perkembangan ilmu gizi olahraga, dikembangkan protokol *carbohydrate loading* modern tanpa fase *depletion* yang tetap mampu meningkatkan cadangan glikogen otot secara optimal dengan risiko yang lebih rendah dan penerapan yang lebih sederhana (Podlogar & Wallis, 2022).

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa *carbohydrate loading* berperan dalam meningkatkan performa olahraga melalui peningkatan cadangan glikogen. Podlogar & Wallis (2022) menegaskan bahwa karbohidrat membantu mempertahankan produksi energi otot dan menunda kelelahan. Secara empiris, Sudirman et al. (2024) melaporkan peningkatan performa yang signifikan pada kelompok yang menjalani *carbohydrate loading* dibandingkan kelompok kontrol, termasuk pada indikator aktivitas berulang seperti sprint dan kecepatan maksimal. Namun demikian, pada penelitian Aird et al. (2023) menyatakan bahwa peningkatan performa akibat manipulasi karbohidrat tidak selalu bersifat langsung dan signifikan, melainkan lebih berkaitan dengan adaptasi metabolik otot yang berlangsung secara bertahap.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terkait *carbohydrate loading* masih berfokus pada olahraga ketahanan berkelanjutan seperti lari dan bersepeda (Burke, 2021; Katz, 2022), sementara penelitian pada cabang olahraga bela diri, khususnya pencak silat yang memiliki karakteristik aktivitas intermiten dengan kombinasi kekuatan eksplosif dan daya tahan, masih terbatas. Selain itu, efektivitas protokol *carbohydrate loading* modern tanpa fase *depletion* terhadap komponen *power endurance* pada atlet pencak silat masih belum banyak diteliti, sehingga bukti ilmiah mengenai penerapannya pada olahraga intermiten dan eksplosif masih terbatas. Mengingat pentingnya *power endurance* dalam performa atlet pencak silat serta meningkatnya prestasi atlet silat Indonesia di kancah internasional (Rahmadani & Aulia, 2023), strategi gizi seperti *carbohydrate loading* berpotensi menjadi inovasi yang dapat meningkatkan daya saing atlet.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh protokol *carbohydrate loading* modern tanpa fase *depletion* terhadap performa *power endurance* pada atlet pencak silat sebagai dasar pengembangan strategi gizi berbasis bukti pada olahraga dengan karakteristik aktivitas intermiten dan eksplosif.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan *quasi-experimental* dengan desain *pre-test–post-test control group* yang melibatkan kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Penelitian dilaksanakan di Padepokan Pencak Silat Persinas Asad Kota Karawang selama 6 hari.

Populasi penelitian adalah seluruh atlet pencak silat yang tergabung dalam Padepokan Persinas Asad Karawang sebanyak 40 orang. Penghitungan besar sampel menggunakan rumus Lemeshow dua kelompok dengan tingkat kepercayaan 95% dan kekuatan uji 80%, sehingga diperoleh kebutuhan minimal delapan responden pada setiap kelompok. Setelah ditambahkan antisipasi *drop out* sebesar 10%, jumlah sampel ditetapkan menjadi sembilan responden pada masing-masing kelompok sehingga total sampel sebanyak 18 orang. Teknik pengambilan sampel

menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria inklusi yaitu atlet pencak silat laki-laki berusia 14–17 tahun, aktif berlatih dua hingga tiga kali per minggu selama tiga bulan terakhir, pernah mengikuti kejuaraan pencak silat, serta tidak memiliki riwayat penyakit metabolik maupun cedera fisik. Responden yang memenuhi kriteria inklusi selanjutnya dialokasikan ke dalam kelompok intervensi ($n = 9$) dan kelompok kontrol ($n = 9$) secara non-random oleh peneliti dengan mempertimbangkan karakteristik dasar, meliputi usia, frekuensi latihan, dan pengalaman latihan. Alokasi dilakukan sebelum pelaksanaan *pre-test*. Peneliti yang melakukan pengukuran mengetahui pembagian kelompok responden sehingga tidak dilakukan *blinding*.

Penelitian ini telah mengajukan dan memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan nomor *ethical clearance* No. 6114/B.1/KEPK-FKUMS/I/2026. Serta seluruh responden dan/atau orang tua/wali telah memberikan persetujuan tertulis (*informed consent* dan *assent*) sebelum mengikuti penelitian.

Penelitian dilaksanakan selama enam hari yang terdiri atas periode pra-intervensi (hari ke-1 hingga ke-3) dan periode intervensi (hari ke-4 hingga ke-6). Pada periode pra-intervensi, kedua kelompok menjalani pola makan sesuai kebiasaan sehari-hari tanpa pengaturan komposisi zat gizi. Selanjutnya, pada periode intervensi, kelompok intervensi diberikan menu makan terstruktur dengan komposisi karbohidrat sebesar 80%, protein 10%, dan lemak 10% dari total kebutuhan energi harian. Kebutuhan energi dihitung secara individual berdasarkan hasil pengukuran *Basal Metabolic Rate (BMR)* menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)*. Sementara itu, kelompok kontrol tetap mengonsumsi makanan sesuai kebiasaan tanpa pengaturan komposisi zat gizi.

Instrumen pengukuran *power endurance* menggunakan dua jenis tes: (1) tes *push-up* untuk mengukur *power endurance* otot tubuh bagian atas, dan (2) tes *hurdle jump* untuk mengukur *power endurance* otot tungkai bawah. Kedua tes dilakukan selama 30 detik dan dilaksanakan dua kali, yaitu pada saat *pre-test* sebelum intervensi dan *post-test* setelah intervensi. Data asupan gizi dikumpulkan menggunakan metode *food record* selama enam hari, kemudian dianalisis menggunakan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI).

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics* dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Sebelum analisis inferensial, data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel yang relatif kecil ($n = 9$ per kelompok). Hasil uji normalitas digunakan sebagai dasar dalam pemilihan uji statistik. Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji parametrik, yaitu *Paired Sample T-Test* untuk mengetahui perbedaan dalam kelompok dan *Independent T-Test* untuk membandingkan perbedaan antar kelompok. Sementara itu, data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji non-parametrik, yaitu *Wilcoxon Signed Ranks Test* dan *Mann-Whitney U Test*.

Hasil

Sebelum dilakukan analisis bivariat, seluruh variabel penelitian diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Hasil uji menunjukkan bahwa sebagian variabel berdistribusi normal ($p > 0,05$), sedangkan variabel lainnya tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$). Oleh karena itu, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan uji parametrik (*Independent Sample t-test* dan *Paired Sample t-test*) untuk data yang berdistribusi normal, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji nonparametrik (*Mann-Whitney U test* dan *Wilcoxon Signed Rank test*) sesuai dengan distribusi masing-masing variabel.

Penelitian ini melibatkan 18 atlet pencak silat laki-laki yang terbagi menjadi kelompok intervensi ($n=9$) dan kelompok kontrol ($n=9$). Karakteristik kedua kelompok disajikan pada tabel.

Tabel 1. Karakteristik Atlet Pencak Silat Karawang

Variabel	Kelompok Intervensi (n=9)	Kelompok Kontrol (n=9)	P-Value
Usia (tahun)			
Mean ± SD (n, %)	15,9 ± 1,0	16,7 ± 0,5	0,104 ^b
Min - Max	15 - 17	16 - 17	
Pengalaman Latihan (tahun)			
<3 tahun (n, %)	6 (66,7)	5 (55,6)	0,884 ^b
≥3 tahun (n, %)	3 (33,3)	4 (44,4)	
Mean ± SD (n, %)	3,0 ± 1,5	3,6 ± 2,3	
Min - Max	2 - 5	1 - 6	
Frekuensi Latihan (minggu)			
<3 kali (n, %)	6 (66,7)	6 (66,7)	0,778 ^b
>3 kali (n, %)	3 (33,3)	3 (33,3)	
Mean ± SD (n, %)	2,1 ± 0,8	2,0 ± 0,9	
Min - Max	1 - 3	1 - 3	
Pengalaman Kompetisi			
Prestasi (n, %)	3 (33,3)	3 (33,3)	1,000 ^b
Open (n, %)	6 (66,7)	6 (66,7)	
Status Gizi Berdasarkan IMT/U (n, %)			
Normal (-2SD hingga +1SD)	9 (100,0)	7 (77,8)	0,145 ^b
Overweight (+2SD hingga +3SD)	0 (0,0)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	0,3 ± 0,6	-0,0 ± 0,7	
Min - Max	-0,46 - 1,34	-1,61 - 0,62	
Kecukupan Energi (n, %)			
Defisit (<80%)	3 (33,3)	5 (55,6)	0,771 ^b
Adekuat (80% - 110%)	6 (66,7)	2 (22,2)	
Berlebih (>110%)	0 (0,0)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	70,2 ± 8,0	83,9 ± 11,6	
Min - Max (n, %)	59 - 83	69 - 105	

Kecukupan Protein (n, %)			
Defisit (<80%)	9 (100,0)	9 (100,0)	1,000 ^a
Mean ± SD (n, %)	60,2 ± 8,2	66,7 ± 6,9	
Min - Max (n, %)	59 - 61	57 - 79	
Kecukupan Lemak (n, %)			
Defisit (<80%)	1 (11,1)	4 (44,5)	0,431 ^b
Adekuat (80% - 110%)	7 (77,8)	3 (33,3)	
Berlebih (>110%)	1 (11,1)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	74,3 ± 14,2	92,7 ± 13,0	
Min - Max (n, %)	54 - 102	78 - 121	
Kecukupan Karbohidrat (n, %)			
Defisit (<80%)	1 (11,1)	3 (33,3)	0,492 ^b
Adekuat (80% - 110%)	6 (66,7)	4 (44,4)	
Berlebih (>110%)	2 (22,2)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	81,5 ± 9,3	93,1 ± 13,9	
Min - Max (n, %)	71 - 95	76 - 114	

Keterangan: a) *Independent t-test*, b) *Mann-Whitney U test*

Tabel menunjukkan hasil uji statistik terhadap karakteristik dasar atlet pencak silat pada kelompok intervensi dan kelompok kontrol menunjukkan bahwa seluruh variabel yang dianalisis memiliki nilai $p > 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa kedua kelompok memiliki karakteristik awal yang homogen, sehingga dapat dinyatakan setara dan layak untuk diperbandingkan dalam penelitian.

Pengamatan asupan gizi dibagi menjadi dua periode, yaitu periode pra-intervensi (hari ke-1 hingga ke-3) dan periode intervensi/karbohidrate loading (hari ke-4 hingga ke-6). Data asupan gizi diperoleh menggunakan metode *food record* dan dianalisis untuk menilai tingkat kecukupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat, dikategorikan sebagai defisit (<80%), adekuat (80-110%), dan berlebih (>110%) terhadap kebutuhan individu.

Pada periode pra-intervensi, seluruh atlet pada kedua kelompok berada dalam kondisi defisit untuk seluruh makronutrien. Rata-rata kecukupan energi kelompok intervensi berkisar antara 54–64% dan kelompok kontrol antara 47–49% dari kebutuhan harian. Kategori defisit paling besar ditemukan pada asupan karbohidrat, dengan tingkat kecukupan hanya 66–72% pada kelompok intervensi dan 54–55% pada kelompok kontrol. Meskipun terdapat perbedaan nilai deskriptif antar kelompok, hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada seluruh variabel asupan ($p > 0,05$), sehingga kondisi awal kedua kelompok dapat dianggap homogen.

Pada periode intervensi, terdapat perbedaan yang signifikan dalam tingkat kecukupan energi dan zat gizi antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol sebagaimana disajikan pada tabel.

Tabel 2. Asupan Zat Gizi Periode Intervensi (Hari ke-4 s.d. Hari ke-6)

Indikator	Intervensi	Kontrol	P-Value
-----------	------------	---------	---------

	(n=9)	(n=9)	
Kecukupan Energi Hari Ke-4 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	0,000*
Adekuat (80% - 110%)	9 (100,0)	0 (0,0)	
Mean ± SD (n, %)	105,4 ± 2,8	44,3 ± 12,6	
Min - Max (n, %)	99 - 107	28 - 66	
Kecukupan Protein Hari Ke-4 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	8 (88,9)	0,000*
Adekuat (80% - 110%)	2 (22,2)	1 (11,1)	
Berlebih (>110%)	7 (77,8)	0 (0,0)	
Mean ± SD (n, %)	111,4 ± 4,6	53,2 ± 20,3	
Min - Max (n, %)	102 - 114	28 - 88	
Kecukupan Lemak Hari Ke-4 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	4 (44,4)	0,004*
Adekuat (80% - 110%)	0 (0,0)	3 (33,3)	
Berlebih (>110%)	9 (100,0)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	125,2 ± 7,7	91,9 ± 29,6	
Min - Max (n, %)	110 - 130	53 - 137	
Kecukupan Karbohidrat Hari Ke-4 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	0,000*
Adekuat (80% - 110%)	9 (100,0)	0 (0,0)	
Mean ± SD (n, %)	102,1 ± 2,2	42,3 ± 12,0	
Min - Max (n, %)	97 - 104	22 - 55	
Kecukupan Energi Hari Ke-5 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	0,000*
Adekuat (80% - 110%)	9 (100,0)	0 (0,0)	
Mean ± SD (n, %)	104,6 ± 2,7	50,2 ± 14,1	
Min - Max (n, %)	98 - 106	35 - 72	
Kecukupan Protein Hari Ke-5 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	6 (66,7)	0,006*
Adekuat (80% - 110%)	1 (11,1)	1 (11,1)	
Berlebih (>110%)	8 (88,9)	2 (22,2)	
Mean ± SD (n, %)	118,9 ± 5,1	75,1 ± 39,2	
Min - Max (n, %)	108 - 122	28 - 137	
Kecukupan Lemak Hari Ke-5 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	2 (22,2)	0,258
Adekuat (80% - 110%)	5 (55,6)	2 (22,2)	
Berlebih (>110%)	4 (44,4)	5 (55,6)	
Mean ± SD (n, %)	105,2 ± 6,2	128,4 ± 53,9	
Min - Max (n, %)	93 - 109	74 - 218	
Kecukupan Karbohidrat Hari Ke-5 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	0,000*
Adekuat (80% - 110%)	9 (100,0)	0 (0,0)	
Mean ± SD (n, %)	102,3 ± 2,2	37,7 ± 6,6	
Min - Max (n, %)	97 - 104	29 - 46	

Kecukupan Energi Hari Ke-6 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	
Adekuat (80% - 110%)	6 (66,7)	0 (0,0)	
Berlebih (>110%)	3 (33,3)	0 (0,0)	0,000*
Mean $\pm$ SD (n, %)	108,9 $\pm$ 2,2	53,2 $\pm$ 11,0	
Min - Max (n, %)	104 - 111	38 - 69	
Kecukupan Protein Hari Ke-6 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	8 (88,9)	
Adekuat (80% - 110%)	1 (11,1)	1 (11,1)	
Berlebih (>110%)	8 (88,9)	0 (0,0)	0,000*
Mean $\pm$ SD (n, %)	118,2 $\pm$ 3,8	63,7 $\pm$ 14,9	
Min - Max (n, %)	110 - 120	42 - 90	
Kecukupan Lemak Hari Ke-6 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	1 (11,1)	
Adekuat (80% - 110%)	0 (0,0)	3 (33,3)	
Berlebih (>110%)	9 (100,0)	5 (55,6)	0,113
Mean $\pm$ SD (n, %)	139,6 $\pm$ 7,1	110,2 $\pm$ 18,8	
Min - Max (n, %)	125 - 144	80 - 135	
Kecukupan Karbohidrat Hari Ke-6 (n, %)			
Defisit (<80%)	0 (0,0)	9 (100,0)	
Adekuat (80% - 110%)	9 (100,0)	0 (0,0)	
Mean $\pm$ SD (n, %)	104,7 $\pm$ 2,1	47,0 $\pm$ 11,5	0,000*
Min - Max (n, %)	101 - 107	31 - 62	

Keterangan: * menunjukkan hasil signifikan ($p < 0,05$)

Tabel menunjukkan hasil uji beda menggunakan *Mann-Whitney U Test* pada hari ke-4 hingga hari ke-6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol pada sebagian besar variabel asupan zat gizi. Perbedaan yang signifikan terlihat pada asupan energi, protein, dan karbohidrat ($p < 0,05$). Namun demikian, pada asupan lemak, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada hari ke-5 ($p > 0,05$). Secara umum, kelompok intervensi menunjukkan peningkatan asupan energi dan zat gizi yang lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan efektif dalam meningkatkan asupan zat gizi, terutama energi dan karbohidrat, pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Hasil pengukuran *power endurance* otot tubuh bagian atas berdasarkan tes *push-up* sebelum (*pre-test*) dan sesudah intervensi (*post-test*) pada kedua kelompok disajikan pada tabel.

Tabel 3. Hasil *Power Endurance (Push-Up)*

Indikator	Kelompok Intervensi	Kelompok Kontrol	<i>P-Value</i> [^]
<i>Pre Test</i>			
<i>Mean ± SD</i>	34,4 ± 11,4	44,1 ± 16,8	0,172 ^c
<i>Min -Max</i>	24 - 56	28 - 78	
<i>Post Test</i>			

Indikator	Kelompok Intervensi	Kelompok Kontrol	<i>P-Value</i> [^]
<i>Mean ± SD</i>	46,0 ± 12.5	48,9 ± 16,3	0,724 ^d
<i>Min -Max</i>	35 - 74	25 - 75	
<i>Delta Power Endurance</i>			
<i>Mean ± SD</i>	11,1 ± 6.9	4,8 ± 5,7	0,037 ^c
<i>Min -Max</i>	5 - 26	-3 - 13	
<i>P-Value</i> [*]	0,008 ^b	0,035 ^a	

Keterangan: a) *Paired-Sampel T Test*, b) *Wilcoxon Signed Rank*, c) *Independent t-test*, d) *Mann-Whitney U test*, **Hasil perubahan kelompok*, ^*Hasil selisih antar kelompok*

Tabel menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol ($p = 0,172$; $p > 0,05$), yang mengonfirmasi bahwa kondisi awal kedua kelompok setara dan homogen. Pada saat *post-test*, perbedaan antar kelompok juga tidak signifikan ($p = 0,724$; $p > 0,05$), meskipun secara deskriptif kedua kelompok mengalami peningkatan nilai rata-rata. Ditinjau dari perubahan dalam masing-masing kelompok, kelompok intervensi mengalami peningkatan yang signifikan dari $34,4 \pm 11,4$ menjadi $46,0 \pm 12,5$ ($p = 0,008$), begitu pula kelompok kontrol yang meningkat dari $44,1 \pm 16,8$ menjadi $48,9 \pm 16,3$ ($p = 0,035$). Analisis *delta score* menunjukkan bahwa peningkatan kelompok intervensi ($11,1 \pm 6,9$) lebih besar secara signifikan dibandingkan kelompok kontrol ($4,8 \pm 5,7$), dengan nilai $p = 0,037$ ($p < 0,05$).

Hasil pengukuran *power endurance* otot tungkai bawah menggunakan tes *hurdle jump* sebelum dan sesudah intervensi pada kedua kelompok disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *Power Endurance (Hurdle Jump)*

Indikator	Kelompok Intervensi	Kelompok Kontrol	<i>P-Value</i> [^]
<i>Pre Test</i>			
<i>Mean ± SD</i>	74,0 ± 8,8	90,1 ± 9,6	0,002 ^c
<i>Min -Max</i>	62 - 88	75 - 104	
<i>Post Test</i>			
<i>Mean ± SD</i>	86,8 ± 6,0	94,8 ± 7,9	0,032 ^c
<i>Min -Max</i>	78 - 95	82 - 103	
<i>Delta Power Endurance</i>			
<i>Mean ± SD</i>	12,8 ± 8,8	4,4 ± 5,7	0,042 ^d
<i>Min -Max</i>	6 - 28	-4 - 13	
<i>P-Value</i> [*]	0,008 ^b	0,047 ^a	

Keterangan: a) *Paired-Sampel T Test*, b) *Wilcoxon Signed Rank*, c) *Independent t-test*, d) *Mann-Whitney U test*, **Hasil perubahan kelompok*, ^*Hasil selisih antar kelompok*

Tabel menunjukkan terdapat perbedaan hasil *pre tes* yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,002$; $p < 0,05$), di mana nilai *power endurance* kelompok kontrol ($90,1 \pm 9,6$) lebih tinggi dibandingkan kelompok intervensi ($74,0 \pm 8,8$), sehingga kondisi awal kedua kelompok tidak homogen pada variabel ini. Pada saat *post-test*, perbedaan antar kelompok masih tetap signifikan ($p = 0,032$; $p < 0,05$), dengan kelompok kontrol tetap mencatat nilai yang lebih

tinggi ($94,8 \pm 7,9$) dibandingkan kelompok intervensi ($86,8 \pm 6,0$). Ditinjau dari perubahan dalam masing-masing kelompok, kelompok intervensi mengalami peningkatan yang signifikan dari $74,0 \pm 8,8$ menjadi $86,8 \pm 6,0$ ($p = 0,008$), demikian pula kelompok kontrol yang meningkat dari $90,1 \pm 9,6$ menjadi $94,8 \pm 7,9$ ($p = 0,047$). Analisis *delta score* menunjukkan adanya perbedaan besaran peningkatan yang bermakna secara statistik antara kelompok intervensi ($12,8 \pm 8,8$) dan kelompok kontrol ($4,4 \pm 5,7$) ($p = 0,042$).

Pembahasan

Penelitian ini melibatkan 18 atlet pencak silat laki-laki dari Padepokan Persinas Asad Karawang yang terbagi menjadi dua kelompok. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa seluruh variabel karakteristik dasar pada kedua kelompok memiliki nilai $p > 0,05$, yang berarti kedua kelompok tidak berbeda secara bermakna dan layak untuk diperbandingkan. Seluruh responden berada pada rentang usia 15–17 tahun, yang merupakan fase remaja pertengahan dengan sistem neuromuskular yang masih dalam proses perkembangan aktif dan belum mencapai maturasi penuh. Pada fase ini, tubuh cenderung lebih responsif terhadap stimulus latihan maupun intervensi gizi karena proses adaptasi fisiologis berlangsung lebih cepat dibandingkan pada usia dewasa (Supriadi et al., 2025). Karakteristik fisiologis pada masa remaja memungkinkan terjadinya adaptasi terhadap latihan dan intervensi gizi. Kondisi tersebut diduga mendukung respons positif terhadap penerapan carbohydrate loading pada penelitian ini.

Mayoritas atlet pada kedua kelompok berlatih kurang dari tiga kali per minggu (66,7%), mencerminkan profil atlet pembinaan yang belum berada pada fase latihan intensitas tinggi secara konsisten. Meskipun frekuensi latihan tersebut sudah cukup untuk menghasilkan adaptasi fisik dasar, kapasitas penyimpanan glikogen otot dipengaruhi tidak hanya oleh latihan, tetapi juga oleh kecukupan asupan karbohidrat. Hal ini menjadi relevan mengingat tuntutan pencak silat yang mengandalkan gerakan eksplosif berulang sepanjang pertandingan, sehingga ketersediaan energi yang optimal menjadi faktor kritis dalam menunjang performa (Daulay & Keliat, 2023).

Pada variabel asupan gizi awal, hampir seluruh responden berada dalam kondisi defisit pada semua *makronutrien*. Temuan ini menunjukkan bahwa asupan gizi harian atlet belum memenuhi kebutuhan yang direkomendasikan bagi atlet dengan aktivitas fisik yang tinggi. Kondisi tersebut memberikan gambaran bahwa pemenuhan kebutuhan gizi atlet masih perlu dioptimalkan, khususnya dalam memenuhi kebutuhan energi dan karbohidrat. Selain menjadi dasar pelaksanaan intervensi, kondisi awal tersebut juga mendukung penerapan metode *carbohydrate loading* untuk meningkatkan ketersediaan energi sebelum pertandingan.

Pada periode pra-intervensi, hampir seluruh responden pada kedua kelompok berada dalam kondisi defisit untuk semua *makronutrien* tanpa perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa kondisi awal kedua kelompok relatif homogen. Temuan yang paling kritis adalah defisit karbohidrat, di mana rata-rata kecukupan kelompok intervensi hanya berkisar 66–72% dan kelompok kontrol 54–55% dari kebutuhan harian. Padahal, atlet dengan aktivitas intermiten dan eksplosif seperti pencak silat membutuhkan asupan karbohidrat sebesar

5–7 g/kgBB/hari untuk mempertahankan cadangan glikogen yang optimal (Podlogar & Wallis, 2022). Sistem energi yang dominan dalam pertandingan pencak silat adalah sistem anaerobik laktik yang sangat bergantung pada glikogen otot sebagai substrat utama, sehingga kondisi defisit kronis ini menyebabkan atlet memasuki sesi latihan maupun pertandingan dalam ketersediaan energi yang tidak optimal (Burke, 2021). Kondisi defisit yang merata ini sekaligus memvalidasi keputusan desain penelitian untuk tidak menerapkan fase *depletion*, karena cadangan glikogen yang sudah rendah secara alami secara fungsional telah menyerupai kondisi *pasca-depletion*, sehingga pengosongan glikogen secara disengaja tidak lagi diperlukan dan justru berisiko memperburuk status energi atlet remaja (Pasiakos & Margolis, 2023).

Pada periode intervensi, terjadi perbedaan yang sangat kontras antara kedua kelompok. Kelompok intervensi berhasil meningkatkan asupan energi hingga 104–109% dan karbohidrat hingga 102–105% dari kebutuhan harian, seluruhnya masuk dalam kategori adekuat, sementara kelompok kontrol tetap berada dalam kondisi defisit karbohidrat yang bahkan semakin turun hingga 37–47%. Perbedaan ini bermakna secara statistik ($p = 0,000$) dan menunjukkan bahwa penerapan protokol *carbohydrate loading* berhasil meningkatkan kecukupan energi dan karbohidrat pada kelompok intervensi. Terpenuhinya asupan karbohidrat secara optimal selama tiga hari berturut-turut memberikan kesempatan bagi otot atlet untuk mengisi cadangan glikogen secara maksimal, yang secara langsung meningkatkan ketersediaan substrat energi untuk mempertahankan kualitas serangan, kecepatan pergerakan, dan daya tahan sepanjang pertandingan (Podlogar & Wallis, 2022). Adapun nilai asupan protein (111–119%) dan lemak (125–139%) yang tampak berlebih pada kelompok intervensi bukan merupakan ketidakpatuhan protokol, melainkan konsekuensi yang dapat diprediksi dari peningkatan total energi dalam proporsi yang telah ditetapkan (80% karbohidrat, 10% protein, 10% lemak), sehingga secara absolut jumlah protein dan lemak ikut meningkat meskipun proporsinya tetap kecil (Cabrera *et al.*, 2025).

Hasil Penelitian menunjukkan dari kedua kelompok mengalami peningkatan performa *power endurance* yang bermakna secara statistik, baik pada tes *push-up* maupun tes *hurdle jump*. Peningkatan pada kelompok kontrol menunjukkan adanya efek latihan fisik rutin yang berlangsung selama periode penelitian. Latihan yang dilaksanakan secara konsisten dapat mendorong adaptasi fisiologis seperti peningkatan kekuatan otot, koordinasi *neuromuskular*, dan daya tahan otot (Pezarat *et al.*, 2023; Makaruk *et al.*, 2024; Rong *et al.*, 2025). Namun demikian, peningkatan yang terjadi pada kelompok intervensi secara konsisten lebih besar dibandingkan kelompok kontrol, sebagaimana tercermin dari *gain score* yang berbeda signifikan pada *push-up* ($p = 0,037$) dan *hurdle jump* ($p = 0,042$).

Peningkatan skor *power endurance* yang lebih besar pada kelompok intervensi secara fisiologis dapat berkaitan dengan peningkatan ketersediaan karbohidrat dan energi selama periode intervensi. Karbohidrat yang dikonsumsi disimpan dalam bentuk glikogen di otot yang merupakan sumber energi utama selama aktivitas fisik intensitas tinggi (Wahyuningtyas *et al.*, 2024). Peningkatan cadangan glikogen memungkinkan otot menghasilkan energi secara lebih optimal dan mempertahankan kontraksi otot dalam durasi yang lebih panjang, sehingga

kelelahan dapat ditunda dan performa *power endurance* meningkat (Henselmans et al., 2022). Glikogen otot merupakan substrat energi utama dalam sistem anaerobik laktik yang dominan pada *push-up* maupun *hurdle jump* (Furrer et al., 2023). Ketika cadangan glikogen mencukupi, otot mampu mempertahankan laju produksi ATP yang tinggi lebih lama, sehingga kelelahan lebih lambat muncul dan kapasitas kerja total meningkat (Katz, 2022).

Interpretasi terhadap peningkatan performa pada kelompok intervensi perlu dilakukan secara hati-hati mengingat adanya keterbatasan desain terkait kontrol energi. Kelompok intervensi tidak hanya menerima proporsi karbohidrat yang lebih tinggi, tetapi juga total asupan energi yang secara signifikan lebih besar dibandingkan kelompok kontrol, yang justru mengalami defisit energi kronis sepanjang periode intervensi (Tabel 2). Kondisi ini menunjukkan bahwa desain penelitian bersifat non-isokalori antar kelompok, sehingga variabel total energi menjadi *confounding factor* yang tidak dapat dipisahkan secara statistik dari efek proporsi karbohidrat itu sendiri. Dengan kata lain, peningkatan *power endurance* yang diamati kemungkinan besar merupakan hasil interaksi antara ketersediaan energi total dan proporsi karbohidrat yang lebih tinggi, bukan semata-mata efek independen dari manipulasi komposisi makronutrien. Temuan ini konsisten dengan prinsip dasar dalam penelitian gizi olahraga bahwa perbandingan efek suatu komposisi zat gizi idealnya dilakukan pada kondisi energi yang setara (*isocaloric condition*) antar kelompok, agar efek proporsi makronutrien dapat diisolasi dari efek total energi (Cabrera et al., 2025).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Henselmans et al. (2022) yang menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan karbohidrat dapat meningkatkan kapasitas kerja otot dan jumlah repetisi secara lebih efektif dibandingkan kondisi tanpa intervensi. Temuan ini juga sejalan dengan Ramonas et al. (2023) yang menunjukkan bahwa atlet dengan ketersediaan karbohidrat lebih tinggi menunjukkan performa lebih baik pada aktivitas yang melibatkan kontraksi otot berulang. Selain itu, penelitian Podlogar & Wallis (2022) menunjukkan bahwa pendekatan *carbohydrate loading* modern tanpa fase *depletion* tetap mampu meningkatkan cadangan glikogen otot secara optimal, yang dikonfirmasi pula oleh (Solem et al., 2025)

Namun demikian, tidak semua penelitian menunjukkan hasil yang serupa. (Fadhiil et al., 2023) menemukan bahwa *carbohydrate loading* tidak menghasilkan perbedaan signifikan pada performa *rowing*, meliputi jumlah dayungan ($p = 0,137$), *power* ($p = 0,426$), dan waktu tempuh ($p = 0,448$). Perbedaan hasil ini tidak terlepas dari perbedaan mendasar karakteristik kedua cabang olahraga. *Rowing* merupakan olahraga berbasis daya tahan aerobik dengan pola gerak kontinu yang dominan menggunakan sistem energi oksidatif, sehingga kontribusi glikogen sebagai substrat energi utama menjadi lebih terbatas (Burke, 2021). Sebaliknya, pencak silat memiliki karakteristik aktivitas intermiten dan eksplosif yang sangat bergantung pada sistem anaerobik laktik yang secara langsung mengandalkan glikogen otot (Furrer et al., 2023). Dengan demikian, efektivitas *carbohydrate loading* sangat dipengaruhi oleh kesesuaian antara jenis olahraga, sistem energi dominan, dan pola gerak yang terlibat.

Temuan ini memberikan gambaran awal mengenai penerapan *carbohydrate loading* tanpa fase *depletion* pada cabang olahraga pencak silat yang memiliki karakteristik aktivitas intermiten

dan eksplosif, khususnya pencak silat, yang hingga saat ini masih relatif jarang diteliti. Hasil ini menunjukkan bahwa strategi *carbohydrate loading* tanpa fase *depletion* berpotensi menjadi pendekatan gizi pra-pertandingan yang efektif untuk mendukung performa *power endurance* pada atlet pencak silat remaja.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah sampel yang relatif kecil ($n=9$ per kelompok) berpotensi membatasi kekuatan statistik dan generalisabilitas hasil. Kedua, alokasi kelompok dilakukan secara non-random sebelum pre-test, sehingga berpotensi menimbulkan *selection bias*. Seharusnya alokasi dilakukan setelah data pre-test tersedia, agar skor baseline dapat dijadikan dasar penyetaraan kelompok, misalnya melalui *matching* atau stratifikasi. Ketiadaan langkah ini turut berkontribusi pada perbedaan bermakna yang ditemukan pada hasil *pre-test hurdle jump* ($p=0,002$). Ketiga, intervensi tidak dirancang secara isokalori karena kelompok intervensi memperoleh asupan energi dan karbohidrat yang lebih tinggi, sedangkan kelompok kontrol tetap mengonsumsi makanan sesuai kebiasaan, sehingga efek yang diamati tidak dapat diatribusikan secara murni pada proporsi karbohidrat. Keempat, tidak dilakukan pengukuran kadar glikogen otot secara langsung sehingga terjadinya *superkompensasi glikogen* belum dapat dikonfirmasi secara fisiologis. Kelima, penelitian hanya melibatkan atlet pencak silat laki-laki sehingga generalisasi hasil kepada atlet perempuan perlu dilakukan dengan hati-hati.

Kesimpulan

Metode *carbohydrate loading* tanpa fase *depletion* menunjukkan peningkatan *power endurance* atlet pencak silat Persinas Asad Karawang. Meskipun kedua kelompok mengalami peningkatan performa akibat latihan fisik rutin, kelompok yang mendapatkan intervensi *carbohydrate loading* menunjukkan *gain score* yang secara signifikan lebih besar dibandingkan kelompok kontrol, baik pada komponen *power endurance* otot tubuh bagian atas maupun otot tungkai bawah. Kondisi defisit karbohidrat kronis yang dialami atlet sebelum intervensi secara fungsional menyerupai kondisi *pra-loading*, sehingga *carbohydrate loading* tanpa fase *depletion* sudah memadai untuk menghasilkan efek yang bermakna pada populasi atlet remaja dengan pola makan yang tidak terstruktur. Temuan ini memberikan kontribusi ilmiah bahwa metode *carbohydrate loading* dapat digunakan sebagai strategi gizi pre-kompetisi tidak hanya pada olahraga berbasis daya tahan, tetapi juga pada olahraga dengan karakteristik eksplosif dan intermiten seperti pencak silat. Penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih besar, pengukuran glikogen langsung, serta keterlibatan atlet perempuan sangat diperlukan untuk memperkuat dan memperluas generalisasi temuan ini.

Referensi

Aird, T. P., Farquharson, A. J., Bermingham, K. M., O'Sullivan, A., Drew, J. E., & Carson, B. P. (2023). Fasted Sprint Interval Training Results in Some Beneficial Skeletal Muscle Metabolic, but Similar Metabolomic and Performance Adaptations Compared With Carbohydrate-Fed Training in Recreationally Active Male. *International Journal of Sport*

- Nutrition and Exercise Metabolism*, 33(2), 73-83. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0142>
- Arianto, A. (2023). Tata Laksana Gizi Olahraga pada Atlet Silat di Tapak Suci Putra Muhammadiyah Sukabumi. In *Sports Collaboration Journal (SCJ)*, 1(1). <https://doi.org/10.35473/scj.v1i01.1602>
- Burke, L. M. (2021). Nutritional Approaches to Counter Performance Constraints in High-Level Sports Competition. *Experimental Physiology*, 106(12), 2304–2323. <https://doi.org/10.1113/ep088188>
- Cabrera, D. D., Castro, M., Lemos, L. A., Matta, A. J., & Ríos, D. C. Z. (2025). Carbohydrates in Sports Performance. *International Journal of Complementary and Alternative Medicine*, 18(4), 148–154. <https://doi.org/10.15406/ijcam.2025.18.00741>
- Cid-Calfucura, I., Herrera-Valenzuela, T., Franchini, E., Falco, C., Alvial-Moscoso, J., Pardo-Tamayo, C., Zapata-Huenullán, C., Ojeda-Aravena, A., & Valdés-Badilla, P. (2023). Effects of Strength Training on Physical Fitness of Olympic Combat Sports Athletes: A Systematic Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043516>
- Daulay, D. E., & Keliat, P. (2023). The Effect of Nutritional Management on Energy Levels in Pencak Silat Athletes. *Journal Management of Sport*, 2(1), 13–20. <https://doi.org/10.55081/jmos.v2i1.2042>
- Fadhiil, F., Syafriani, R., & Bahri, S. (2023). Analisis Pemberian Diet *Carbohydrate Loading* Terhadap Kadar Asam Laktat Darah, Kadar Glukosa Darah, dan Performa Atlet Rowing Jarak 2000 Meter. *Jurnal Olahraga Kebugaran dan Rehabilitasi (JOKER)*, 3(1), 82–90. <https://doi.org/10.35706/joker.v3i1.8869>
- Furrer, R., Hawley, J. A., & Handschin, C. (2023). Themolecular Athlete: Exercise Physiology Frommechanisms To Medals. In *Physiological Reviews*, 103(3), 1693–1787. <https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2022>
- Henselmans, M., Bjørnsen, T., Hedderman, R., & Vårvik, F. T. (2022). The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. In *Nutrients*, 14(4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14040856>
- Katz, A. (2022). A Century of Exercise Physiology: Key Concepts in Regulation of Glycogen Metabolism in Skeletal Muscle. In *European Journal of Applied Physiology*, 122(8), 1751–1772. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04935-1>
- Makaruk, H., Starzak, M., Tarkowski, P., Sadowski, J., & Winchester, J. (2024). The Effects of Resistance Training on Sport-Specific Performance of Elite Athletes: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Human Kinetics*, 91, 135–155. <https://doi.org/10.5114/Jhk/185877>
- Pangestu, M. Y., Rusdiana, A., Subarjah, H., & Imanudin, I. (2024). Pengaruh Daily Undulating Periodization (DUP) terhadap Peningkatan Power Endurance. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(1), 38–47. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v5i1.2228>
- Pasiakos, S. M., & Margolis, L. M. (2023). Low Carbohydrate Availability Impairs Hypertrophy And Anaerobic Performance. *Current Opinion In Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 26(4), 347–352. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000934>
- PB IPSI. (2024). Edaran Peraturan Pertandingan Pencak Silat Terbaru 2024.
- Pezarat-Correia, P., Correia, J., Vaz, J. R., Neto, T., & Santos, P. D. G. (2023). Long-Term Neurophysiological Adaptations to Strength Training: A Systematic Review With Cross-

- Sectional Studies. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(10), 2091–2105. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004543>
- Podlogar, T., & Wallis, G. A. (2022). New Horizons in Carbohydrate Research and Application for Endurance Athletes. *Sports Medicine*, 52, 5–23. <https://doi.org/10.1007/S40279-022-01757-1>
- Rahmadani, F., & Aulia, P. (2023). Hubungan Komunikasi Interpersonal Pelatih Terhadap Peak Performance Atlet Pencak Silat SMI Bukittinggi. *Jurnal Edutraind : Jurnal Pendidikan Dan Pelatihan*, 7(1), 27–39. <https://doi.org/10.37730/edutraind.v7i1.207>
- Ramonas, A., Laursen, P. B., Williden, M., Chang, W. L., & Kilding, A. E. (2023). Carbohydrate Intake Before and During High Intensity Exercise With Reduced Muscle Glycogen Availability Affects The Speed of Muscle Reoxygenation and Performance. *European Journal Of Applied Physiology*, 123(7), 1479-1494. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05162-y>
- Ricci, A. A., Evans, C., Stull, C., Peacock, C. A., French, D. N., Stout, J. R., Fukuda, D. H., La Bounty, P., Kalman, D., Galpin, A. J., Tartar, J., Johnson, S., Kreider, R. B., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Jeffery, A., Algieri, C., & Antonio, J. (2025). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutrition and Weight Cut Strategies for Mixed Martial Arts and Other Combat Sports. *Journal of The International Society of Sports Nutrition*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2467909>
- Rong, W., Geok, S. K., Samsudin, S., Zhao, Y., Ma, H., & Zhang, X. (2025). Effects of Strength Training on Neuromuscular Adaptations in The Development of Maximal Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03070-z>
- Rosmayani, R., Wahyudi, H., & Mubarak, J. (2023). Comparison of Resistance Band and Battle Rope Training Towards Increasing Arm Muscle Endurance. *SPORT-Mu: Jurnal Pendidikan Olahraga*, 4(2), 110–122. <https://doi.org/10.32528/sport-mu.v4i2.22447>
- Solem, K., Clauss, M., & Jensen, J. (2025). Glycogen Supercompensation in Skeletal Muscle After Cycling or Running Followed By A High Carbohydrate Intake The Following Days: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers In Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1620943>
- Subagio, D. P. W. (2024). Sosialisasi Pengenalan Pencak Silat Kuntu Melalui Video Dokumenter Sebagai Upaya Pelestarian Budaya Lokal Mancilan, Kelurahan Pohjentrek, Kota Pasuruan. *Fokus Abdimas*, 3(2), 181-185. <https://doi.org/10.34152/abdimas.3.2.181-185>
- Subekti, N., Nur Warthadi, A., Mujahid, H., & Abdullah Dani Arni Rayhan, A. (2021). Analisis Performa Speed dan Power Atlet Pencak Silat Level Elit. *Jurnal Kepelatihan Olahraga SMART SPORT*, 18(1), 39-45. <https://doi.org/10.20961/rumi.v18i1.48507>
- Sudirman, S., Zainuddin, M. S., & Husnul, D. (2024). The Effect Of The Carbohydrate Loading Method on Improving The Performance of Amateur Runners. *Jurnal SPORTIF : Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 10(2), 273–287. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v10i2.23063
- Supriadi, A., Ujung, H., Limbong, T., Siahaan, C. E., Purba, J. J., & Syaputra, A. (2025). Analisis Tingkat Kebugaran Jasmani Pada Remaja: Kajian Terhadap Aktivitas Fisik dan Pola Hidup Sehat. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner (JPIM)*, 2(4), 1498–1506. <https://ojs.ruangpublikasi.com/index.php/jpim/article/view/1470>
- Wahyuningtyas, P., Rakhma, L. R., & Mardiyati, N. L. (2024). Hubungan Asupan Karbohidrat dan Status Gizi dengan Kebugaran Jasmani pada Mahasiswa Pendidikan Jasmani

- Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(1), 207-219. <https://doi.org/10.38035/rj.v7i1.1188>
- Wilson, P. (2022). Sport Supplements and The Athlete's Gut: A Review. *International journal of sports medicine*, 43(10), 840–849. <https://doi.org/10.1055/a-1704-3086>
- Yue, F., Wang, Y., Yang, H., & Zhang, X. (2025). Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic and Anaerobic Capacity in Olympic Combat Sports: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1576676>