



Hubungan *Chrononutrition*, *Fat-Free Mass*, dan Tingkat Konsumsi dengan $VO_2\text{Max}$ Atlet Sepak Bola Remaja

Novia Audrey Fitri Apsari, Muchamad Rizki Sentani, Isti Kumalasari, Ahmad Hisbullah Amrinanto
Gizi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

novia.audrey5@upi.edu

Abstrak

Performa aerobik merupakan komponen penting dalam menunjang prestasi atlet sepak bola, khususnya pada usia remaja yang berada dalam fase pertumbuhan dan perkembangan. Kapasitas aerobik dapat dinilai melalui $VO_2\text{max}$, yang menggambarkan kemampuan tubuh menggunakan oksigen selama aktivitas fisik. Faktor yang berkaitan dengan performa aerobik meliputi komposisi tubuh, asupan zat gizi, dan waktu makan. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan *chrononutrition*, *fat-free mass*, dan tingkat konsumsi energi serta zat gizi makro dengan performa aerobik pada atlet sepak bola remaja. Penelitian menggunakan desain cross-sectional dengan melibatkan 60 atlet sepak bola Akademi PERSIB Bandung berusia 17–18 tahun yang dipilih melalui total sampling. Data komposisi tubuh diperoleh menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), asupan makanan melalui food recall 2×24 jam, sedangkan performa aerobik dinilai berdasarkan $VO_2\text{max}$ dari tes Yo-Yo. Analisis bivariat menggunakan Fisher's Exact Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fat-free mass* memiliki hubungan signifikan dengan $VO_2\text{max}$ ($p = 0,000$). Sebaliknya, tingkat konsumsi energi ($p = 0,125$), protein ($p = 0,125$), lemak ($p = 0,712$), dan karbohidrat ($p = 0,392$) tidak menunjukkan hubungan signifikan. Variabel *chrononutrition*, yaitu *eating window* ($p = 0,488$), *breakfast skipping* ($p = 0,422$), *evening latency* ($p = 0,462$), dan *largest meal* ($p = 1,000$), juga tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan $VO_2\text{max}$. Temuan ini menunjukkan bahwa *fat-free mass* berperan lebih dominan terhadap kapasitas aerobik atlet dibandingkan tingkat konsumsi dan waktu makan. Hasil ini menjadi dasar pengembangan strategi pembinaan komposisi tubuh dan pemenuhan gizi atlet remaja.

Kata kunci: $VO_2\text{Max}$, *Chrononutrition*, Sepak Bola, Tingkat Konsumsi, *Fat-Free Mass*.

Abstract

Aerobic performance is a crucial component of athletic achievement for soccer players, particularly during adolescence—a period of active growth and development. Aerobic capacity is assessed via $VO_2\text{max}$, which reflects the body's ability to utilize oxygen during physical activity. Factors influencing aerobic performance include body composition, nutrient intake, and meal timing. This study aimed to examine the associations of *chrononutrition*, *fat-free mass*, and the intake levels of energy and macronutrients with aerobic performance in adolescent soccer players. A cross-sectional study design was employed, involving 60 players (aged 17–18) from the PERSIB Bandung Academy, selected via total sampling. Body composition data were obtained using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), dietary intake was assessed through 2×24-hour food recalls, and aerobic performance was evaluated based on $VO_2\text{max}$ derived from the Yo-Yo test. Bivariate analysis was conducted using Fisher's Exact Test. The results revealed a significant association between *fat-free mass* and $VO_2\text{max}$ ($p = 0.000$). Conversely, intake levels of energy ($p = 0.125$), protein ($p = 0.125$), fat ($p = 0.712$), and carbohydrates ($p = 0.392$) showed no significant association. *Chrononutrition* variables—specifically *eating window* ($p = 0.488$), *breakfast skipping* ($p = 0.422$), *evening latency* ($p = 0.462$), and timing of the largest meal ($p = 1.000$)—also demonstrated no significant association with $VO_2\text{max}$. These findings indicate that *fat-free mass* plays a more dominant role in the athletes' aerobic capacity than intake levels or meal timing. These results provide a basis for developing strategies regarding body composition management and nutritional support for adolescent athletes.

Keywords: $VO_2\text{Max}$, *Chrononutrition*, Soccer, Dietary Intake, *Fat-Free Mass*.

1. Pendahuluan

Pembinaan atlet muda menjadi fondasi utama dalam menentukan masa depan olahraga nasional. Pengembangan bakat sejak usia remaja diperlukan guna mencapai performa terbaiknya, khususnya pada cabang olahraga sepak bola yang mempunyai tingkat partisipasi tinggi dalam kalangan remaja (North et al., 2022). Peningkatan peringkat FIFA Indonesia dari 127 pada Desember 2024 menjadi 118 pada juli 2025 menggambarkan adanya peningkatan prestasi sepak bola Indonesia. Hal ini mencerminkan adanya kemajuan dalam sistem pembinaan, termasuk pada

tingkat akademi yang berperan dalam mengembangkan aspek teknik, fisik, mental dan sosial atlet (North et al., 2022).

Performa fisik, khususnya daya tahan aerobik, merupakan komponen utama dalam menunjang kemampuan atlet sepak bola (Wu et al., 2024). Daya tahan aerobik menggambarkan kemampuan tubuh dalam mempertahankan aktivitas fisik dalam durasi panjang dan umumnya diukur melalui indikator $VO_2\text{max}$ (Sutriawan, 2025). Penilaian performa atlet sering melibatkan pengukuran komposisi tubuh dan tes fisiologis seperti daya tahan kardiovaskular dan kekuatan otot (Toro-Román et al., 2023). Komposisi tubuh sangat berkaitan dengan kebugaran dan pencapaian prestasi, khususnya fat-free mass (FFM) yang terdiri atas otot, tulang, air, dan organ (Holmes & Racette, 2021; Martín-Rodríguez et al., 2024). Atlet dengan FFM yang optimal memiliki kapasitas aerobik yang lebih baik karena massa otot yang optimal mendukung penggunaan oksigen secara efisien selama aktivitas intensitas tinggi, sedangkan kelebihan lemak dapat menghambat sirkulasi darah dan menurunkan kapasitas aerobik (Damayanti, 2021).

Gizi merupakan aspek penting dalam mendukung performa atlet secara optimal (Martín-Rodríguez et al., 2024). Ketidakteraturan pola makan berpotensi mengganggu metabolisme tubuh dan memberikan dampak negatif terhadap daya tahan aerobik (Pelczyńska et al., 2024). Atlet usia remaja sering kali mempunyai jadwal makan yang tidak teratur akibat padatnya aktivitas sekolah dan latihan, sehingga berpotensi mengalami gangguan ritme sirkadian (Kontele & Vassilakou, 2021). Kondisi tersebut menjadi dasar pentingnya pendekatan *chrononutrition*, yaitu pendekatan gizi yang melihat waktu makan secara biologis, mencakup aspek waktu makan (*meal timing*), frekuensi makan, distribusi kalori harian, *chronotype*, dan kebiasaan makan malam. Penyesuaian pola makan yang selaras dengan jam biologis tubuh dapat membantu peningkatan performa aerobik atlet (Hall, 2023).

Penilaian kapasitas aerobik dapat dilakukan menggunakan tes Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1, yang merupakan metode umum untuk mengukur kemampuan daya tahan aerobik secara spesifik dalam olahraga seperti sepak bola. Hasil tes Yo-Yo IR1 pada 41 atlet remaja Akademi PERSIB Bandung bulan Juni 2025 menunjukkan 17 atlet masuk kategori below average, 6 atlet termasuk kategori average, dan 18 atlet tergolong very poor. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar atlet memiliki kapasitas aerobik yang belum optimal. Studi pendahuluan terhadap 10 atlet menunjukkan kebiasaan makan tidak teratur serta konsumsi fast food akibat padatnya aktivitas harian. Kondisi ini menjadi perhatian, mengingat Akademi PERSIB merupakan salah satu pusat pembinaan atlet muda yang memiliki peran penting dalam mencetak pemain profesional.

Terbatasnya penelitian sebelumnya yang secara spesifik mengkaji hubungan antara tingkat konsumsi, *chrononutrition*, dan fat-free mass dengan performa aerobik pada atlet sepak bola remaja mengindikasikan bahwa terdapat kesenjangan penelitian yang masih memerlukan kajian lebih mendalam. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi performa aerobik pada atlet sebagai dasar dalam usaha peningkatan $VO_2\text{Max}$.

2. Metode Penelitian

Desain penelitian ini adalah *cross-sectional*. Studi ini dilaksanakan di tempat pelatihan tim sepak bola Akademi PERSIB Bandung yang berlokasi di Secapa AD, Jl. Hegarmanah No.152, Hegarmanah, Kec. Cidadap, Kota Bandung, Jawa Barat 40141. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada 26 Januari – 05 Februari 2026. Penelitian ini melibatkan atlet sepak bola remaja di Akademi PERSIB Bandung sebagai populasi dengan jumlah sampel sebanyak 60 atlet. Metode pengambilan sampel dilaksanakan dengan metode total sampling. Subjek yang termasuk dalam kriteria inklusi adalah atlet sepak bola yang aktif berlatih, atlet yang telah menjalani latihan sepak bola minimal 3 bulan terakhir, atlet yang menyetujui partisipasi dalam penelitian dan memahami persyaratan serta risiko yang terlibat, berpartisipasi dalam seluruh rangkaian sejak tahap awal hingga tahap akhir serta berada pada rentang usia 17-18 tahun. Kriteria eksklusi yakni atlet yang sedang mengonsumsi obat atau suplemen yang dapat mempengaruhi hasil penelitian, atlet yang memiliki riwayat penyakit atau cedera yang mempengaruhi partisipasi tes kebugaran, atlet yang tidak hadir saat penelitian berlangsung.

Instrumen pada penelitian ini berupa kuesioner. Penelitian ini mengumpulkan data primer berupa karakteristik responden (nama, usia, nomor telepon, tanggal lahir, dan tingkat pendidikan), data antropometri, data komposisi tubuh, data riwayat aktivitas fisik, data *recall* 2x24 jam, data *chrononutrition*. Data sekunder yang dikumpulkan berupa data tes Yo-Yo, data jadwal dan durasi latihan di Akademi Persib Bandung. Data antropometri didapatkan dengan pengukuran tinggi badan menggunakan alat stadiometer. Data komposisi tubuh didapatkan dengan metode

alat *Biometrical Impedance Analysis* (BIA). Data riwayat asupan makanan didapatkan menggunakan metode food recall 2x24 jam. Data riwayat aktivitas diperoleh melalui wawancara.

Dalam penelitian ini, data dianalisis menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) *Statistics* 21. Data univariat disajikan dalam bentuk distribusi deskriptif, frekuensi dan persentase, sedangkan data bivariat dianalisis dengan uji *Fisher's Exact Test*. Uji ini digunakan sebagai pengganti dari uji *Chi-Square* karena terdapat sel dengan nilai *expected count* kurang dari 5, sehingga asumsi uji *Chi-Square* tidak terpenuhi.

3. Hasil dan Pembahasan

Rangkaian hasil penelitian berdasarkan urutan/susunan logis untuk membentuk sebuah cerita. Isinya menunjukkan fakta/data. Dapat menggunakan Tabel dan Angka tetapi tidak menguraikan secara berulang terhadap data yang sama dalam gambar, tabel dan teks. Untuk lebih memperjelas uraian, dapat menggunakan sub judul.

Hasil

Penelitian ini melibatkan 60 atlet sepak bola akademi Persib Bandung yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Hasil distribusi karakteristik responden disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran Karakteristik Responden

Variabel	Average $\pm$ SD	Range
Usia	17,23 $\pm$ 0,43	17-18
Tinggi Badan (cm)	169,5 $\pm$ 6,2	149-185,6
Berat Badan (kg)	62,2 $\pm$ 7,7	43,7-83
IMT	21,7 $\pm$ 2,7	16,4-31,8
Body Fat (%)	13,8 $\pm$ 4,2	7,6-26,5
Fat Free Mass (kg/m ²)	53,42 $\pm$ 5,4	39-65
Nilai VO ₂ Max	43,56 $\pm$ 2,455	41-51

Tabel 1 menunjukkan bahwa atlet memiliki rata-rata usia di 17,23 tahun dengan rentang usia antara 17 hingga 18 tahun. Rata-rata tinggi badan responden adalah 169,5 $\pm$ 6,2 cm, berat badan 62,2 $\pm$ 7,7 kg dan IMT 21,7 $\pm$ 2,7 kg/m². *Fat free mass* responden memiliki nilai rata-rata sebesar 53,42 $\pm$ 5,4 (kg/m²). Performa aerobik didapatkan berdasarkan nilai VO₂Max. Nilai VO₂Max responden rata-rata adalah 43,56 dengan rentang nilai 41-51.

Tabel 2. Gambaran Tingkat Konsumsi Zat Gizi dan Chrononutrition

Variabel	n	%
Tingkat Konsumsi Lemak		
Kurang (<90%)	38	63,3
Cukup (>90%)	22	36,7
Tingkat Konsumsi Karbohidrat		
Kurang (<90%)	47	78,3
Cukup (>90%)	13	21,7
Jendela Makan		
Buruk (>14:00)	4	6,7
Baik (<14:00)	56	93,3
Melewatkan Sarapan		
Buruk (>4 hari/minggu)	16	26,7
Baik (<4 hari/minggu)	44	73,3
Evening Latency		
Buruk ($\leq$ 2:00)	24	40
Baik ($\geq$ 2:00)	36	60
Largest Meal		
Buruk (Makan Malam)	11	18,3
Baik (Sarapan/siang)	49	81,7
Evening Eating		
Buruk ($\geq$ 23:00)	0	0
Baik ($\leq$ 23:00)	60	100

Tabel 2 menunjukkan bahwa mayoritas responden dalam penelitian ini memiliki tingkat konsumsi energi dan protein yang kurang dengan jumlah subjek sebanyak 51 (85%). Tingkat konsumsi lemak juga masih berada pada kategori kurang dengan jumlah responden sebanyak 38 orang (63,3%). Tingkat konsumsi karbohidrat berada pada kategori kurang dengan jumlah responden sebanyak 47 (78,3%). Berdasarkan analisis deskriptif didapatkan bahwa mayoritas responden memiliki *eating window* yang baik dengan jumlah subjek sebanyak 56 (93,3%). Sebagian responden juga mempunyai kebiasaan melakukan sarapan dengan jumlah subjek 44 (73,3%). Mayoritas responden penelitian ini memiliki latensi makan yang baik dengan jumlah subjek sebanyak 36 responden (60%). Dalam penelitian ini, sebagian besar responden menunjukkan kebiasaan *largest meal* 49 (81,7%), dan *evening eating* 60 responden (100%) yang baik.

Tabel 3. Analisis hubungan antara Fat Free Mass, Chrononutrition, dan Tingkat Konsumsi dengan Performa Aerobik

Variabel		Performa Aerobik		P-value	Ket
		Kurang	Baik		
Fat Free Mass					
-	Kurang	51 (100%)	0 (0,0%)	0,000	Signifikan
-	Baik	0 (0,0%)	9 (100%)		
Eating Window					
-	Buruk	3 (75,0%)	1 (25%)	0,488	Tidak signifikan
-	Baik	48 (85,7%)	8 (14,3%)		
Breakfast Skipping					
-	Buruk	15 (93,8%)	1 (6,3%)	0,422	Tidak signifikan
-	Baik	36 (81,8%)	8 (18,2%)		
Latensi Makan					
-	Buruk	19 (79,2%)	5 (20,4%)	0,462	Tidak signifikan
-	Baik	32 (88,9%)	4 (11,1%)		
Largest meal					
-	Buruk	10 (90,9%)	1 (9,1%)	1,000	Tidak signifikan
-	Baik	41 (83,7%)	8 (16,3%)		
Tingkat Konsumsi Energi					
-	Kurang	45 (88,2%) 6 (66,7%)	6 (11,8%) 3 (33,3%)	0,125	Tidak signifikan
-	Cukup				
Tingkat Konsumsi Protein					
-	Kurang	45 (88,2%) 6 (66,7%)	6 (11,8%) 3 (33,3%)	0,125	Tidak signifikan
-	Cukup				
Tingkat Konsumsi Lemak					
-	Kurang	33 (86,8%) 18 (81,8%)	5 (13,2%) 4 (18,2%)	0,712	Tidak signifikan
-	Cukup				
Tingkat Konsumsi Karbohidrat					
-	Kurang	41 (87,2%)	6 (12,8%)	0,392	Tidak signifikan
-	Cukup	10 (76,9%)	3 (23,1%)		

Tabel 3 menunjukkan bahwa diperoleh nilai p-value sebesar 0,000 ($p \text{ value} < 0,05$) yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara *fat-free mass* dengan performa aerobik. Sementara itu, hasil analisis pada jendela makan, melewati sarapan, latensi makan, porsi makan terbesar, tingkat asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat menghasilkan nilai $p > 0,05$ yang berarti tidak terdapat hubungan signifikan dengan performa aerobik.

Pembahasan

Penelitian ini melibatkan 60 atlet sepak bola remaja dengan rentang usia 17-18 tahun dari Akademi PERSIB Bandung, yang berada pada fase pertumbuhan dengan perubahan hormonal, fisik, dan metabolisme yang signifikan. Kondisi ini membuat remaja membutuhkan energi dan zat gizi yang cukup guna mendukung aktivitas fisik dan perkembangan tubuh secara optimal (Khasanul Bisri et al., 2021a). Bagi atlet berat badan yang proposional sangat dibutuhkan guna menunjang kemampuan seperti bergerak secara lincah dan cepat. Pertumbuhan tinggi badan dan peningkatan massa otot pada remaja tidak hanya mencerminkan kematangan biologis, tetapi juga menunjukkan adanya peningkatan kebutuhan metabolisme yang perlu didukung oleh asupan gizi

yang cukup (Sasmariato, 2022). Sebagian responden penelitian ini mempunyai persentase lemak tubuh dalam kategori baik. Rentang persentase lemak tubuh pada atlet sepak bola pria adalah 10-18% (Jeukendrup, 2010). Persentase lemak tubuh yang meningkat akan berdampak terhadap penurunan kapasitas aerobik ($VO_2\max$) pada pemain sepak bola profesional (Nastiti, 2023).

Hasil pengukuran untuk FFM menunjukkan bahwa sebagian besar responden mempunyai *fat-free mass* (FFM) dalam katgeori kurang. FFM yang didominasi oleh massa otot memiliki fungsi penting dalam meningkatkan kemampuan fisik, seperti *endurance*, *power*, dan *speed*. Massa otot yang tidak optimal dapat menghambat efisiensi penggunaan oksigen selama aktivitas dengan intensitas tinggi (Wijaya et al., 2021). Pola makan yang baik juga dimiliki oleh mayoritas responden, yang ditunjukkan oleh *eating window* yang teratur, *evening latency* yang sesuai, kebiasaan melakukan sarapan, dan mempunyai porsi makan yang tidak berlebih pada saat malam hari. Pola makan yang teratur berperan dalam menjaga ritme sirkadian tubuh yang berpengaruh terhadap metabolisme energi dan fungsi fisiologis secara keseluruhan (Mochammad Zamzam Alfarizi et al., 2024).

Data asupan energi dan zat gizi makro responden sebagian besar masih tergolong kurang dari kebutuhan. Kekurangan asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat akan berdampak pada penurunan performa fisik. Asupan protein berkontribusi dalam proses regenerasi dan pembentukan jaringan otot, sehingga ketidakcukupan asupan protein dapat berdampak pada penurunan kebugaran atlet (Oddi Marmara Maryam & Farapti, 2025). Sebagai sumber energi utama, karbohidrat sangat dibutuhkan atlet, terutama dalam olahraga berintensitas tinggi seperti sepak bola, sehingga kekurangan asupan karbohidrat dapat mempengaruhi kebugaran tubuh (Wijaya et al., 2021). Lemak juga dapat berfungsi sebagai sumber energi, terutama pada aktivitas dengan durasi yang panjang, serta lemak juga mempunyai fungsi sebagai pelarut vitamin dan pelindung organ vital (Lin & Jensen, 2025). Hasil pengukuran performa aerobik menunjukkan bahwa mayoritas responden mempunyai nilai $VO_2\max$ yang kurang. $VO_2\max$ merupakan indikator penting dalam penilaian kapasitas kardiorespirasi, seperti olahraga sepak bola yang menuntut daya tahan aerobik tinggi (Nurliani et al., 2025). Nilai $VO_2\max$ yang rendah menggambarkan bahwa kapasitas aerobik responden belum optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *fat-free mass* berhubungan secara signifikan (p value < 0,05) dengan performa aerobik. Temuan ini mengindikasikan bahwa komposisi tubuh, khususnya *fat-free mass*, berperan penting dalam menentukan kapasitas aerobik atlet. Temuan ini sejalan dengan Salim (2026) yang menyatakan bahwa *fat-free mass* memiliki hubungan sangat kuat dan signifikan dengan performa aerobik pada atlet yang berusia 19-12 tahun. Penelitian Mondal (2022) mengungkapkan adanya hubungan signifikan dengan kekuatan lemah dan arah positif antara *fat-free mass* dengan performa aerobik pada kelompok remaja. Penilaian performa aerobik dilakukan dengan menggunakan tes *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 2* (IR2) yang dinyatakan dalam bentuk level lalu dikonversi menjadi jarak tempuh dan didapatkan hasil $VO_2\max$. Rata-rata responden berada pada level 15 dengan jarak tempuh 860 meter dan nilai $VO_2\max$ 43,5, yang termasuk dalam kategori kurang.

Hubungan antara *fat-free mass* dan performa aerobik dapat dijelaskan melalui peran fisiologis massa otot. Massa otot berperan dalam peningkatan kemampuan tubuh untuk memanfaatkan oksigen pada saat melakukan aktivitas fisik, sehingga mendukung daya tahan kardiovaskular (Prayudho et al., 2026). Otot merupakan lokasi utama metabolisme aerobik, yaitu proses penggunaan oksigen untuk menghasilkan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) (Rosandi & Sudijandoko, 2022). Peningkatan massa otot membantu meningkatkan kapasitas tubuh dalam menyerap dan memanfaatkan oksigen, yang berdampak pada peningkatan $VO_2\max$ sebagai indikator utama dalam performa aerobik (Faradhibha et al., 2025). Selain itu, *fat-free mass* juga berperan penting dalam peningkatan cadangan glikogen otot sebagai sumber energi utama selama aktivitas olahraga seperti sepak bola, sehingga atlet dapat mempertahankan intensitas aktivitas lebih lama tanpa cepat mengalami kelelahan (Ratu, 2024).

Berbeda dengan FFM, pada tingkat konsumsi energi tidak ditemukan hubungan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan performa aerobik. Temuan ini sejalan dengan penelitian El Ghina et al (2023) dan Fitrah (2024) yang menemukan tidak adanya hubungan antara asupan energi dengan $VO_2\max$ pada atlet. Keadaan ini dapat disebabkan oleh kurangnya edukasi gizi serta kebiasaan atlet yang mengonsumsi makanan dari luar akibat tinggal sendiri di kost. Tidak adanya hubungan dapat juga disebabkan oleh tubuh atlet yang mengalami adaptasi metabolik dengan meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan oksigen meskipun dalam kondisi asupan energi kurang dari kebutuhan (Daulay et al., 2025). Performa aerobik juga dipengaruhi oleh faktor fisiologis seperti fungsi paru-paru, jantung, serta massa otot, yang mempunyai peran lebih dominan daripada total asupan energi (Aqilla et al., 2024). Jadwal latihan yang padat dan program latihan yang terstruktur dapat berpengaruh terhadap peningkatan $VO_2\max$ dibandingkan dengan asupan energi (Daulay et al., 2025).

Tidak ditemukan korelasi signifikan antara tingkat asupan protein dan lemak dengan performa aerobik. Temuan ini diperkuat oleh studi (Oddi Marmara (2025) yang menyebutkan bahwa tidak adanya hubungan antara tingkat konsumsi protein dan lemak dengan VO_{2Max} . Ketidackukupan asupan protein dapat menghambat proses pemulihan, perbaikan, dan pembentukan jaringan otot, meskipun protein tidak berperan langsung sebagai sumber energi utama dalam aktivitas aerobik (Harahap et al., 2025). Asupan lemak yang rendah juga dapat mempengaruhi keseimbangan energi, meskipun lemak lebih berkontribusi pada aktivitas dengan intensitas rendah hingga durasi panjang (Kolnes et al., 2021). Jenis lemak dan kemampuan tubuh dalam proses oksidasi juga mempengaruhi pemanfaatannya sebagai sumber energi (Abeyrathne et al., 2021). Kondisi defisit protein dan lemak secara bersamaan akan membuat tubuh lebih berfokus pada pemenuhan kebutuhan dasar dibandingkan peningkatan performa (Everett, 2025).

Hasil *food recall* 2x24 jam responden didapatkan bahwa responden sering mengonsumsi protein seperti ayam, telur, tahu, dan tempe, yang menunjukkan bahwa adanya keragaman antara protein hewani dan nabati. Protein hewani mempunyai peran dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan otot, dan pemulihan setelah latihan (Reid-McCann et al., 2025), sedangkan kombinasi dengan protein nabati membantu memenuhi kebutuhan zat gizi secara lebih seimbang (Akmaliyah, 2025). Sumber lemak yang sering dikonsumsi oleh responden berasal dari penggunaan minyak dalam pengolahan makanan, seperti makanan bersantan dan gorengan, yang memiliki potensi meningkatkan asupan lemak jenuh dan mempengaruhi persentase lemak tubuh (Fauzi et al., 2021).

Tingkat konsumsi karbohidrat tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan performa aerobik. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Fadillah *et al* (2025) dan Oddi Marmara (2025). Kurangnya asupan karbohidrat menyebabkan cadangan glikogen di otot dan hati tidak mencapai tingkat optimal, sehingga ketersediaan energi menjadi terbatas (Wahyuningtyas et al., 2024). Karbohidrat adalah sumber energi utama dalam aktivitas dengan intensitas sedang hingga tinggi yang melalui proses glikolisis dan oksidasi aerobik (Husnul et al., 2024). Kekurangan asupan karbohidrat secara kronis dapat memicu adaptasi metabolik berupa peningkatan oksidasi lemak, namun juga memiliki dampak pada penurunan cadangan glikogen, penurunan kerja otot, dan peningkatan kelelahan (Diaz-Lara et al., 2025).

Berdasarkan hasil *food recall* didapatkan bahwa responden cenderung mengonsumsi makanan dengan indeks glikemik tinggi seperti nasi, mie, roti, dan gula. Konsumsi karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi sebelum aktivitas tidak disarankan karena akan menyebabkan fluktuasi glukosa darah yang berdampak pada performa (Kajisa & Sakai, 2023). Sebaliknya, konsumsi karbohidrat indeks glikemik rendah sebelum aktivitas akan membantu penghematan cadangan glikogen (Moitzi et al., 2024).

Uji *Fisher's Exact Test* mengindikasikan tidak terdapat korelasi yang signifikan antara *eating window* dengan performa aerobik ($p > 0,05$). Temuan ini sejalan dengan Brady (2021) yang menyatakan bahwa TRE (*time-restricted eating*) tidak mempunyai pengaruh dengan VO_{2Max} . Rata-rata *eating window* responden adalah 12 jam per hari, yang menunjukkan pola makan relatif teratur dalam satu hari. Meskipun demikian, tidak adanya hubungan dapat disebabkan karena VO_{2max} adalah kapasitas fisiologis yang terbentuk melalui adaptasi latihan jangka panjang, bukan karena respon akut terhadap pola makan harian (Tahan et al., 2025). Pada atlet olahraga yang beregu, ketersediaan glikogen lebih ditentukan oleh total asupan karbohidrat dalam 24-48 jam sebelum aktivitas dibandingkan waktu makan (Kinrade). Defisit karbohidrat dapat menurunkan cadangan glikogen dan menghambat performa aerobik meskipun atlet mempunyai pola makan yang teratur (Wahyuningtyas et al., 2024).

Variabel *breakfast skipping* juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan performa aerobik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Lamb *et al* (2025) pada atlet olahraga permainan dengan protokol *intermittent cycling* tidak menemukan *breakfast skipping* berpengaruh terhadap performa aerobik. Karakteristik olahraga yang bersifat *intermittent*, memungkinkan adanya periode pemulihan sehingga ketergantungan terhadap asupan energi saat sarapan menjadi lebih rendah. Tubuh juga mempunyai kemampuan kompensasi energi dengan meningkatkan asupan pada waktu makan berikutnya (Stratton et al., 2025). Pada atlet remaja yang mempunyai jadwal latihan sore hingga malam, performa lebih dipengaruhi oleh asupan siang hari dan camilan sebelum latihan (Zakrzewski-Fruer et al., 2021). Fleksibilitas metabolik pada remaja yang masih dalam masa pertumbuhan turut mendukung adaptasi terhadap fluktuasi asupan (Desbrow, 2021). Meskipun demikian, sarapan tetap mempunyai peranan penting terutama jika atlet mengonsumsi komposisi makanan yang tepat. Komposisi makanan yang kurang tepat seperti mengonsumsi makanan tinggi lemak jenuh dan rendah karbohidrat kompleks akan berpengaruh terhadap performa aerobik (Zdzieblik et al., 2022).

Variabel *largest meal* juga menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan ($p > 0,05$) dengan performa aerobik. Temuan ini sejalan dengan Guédet *et al* (2025). Hal ini menunjukkan bahwa distribusi waktu makan tidak cukup mempengaruhi VO_{2max} , karena performa lebih ditentukan oleh kecukupan asupan total energi dan karbohidrat (Khasanul Bisri *et al.*, 2021). *Meal timing* lebih berperan pada aspek metabolik seperti keseimbangan energi dan respons glukosa dibandingkan kapasitas aerobik (Liu *et al.*, 2024). VO_{2max} dipengaruhi oleh adaptasi latihan jangka panjang, seperti fungsi jantung, paru, dan otot, bukan oleh faktor akut seperti *largest meal* (Tahan *et al.*, 2025).

Analisis bivariat variabel *evening latency* juga menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara *evening latency* dengan performa aerobik. Temuan ini selaras dengan penelitian Moore *et al* (2025) yang menemukan tidak adanya kaitan antara waktu makan dengan VO_{2max} . Rata-rata *evening latency* responden adalah 2,2 jam, yang menunjukkan jeda makan malam yang cukup sebelum tidur. Jarak waktu makan ≥ 2 jam sebelum tidur lebih baik bagi kesehatan (Brown, 2025). Secara fisiologis, ritme sirkadian memiliki peran dalam mengatur metabolisme energi, sekresi hormon, dan kualitas tidur, sehingga pola makan malam yang kurang baik dapat berpengaruh terhadap metabolisme tubuh (Gunarsa Singgih, 2021).

Variabel *evening eating* tidak dapat dilakukan analisis hubungan karena seluruh responden berada pada kategori yang sama yaitu baik. Rata-rata waktu makan malam responden adalah pukul 19.48, yang tergolong tidak terlalu larut dan menunjukkan pola makan yang baik. Waktu makan malam yang lebih awal berkaitan dengan regulasi metabolisme yang lebih optimal (Mochammad Zamzam Alfarizi *et al.*, 2024). Regulasi metabolisme yang baik memungkinkan tubuh mengelola penggunaan dan penyimpanan energi secara efisien sesuai ritme sirkadian (Reytor-González *et al.*, 2025). Kondisi ini membantu kestabilan ketersediaan energi, terutama dalam bentuk cadangan glikogen, serta dalam proses pemulihan setelah aktivitas (Manalu *et al.*, 2025).

Penelitian ini mempunyai keterbatasan yang perlu dipertimbangkan oleh peneliti selanjutnya dalam interpretasi hasil. Estimasi *exercise energy expenditure* (EEE) pada penelitian ini hanya berdasarkan pada frekuensi, durasi, serta jenis latihan yang dilaporkan oleh atlet dan pelatih, tanpa menggunakan alat ukur objektif seperti monitor detak jantung polar yang mampu memberikan data lebih akurat. Ketergantungan pada estimasi subjektif tersebut memiliki potensi hasil validitas yang tidak akurat. Selain itu, pengukuran asupan makanan yang menggunakan metode *food recall* juga memiliki potensi menimbulkan bias, seperti porsi terlalu sedikit atau terlalu banyak. Metode penelitian yang lebih akurat seperti *food weighing* belum dapat dilakukan sebab keterbatasan waktu dan padatnnya jadwal turnamen atlet.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa *fat-free mass* (FFM) memiliki hubungan signifikan dengan performa aerobik, sedangkan untuk tingkat konsumsi energi, lemak, protein dan karbohidrat serta variabel *chrononutrition* seperti *eating window*, *largest meal*, *breakfast skipping*, *evening eating*, dan *evening latency* tidak mengindikasikan adanya hubungan yang signifikan dengan performa aerobik atlet sepak bola Akademi Persib Bandung. Dengan mempertimbangkan hal tersebut peningkatan kualitas komposisi tubuh dan pemenuhan kebutuhan gizi yang perlu menjadi fokus bagi pelatih dan atlet dalam mendukung performa secara optimal.

Reference

1. Abeyrathne, E. D. N. S., Nam, K., & Ahn, D. U. (2021). Analytical Methods for Lipid Oxidation and Antioxidant Capacity in Food Systems. *Antioxidants*, 10(10), 1587. <https://doi.org/10.3390/antiox10101587>
2. Akmaliyah, U. (2025). Protein Molekul Esensial Untuk Metabolisme Dan Imunitas. In *BIOLOGIKA: Jurnal Ilmiah Biologi* (Vol. 1, Number 1).
3. Aqilla, K., Iqbal Rivai, M., Adriza Fahlevi, R., Studi Ilmu Keolahragaan, P., Ilmu Kesehatan, F., & Singaperbangsa Karawang, U. (2024). *Journal Human Resource Strengthening Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Efisiensi Sistem Respirasi Atlet The Influence Of Physical Training On The Efficiency Of The Athlete Respiratory System* Keyword: *Influence Physical Training Respiratory* Corresponding Author. <https://journalhrs.com/index.php/JHRS>
4. Brady, A. J., Langton, H. M., Mulligan, M., & Egan, B. (2021). Effects of 8 wk of 16:8 time-restricted eating in male middle-and long-distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(3), 633-642. doi: [10.1249/MSS.0000000000002488](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002488)
5. Brown, R. B. (2025). Late-Night Feeding, Sleep Disturbance, and Nocturnal Congestion Mediated by Hyperglycemia, Renal Sodium Retention, and Cortisol: A Narrative Review. *Clocks & Sleep*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.3390/clockssleep8010001>
6. Damayanti, C., & A. M. (2021). Correlation between percentage of body fat with speed and cardiorespiratory endurance among futsal athletes in Surabaya. *Media Gizi Indonesia*, 16(1), 53–61.
7. Daulay, D. E., Agus, E., Hutasoita, S., Hutapea, B., Sitopu, D. F., Sharil, A., Edwar, G., Simarmata, E., Bastanta Pelawi, E., Aritonang, A. Y., Hafizah, N., Kepelatihan Olahraga, P., & Keolahragaan, I. (2025). Strategi Peningkatan VO_{2MAX} Terhadap Atlet Atletik. *Jurnal*

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14116>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember, 2025(A)*, 269–274.
8. Desbrow, B. (2021). Youth Athlete Development and Nutrition. *Sports Medicine*, 51(S1), 3–12. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01534-6>
 9. Diaz-Lara, J., Prieto-Bellver, G., Guadalupe-Grau, A., & Bishop, D. J. (2025). Responses to Exercise with Low Carbohydrate Availability on Muscle Glycogen and Cell Signaling: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 55(1), 79–100. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02119-9>
 10. Eberle, S. G. (2013). Endurance sports nutrition. *Human Kinetics*.
 11. El Ghina, M. F., Widawati, W., & Lestari, R. R. (2023). Asupan Energi, Protein, Status Gizi, dan VO2 Max Atlet Futsal MAN 1 Pekanbaru. <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.3.175-181>
 12. Everett, S. (2025). Optimizing Performance Nutrition for Adolescent Athletes: A Review of Dietary Needs, Risks, and Practical Strategies. *Nutrients*, 17(17), 2792. <https://doi.org/10.3390/nu17172792>
 13. Fadillah, K., Zulaekah, S., & Mardiyati, N. L. (2025). Hubungan Asupan Karbohidrat Dan Persentase Lemak Tubuh Dengan Kebugaran Jasmani Anggota Ukm Futsal Universitas Di Surakarta. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 4147–4156. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v9i2.47369>
 14. Faradhibha, E., Jayadilaga, Y., Ine Aprilia Damai, A., Keolahragaan, I., Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan, F., Negeri Makassar, U., Wijaya Kusuma No, J., & Selatan, S. (2025). The Relationship Between Fat Content And Muscle Mass With Vo2 Max In Soccer Players At The Faculty Of Sports And Health Sciences Unm. *JURNAL ILARA*, 16(1), 133–139. <https://journal.unm.ac.id/index.php/ilara/index>
 15. Fauzi, N., Khofifah, N., Dewi Pusparini, dan, & Studi Gizi, P. (2021). Hubungan Tingkat Kecukupan Energi dan Zat Gizi terhadap Rasio Ligkar Pinggang dengan Tinggi Badan (WTHR) dan persen Lemak Tubuh Atlet Sepak Bola PPLP Jawa Tengah. In *Indonesia Mewujudkan Insan Olahraga yang Inovatif*.
 16. Fitrah, F. N., & Putriningtyas, N. D. (2024). Hubungan asupan zat gizi makro dan status gizi dengan kebugaran jasmani atlet cabang olahraga permainan. *Jurnal Gizi*, 13(1), 59-69. <https://doi.org/10.26714/jg.13.1.2024.59-69>
 17. Guédet, C., Tagougui, S., Gauthier, A. C., Thivel, D., & Mathieu, M. E. (2025). The impact of exercise timing on energy intake: A systematic review and meta-analysis of diurnal and meal timing effects. *Appetite*, 204, 107752. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107752>
 18. Gunarsa Singgih. (2021). Hubungan Kualitas Tidur dengan Kebugaran Jasmani Siswa Hubungan Kualitas Tidur Dengan Kebugaran Jasmani Siswa Singgih Dirga Gunarsa *, Spto Wibowo. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-jasmani>
 19. Hall, M. (2023). *Encompass Encompass Occupational Balance Education: A Prerequisite to Healthy Habit Occupational Balance Education: A Prerequisite to Healthy Habit Formation Formation*. https://encompass.eku.edu/honors_theses/1003
 20. Harahap, N. K., Nabila, M., & Ramadhana, A. T. (2025). Analysis of the Influence of Nutrition Education on Nutritional Knowledge of Basketball Athletes in Medan. *Holistic Science*, 5(1), 65–70. <https://doi.org/10.56495/hs.v5i1.845>
 21. Holmes, C. J., & Racette, S. B. (2021). The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients*, 13(8), 2493. <https://doi.org/10.3390/nu13082493>
 22. Husnul, D. (2024). Efektifitas Penggunaan Metode Karbohidrat Loading Pada Atlet Sepak Bola Ssfc Unm. *Korsa; Jurnal Kajian Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan*, 3(1), 37-40. <https://doi.org/10.1123/japa.14.3.210>
 23. Jeukendrup, A. E., & G. M. (2010). *Sport nutrition: An introduction to energy production and performance* (2nd ed.). Human Kinetics.
 24. Kajisa, T., & Sakai, T. (2023). Adrenaline rush in athletes: Visualizing glucose fluctuations during high-intensity races. <https://doi.org/10.1101/2023.05.12.23289815>
 25. Khasanul Bisri, Cica Yulia, & Ellis Endang Nikmawati. (2021). Identifikasi Status Gizi Dan Kebiasaan Makan Atlet Usia Remaja Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Sains Boga*, 4(2), 24–32. <https://doi.org/10.21009/JSB.004.2.04>
 26. Kolnes, K. J., Petersen, M. H., Lien-Iversen, T., Højlund, K., & Jensen, J. (2021). Effect of Exercise Training on Fat Loss—Energetic Perspectives and the Role of Improved Adipose Tissue Function and Body Fat Distribution. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.737709>
 27. Kontele, I., & Vassilakou, T. (2021). Nutritional Risks among Adolescent Athletes with Disordered Eating. *Children*, 8(8), 715. <https://doi.org/10.3390/children8080715>
 28. Lamb, C., Collins-Shirley, F., Rees-Millns, S., Cowley, A., Love, T. D., Waldron, M., ... & Metcalfe, R. S. (2025). No Effect of Delaying a Carbohydrate-Rich Breakfast on Afternoon High-Intensity Intermittent Exercise Performance in Trained Games Players: A Randomized, Single-Blind, Placebo Controlled Trial. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 35(4), 303–311. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2024-0239>
 29. Lin, S., & Jensen, M. D. (2025). Human Adipose Tissue Metabolism in Obesity. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 34(2), 105–119. <https://doi.org/10.7570/jomes25025>
 30. Liu, H. Y., Eso, A. A., Cook, N., O'Neill, H. M., & Albarqouni, L. (2024). Meal Timing and Anthropometric and Metabolic Outcomes. *JAMA Network Open*, 7(11), e2442163. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.42163>
 31. Manalu, N., Nainggolan, J. O. Z., Al-Fandi, M. S., Siregar, M. R. H., & Sudapa, H. (2025). Kontribusi Pola Hidup Sehat Terhadap Kecepatan Pemulihan Setelah Latihan Berat. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(03), 260–273.
 32. Martín-Rodríguez, A., Belinchón-deMiguel, P., Rubio-Zarapuz, A., Tornero-Aguilera, J., Martínez-Guardado, I., Villanueva-Tobaldo, C., & Clemente-Suárez, V. (2024). Advances in Understanding the Interplay between Dietary Practices, Body Composition, and Sports Performance in Athletes. *Nutrients*, 16(4), 571. <https://doi.org/10.3390/nu16040571>
 33. Mochammad Zamzam Alfarizi, Mirasari Putri, & Usep Abdullah Husin. (2024). Hubungan Makan Larut Malam dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Kadar Lemak Tubuh. *Bandung Conference Series: Medical Science*, 4(1), 446–453. <https://doi.org/10.29313/bcsms.v4i1.10968>
 34. Moitzi, A. M., Krššák, M., Klepochova, R., Triska, C., Csapo, R., & König, D. (2024). Effects of a 10-Week Exercise and Nutritional Intervention with Variable Dietary Carbohydrates and Glycaemic Indices on Substrate Metabolism, Glycogen Storage, and Endurance Performance in Men: A Randomized Controlled Trial. *Sports Medicine - Open*, 10(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00705-9>
 35. Mondal, H., & Mishra, S. P. (2022). Effect of BMI, Body Fat Percentage and Fat Free Mass on Maximal Oxygen Consumption in Healthy Young Adults. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*, 11(6), CC17–CC20. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25465.10039>
 36. Moore, H., Fillon, A., Beaulieu, K., Pereira, B., Drapeau, V., Mathieu, M. E., & Thivel, D. (2025). The Role of Meal Timing in Appetitive Responses to Acute Exercise in Adolescents with and without Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Nutrition*, 155(3), 719–728. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2025.01.007>
 37. Nastiti, Y. S. T., & F. F. (2023). Hubungan antara Status Gizi dan Persen Lemak Tubuh dengan Kebugaran Jasmani pada Atlet Bola Basket Universitas Muhammadiyah Surakarta.

38. North, M., Kelly, A. L., Ranchordas, M. K., & Cole, M. (2022). Nutritional Considerations in High Performance Youth Soccer: A Systematic Review. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 4(3), 195–212. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00171-3>
39. Nurliani, Hasbi Asyhari, Ricardo V. Latuheru, Ramli, & Silatul Rahmi. (2025). Sosialisasi Senam Aerobik untuk Meningkatkan VO2 Max pada Mahasiswa di Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Bina Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 236–246. <https://doi.org/10.55081/jbpkm.v5i2.4160>
40. Oddi Marmara Maryam, & Farapti. (2025). Analysis Of The Effect of Macronutrient Intake on Athletes' Fitness and Endurance (Case Study on Sports Teams in Indonesia). *JURNAL KESMAS DAN GIZI (JKG)*, 7(2), 229–236. <https://doi.org/10.35451/jkg.v7i2.2609>
41. Pelczyńska, M., Moszak, M., Wojciechowska, J., Płocienniczak, A., Potocki, J., Blok, J., Balcerzak, J., Zblewski, M., & Bogdański, P. (2024). The Role of the Chronotype in Developing an Excessive Body Weight and Its Complications—A Narrative Review. *Nutrients*, 17(1), 80. <https://doi.org/10.3390/nu17010080>
42. Prayudho, S., Gemael, Q. A., Deden Akbar Izzuddin, Paturohman, R. F., & Rizki. (2026). Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dan Daya Tahan Kardiovaskular. *SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga*, 7(1), 132–139. <https://doi.org/10.46838/spr.v7i1.1017>
43. Ratu, L. A. (2024). Hubungan Asupan Asam Lemak Omega-3 dengan Massa Otot Skeletal dan Level VO2 Max. *NUTRIZIONE - Nutrition Research and Development Journal*, 4(2), 89–100. <https://doi.org/10.15294/nutrizione.v4i2.16060>
44. Reid-McCann, R. J., Brennan, S. F., Ward, N. A., Logan, D., McKinley, M. C., & McEvoy, C. T. (2025). Effect of Plant Versus Animal Protein on Muscle Mass, Strength, Physical Performance, and Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrition Reviews*, 83(7), e1581–e1603. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuae200>
45. Reytor-González, C., Simancas-Racines, D., Román-Galeano, N. M., Annunziata, G., Galasso, M., Zambrano-Villacres, R., Verde, L., Muscogiuri, G., Frias-Toral, E., & Barrea, L. (2025). Chrononutrition and Energy Balance: How Meal Timing and Circadian Rhythms Shape Weight Regulation and Metabolic Health. *Nutrients*, 17(13), 2135. <https://doi.org/10.3390/nu17132135>
46. Rosandi, A. S., & Sudijandoko, A. (2022). Peningkatan Kebugaran Jasmani Melalui Pemberian Olahraga Masyarakat Senam Aerobik Mix pada Masyarakat Dusun Morkolak Barat Desa Kramat Kecamatan Bangkalan. *Indonesian Journal of Kinanthropology (IJOK)*, 2(1), 11–17. <https://doi.org/10.26740/ijok.v2n1.p11-17>
47. Salim, M. (2026). Investigating the Relationship Between Body Composition, Aerobic Capacity, and Cardiac Responses in Athletes. *Al-Noor Journal of Physical and Sports Sciences*, 1(1), 0–0. <https://doi.org/10.69513/jnss.v1.i1.a4>
48. Sasmarianto, S. , & N. N. (2022). *Pengelolaan Gizi Olahraga Pada Atlet*. Ahli MEDIA PRESS. <http://www.ahlimediapress.web.id/2022/12/pengelolaan-giz>
49. Stratton, M. T., Holden, S. L., Davis, R., & Massengale, A. T. (2025). The Impact of Breakfast Consumption or Omission on Exercise Performance and Adaptations: A Narrative Review. *Nutrients*, 17(2), 300. <https://doi.org/10.3390/nu17020300>
50. Sutriawan, A. , & S. M. A. (2025). Analisis Daya Tahan Kardiovaskuler VO2MAX Atlet BKMFB Basket FIKK UNM. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(6), 2356–2365.
51. Tahan, D., Hasmyati, K., Indah, N., Anwar, A., Pettarani, J. A. P., Rappocini, K., Makassar, K., & Selatan, S. (2025). *Tinjauan Literatur: Adaptasi Fisiologis terhadap Model Latihan pada Cabang Olahraga*. 5.
52. Toro-Román, V., Grijota, F. J., Muñoz, D., Maynar-Mariño, M., Clemente-Gil, S., & Robles-Gil, M. C. (2023). Anthropometry, Body Composition, and Physical Fitness in Semi-Professional Soccer Players: Differences between Sexes and Playing Position. *Applied Sciences*, 13(3), 1249. <https://doi.org/10.3390/app13031249>
53. Wahyuningsy, 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>
54. Wijaya, O. G. M., Meiliana, M., & Lestari, Y. N. (2021). PENTINGNYA PENGETAHUAN GIZI UNTUK ASUPAN MAKAN YANG OPTIMAL PADA ATLET SEPAK BOLA. *Nutrizione: Nutrition Research And Development Journal*, 1(2), 22–33. <https://doi.org/10.15294/nutrizione.v1i2.51832>
55. Wu, Y., Nie, Q., Wang, Y., Liu, Y., Liu, W., Wang, T., Zhang, Y., Cao, S., Li, Z., Zheng, J., Nie, Z., & Zhou, L. (2024). Associations between temporal eating patterns and body composition in young adults: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*, 63(6), 2071–2080. <https://doi.org/10.1007/s00394-024-03414-x>
56. Zakrzewski-Fruer, J. K., Seall, C., & Tolfrey, K. (2021). Breakfast Consumption Suppresses Appetite but Does Not Increase Daily Energy Intake or Physical Activity Energy Expenditure When Compared with Breakfast Omission in Adolescent Girls Who Habitually Skip Breakfast: A 7-Day Randomised Crossover Trial. *Nutrients*, 13(12), 4261. <https://doi.org/10.3390/nu13124261>
57. Zdzieblik, D., Friesenborg, H., Gollhofer, A., & König, D. (2022). A high carbohydrate diet with a low glycaemic index improves training effects in male endurance athletes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(7), 965–972. <https://doi.org/10.1080/09637486.2022.2091525>