

RESEARCH STUDY

Indonesian Version

OPEN ACCESS

Hubungan Komposisi Tubuh dan Kualitas Tidur dengan VO₂max pada Atlet Remaja di SMAN Olahraga Sidoarjo dan SMAN 1 Sewon

The Relationship of Body Composition and Sleep Quality with VO₂max in Adolescent Athletes at Sidoarjo Sports High School and Sewon 1 High School

Fathirani Mutiara¹, Rahadyana Muslichah^{1*}, Mirza Hapsari Sakti Titis Penggalih¹¹Department of Nutrition and Health, Faculty of Medicine, Public Health and Nursing, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia**INFO ARTIKEL**

Received: 14-09-2024

Accepted: 31-12-2024

Published online: 31-12-2024

***Koresponden:**

Rahadyana Muslichah

rahadyana.muslichah@ugm.ac.idDOI:
10.20473/amnt.v8i3SP.2024.422-432**Tersedia secara online:**<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>**Kata Kunci:**Persentase massa lemak,
Persentase massa otot, Kualitas tidur, VO₂max**ABSTRAK**

Latar Belakang: Komposisi tubuh dan kualitas tidur menjadi salah satu komponen tubuh yang perlu diperhatikan pada atlet remaja. Kedua komponen tersebut dapat mempengaruhi tingkat volume oksigen maksimal (VO₂max) dan menjadi faktor peningkatan performa fisik pada atlet remaja.

Tujuan: Mengetahui hubungan antara komposisi tubuh dan kualitas tidur dengan VO₂max pada atlet remaja di SMAN Olahraga Sidoarjo dan SMAN 1 Sewon.

Metode: Penelitian *cross-sectional* ini melibatkan subjek penelitian sebanyak 106 atlet yang dipilih secara *purposive sampling*. Data kuantitatif diperoleh menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), kuesioner kualitas tidur *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), dan *Multistage Fitness Test*. Uji statistik yang digunakan yaitu uji korelasi *Pearson Product Moment* dan *Rank Spearman*.

Hasil: Terdapat hubungan signifikan negatif antara persentase massa lemak dengan VO₂max baik dengan subjek gabungan ($r=-0,669$, $p\text{-value}<0,001$), laki-laki ($r=-0,295$, $p\text{-value}=0,026$), dan perempuan ($r=-0,486$, $p\text{-value}<0,001$). Terdapat hubungan yang signifikan positif antara persentase massa otot dengan VO₂max baik dengan subjek gabungan ($r=0,628$, $p\text{-value}<0,001$) maupun perempuan ($r=0,492$, $p\text{-value}<0,001$). Tidak terdapat hubungan signifikan antara kualitas tidur dengan VO₂max tetapi terdapat hubungan pada komponen kualitas tidur yaitu kualitas tidur subjektif ($r=-0,34$, $p\text{-value}=0,01$) dan efisiensi tidur ($r=-0,29$, $p\text{-value}=0,03$) dengan VO₂max pada atlet perempuan.

Kesimpulan: Atlet remaja dengan persentase massa lemak rendah cenderung memiliki VO₂max yang tinggi, sedangkan atlet remaja dengan persentase massa otot rendah cenderung juga memiliki VO₂max yang rendah. Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kualitas tidur dengan VO₂max.

PENDAHULUAN

Atlet remaja merupakan masa depan bangsa di bidang olahraga dan memiliki banyak peluang untuk meraih prestasi baik di tingkat regional maupun internasional. Prestasi Indonesia di bidang olahraga masih perlu ditingkatkan dari segi pembinaan dan pola latihan¹. Salah satu komponen penting yang harus dimiliki oleh seorang atlet adalah daya tahan kardiorespirasi yang baik, yang diukur dari volume oksigen maksimal (VO₂max) yang merupakan indikator kapasitas maksimal tubuh untuk menyerap oksigen melalui paru-paru, sistem kardiovaskular, dan otot dalam waktu satu menit^{2,3}. VO₂max berperan penting dalam menentukan performa seorang atlet saat bertanding dan menjadi indikator efektivitas latihan aerobik serta seberapa efisien oksigen dari udara disuplai ke otot. Faktor lain yang memengaruhi VO₂max adalah komposisi tubuh yang meliputi proporsi lemak dan massa bebas lemak^{4,5}. VO₂max juga berperan dalam menentukan performa atlet dalam pertandingan.

Atlet dengan massa otot yang lebih besar cenderung memiliki VO₂max yang lebih tinggi selama latihan aerobik dibandingkan dengan mereka yang memiliki lebih banyak lemak tubuh⁴. Perbandingan kadar VO₂ selama upaya submaksimal antara binaragawan pria (%lemak tubuh = 8%) dan non-atlet (%lemak tubuh = 24%)—kedua kelompok memiliki berat badan yang sama—menunjukkan bahwa binaragawan menunjukkan VO₂ yang jauh lebih tinggi selama tugas motorik⁶. Pengukuran komposisi tubuh lebih difokuskan pada massa otot daripada adipositas atau lemak tubuh⁷. Seorang atlet dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) yang lebih tinggi tidak selalu memiliki lebih banyak lemak tubuh karena IMT yang tinggi juga dapat disebabkan oleh massa otot yang besar⁴.

Setelah bertanding, atlet perlu memperhatikan pemulihan fisik dan mental, termasuk kualitas tidur yang baik, untuk meningkatkan performa dan proses pemulihan⁸⁻¹⁰. Durasi tidur kurang dari 8 jam dapat

meningkatkan risiko cedera pada atlet remaja. Penelitian menunjukkan bahwa tim olahraga dengan durasi tidur lebih lama cenderung mencapai peringkat lebih tinggi¹¹. Kualitas tidur yang baik juga dikaitkan dengan $VO_2\text{max}$ yang lebih tinggi dan performa atlet yang lebih baik. Penelitian lain menunjukkan bahwa kualitas tidur yang lebih baik dikaitkan dengan peningkatan kinerja, yang dibuktikan dengan output daya maksimum ($W\text{max}$) yang lebih tinggi dan pengambilan oksigen maksimal ($VO_2\text{max}$) serta detak jantung maksimal ($HR\text{max}$) yang lebih rendah¹². Latihan daya tahan yang bertujuan untuk meningkatkan $VO_2\text{max}$ dimanfaatkan dalam berbagai olahraga seperti bola basket, sepak bola, lari, dan *combat sport* karena meningkatkan efisiensi kardiorespirasi^{8,13}. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan %massa lemak, %massa otot, dan kualitas tidur dengan nilai $VO_2\text{max}$ pada atlet remaja di SMA Olahraga Sidoarjo dan SMA Negeri 1 Sewon.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian cross-sectional ini melibatkan total 106 atlet dari berbagai cabang olahraga di sekolah terpilih dengan menggunakan *purposive sampling*. Penelitian ini dilakukan terhadap atlet remaja dari berbagai disiplin ilmu olahraga di Sekolah Menengah Atas yang menawarkan program olahraga khusus yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan atlet di samping pendidikan umum. SMAN Olahraga Sidoarjo dan SMAN 1 Sewon, telah banyak meraih prestasi olahraga nasional dan internasional. Kriteria inklusi dalam penelitian ini yaitu seluruh atlet pada semua cabang olahraga yang memenuhi seluruh proses pengambilan data, berusia 15-18 tahun, serta sehat jasmani dan rohani. Peserta yang merokok, mengonsumsi alkohol, mengikuti program diet tertentu, dan tidak hadir selama pengumpulan data tidak disertakan. Protokol penelitian telah disetujui pada tanggal 4 Desember 2023 oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada (Etik No. KE/FK/1894/EC/2024).

Pengumpulan Data

Data primer yang dikumpulkan berupa kualitas tidur, komposisi tubuh, dan $VO_2\text{max}$. *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) digunakan untuk mengukur persentase massa lemak dan persentase massa otot. Setelah melakukan pengukuran tersebut, atlet dikategorikan berdasarkan persentase lemak tubuh dan massa ototnya. Bagi perempuan, massa lemak tubuh diklasifikasikan antara lain <20% rendah, 20-30% normal, 30-35% tinggi, dan >35% sangat tinggi. Untuk laki-laki, klasifikasinya yaitu <10% rendah, 10-20% normal, 20-25% tinggi, dan >25% sangat tinggi. Sementara itu, massa otot perempuan dikategorikan sebagai <24,3% rendah, 24,3-30,3% normal, 30,4-35,3% tinggi, dan >35,4% sangat tinggi. Untuk laki-laki, massa otot dikategorikan sebagai <33,3% rendah, 33,3%-39,3% normal, 39,4%-44,0%, dan >44,1% sangat tinggi⁸.

Kualitas tidur dinilai menggunakan kuesioner *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) dengan metode penilaian mandiri. Responden diminta jujur melaporkan kebiasaan tidurnya selama 15 hari terakhir. PSQI

mencakup tujuh komponen kualitas tidur subjektif, latensi tidur, durasi tidur, efisiensi tidur, gangguan tidur, penggunaan obat tidur, dan disfungsi pada siang hari. Setiap komponen diberi skor pada skala 0 hingga 3, di mana 0 menunjukkan tidak ada kesulitan tidur dan 3 mewakili tingkat disfungsi tertinggi. Skor masing-masing komponen dijumlahkan sehingga menghasilkan skor total yang berkisar antara 0 hingga 21. Atlet dianggap memiliki kualitas tidur yang baik jika skor totalnya kurang dari 5, sedangkan skor yang lebih besar dari 5 menunjukkan kualitas tidur yang buruk. Kuesioner ini diadaptasi ke dalam bahasa Indonesia dan berisi 19 item valid, dengan koefisien reliabilitas (α) sebesar 0,914¹⁴.

Nilai $VO_2\text{max}$ diperkirakan dari hasil *Multi-Stage Fitness Test* menggunakan tabel konversi. Selama *Multistage Fitness Test*, para peserta berlari bolak-balik di lintasan sepanjang 20 meter, mengikuti kecepatan yang ditentukan oleh rekaman audio. Estimasi nilai $VO_2\text{max}$ dikategorikan dari sangat kurang hingga superior. Untuk perempuan memiliki kategori <25,0 sangat kurang, 25,0-30,9 kurang, 31,0-34,9 cukup, 35,0-38,9 baik, 39,0-41,9 sangat baik, dan >41,9 superior. Untuk laki-laki, kategorinya yaitu <35,0 sangat kurang, 35,0-38,3 kurang, 38,4-45,1 cukup, 45,2-50,9 baik, 51,0-55,9 sangat baik, dan > 55,9 superior¹⁵.

Analisis Data

Data yang lengkap dikumpulkan dan disusun dalam Excel, kemudian diperiksa, dibersihkan, diberi kode, dan dianalisis. Data disajikan dalam bentuk mean, standar deviasi (SD), dan tabel frekuensi. Analisis data melibatkan uji asosiasi statistik untuk menguji hubungan antara komposisi tubuh, kualitas tidur, dan $VO_2\text{max}$. Sebelum analisis data, seluruh variabel dilakukan Uji normalitas. Untuk data yang berdistribusi normal digunakan uji korelasi *Pearson*, sedangkan uji korelasi *Spearman Rank* digunakan untuk data yang berdistribusi tidak normal. Semua analisis statistik dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25 (IBM Corp., Chicago, USA), dengan tingkat signifikansi yang ditetapkan pada $p\text{-value}<0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara komposisi tubuh dan kualitas tidur dengan nilai $VO_2\text{max}$ pada atlet remaja di SMAN Olahraga Sidoarjo dan SMAN Negeri 1 Sewon. Penelitian ini menemukan bahwa komposisi tubuh baik dalam hal %massa lemak maupun %massa otot memiliki hubungan dengan $VO_2\text{max}$ pada atlet laki-laki, atlet perempuan, dan gabungan kedua kelompok secara keseluruhan, kecuali untuk %massa otot pada atlet laki-laki. Sementara itu, secara umum tidak terdapat hubungan antara kualitas tidur dengan $VO_2\text{max}$ pada atlet laki-laki, atlet perempuan, atau kedua kelompok secara keseluruhan. Namun, ditemukan hubungan antara komponen-komponen kualitas tidur tertentu, termasuk kualitas tidur subjektif dan efisiensi tidur dengan $VO_2\text{max}$ pada atlet perempuan.

Karakteristik Responden

Sebanyak 106 atlet berpartisipasi dalam penelitian ini. Tabel 1 menunjukkan sebaran atlet

berdasarkan jenis kelamin, umur, dan jenis olahraga. Dalam penelitian ini, sebagian besar partisipan adalah laki-laki (53,7%), berusia 16 dan 17 tahun (masing-masing

37,8%). Jumlah peserta terbanyak berasal dari sepak takraw (11,3%) disusul pencak silat (10,4%) dan atletik (9,4%).

Tabel 1. Distribusi peserta

Karakteristik Responden	n	%
Jenis Kelamin		
Perempuan	49	46,3
Laki-laki	57	53,7
Usia		
15 tahun	13	12,3
16 tahun	39	37,8
17 tahun	39	37,8
18 tahun	15	14,1
Jenis Olahraga		
Atletik	10	9,4
Voli	8	7,5
Renang	9	8,5
Menyelam	6	5,7
Sepatu Roda	3	2,8
Sepak takraw	12	11,3
Pencak Silat	11	10,4
anggar	7	6,6
Karate	8	7,5
Judo	4	3,7
Taekwondo	6	5,6
Panjat Tebing	5	4,7
Bola basket	3	2,8
Sepak bola	1	1
Bersepeda	2	2,8
Tenis meja	8	7,5
Lapangan tenis	2	1,8
Total	106	100

Tabel 2 menggambarkan usia rata-rata responden dan variabel komponen, termasuk persentase massa lemak, persentase massa otot, kualitas tidur, dan VO₂max. Usia rata-rata peserta adalah 16,5 tahun dan %massa lemak lebih tinggi pada atlet perempuan (22,7%) dibandingkan pada atlet laki-laki (9,2%), sedangkan

persentase massa otot lebih tinggi pada atlet laki-laki (37,4%) dibandingkan pada atlet perempuan (28,4%). Kualitas tidur pada semua subjek memiliki rata-rata yang buruk (Skor >5). Dalam hal VO₂max, atlet laki-laki memiliki tingkat yang lebih tinggi (50,6) dibandingkan dengan anak perempuan (39,9).

Tabel 2. Rata-rata usia, komposisi tubuh, kualitas tidur, dan VO₂max

Variabel	Rata-rata ± SD		
	Gabungan (n = 106)	Laki-laki (n = 57)	Perempuan (n = 49)
Usia (Tahun)	16,5 ± 0,88	16,3 ± 0,89	16,7 ± 0,83
%Massa lemak	15,4 ± 7,5	9,2 ± 2,4	22,7 ± 4,0
%Massa otot	33,2 ± 4,9	37,4 ± 2,1	28,4 ± 2,0
Kualitas tidur	7,3 ± 3,2	7,2 ± 2,9	7,5 ± 3,6
VO ₂ max	45,6 ± 9,1	50,6 ± 7,4	39,9 ± 7,2

n : frekuensi, SD : simpangan baku, VO₂max : volume oksigen maksimal

Distribusi Komposisi Tubuh Dibedakan Berdasarkan Jenis Kelamin

Tabel 3 menjelaskan distribusi komposisi tubuh, khususnya persentase massa lemak dan massa otot, berdasarkan jenis kelamin, termasuk data gabungan dan data terpisah untuk atlet laki-laki dan perempuan. Sebagian besar atlet memiliki %massa lemak dalam kategori normal (48,1%) atau rendah (51,9%), dengan atlet laki-laki (70,2%) memiliki %massa lemak lebih rendah dibandingkan dengan atlet perempuan (28,6%). Atlet laki-laki umumnya memiliki persentase lemak tubuh yang lebih rendah karena faktor-faktor seperti jenis

kelamin dan aktivitas fisik. Atlet laki-laki biasanya memiliki massa lemak yang lebih rendah dan massa otot yang lebih tinggi dibandingkan dengan atlet perempuan¹⁶. Atlet laki-laki cenderung membangun lebih banyak otot, sementara atlet perempuan mengumpulkan lebih banyak lemak. Selain itu, tingkat aktivitas fisik yang tinggi pada laki-laki sering kali mengakibatkan berkurangnya lemak tubuh, yang digantikan oleh peningkatan massa otot⁵. Bagi atlet, mempertahankan persentase lemak tubuh yang normal mendukung gerakan yang efisien, membantu mengatur suhu tubuh, dan menunda kelelahan¹⁷.

Dalam hal persentase massa otot, atlet laki-laki (86%) memiliki %massa otot yang tidak jauh berbeda dari atlet perempuan (77,6%), dengan kedua kelompok sebagian besar berada dalam kategori normal. Atlet remaja mengalami peningkatan massa otot yang lebih besar dibandingkan dengan individu dalam kelompok

usia lainnya. Bagi atlet remaja, latihan kekuatan intensitas tinggi dapat secara signifikan meningkatkan hasil muskuloskeletal dan meningkatkan metabolisme, terutama pada atlet perempuan. Puncak kekuatan otot biasanya bertepatan dengan puncak massa otot, terjadi sekitar 12 bulan terpisah¹⁸.

Tabel 3. Distribusi komposisi tubuh dibedakan berdasarkan jenis kelamin

Variabel	Kategori	n	%
%Massa lemak			
Gabungan (n = 106)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	1	1
	Normal	51	48,1
	Rendah	54	51,9
Laki-laki (n = 57)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	0	0
	Normal	17	29,8
	Rendah	40	70,2
Perempuan (n = 49)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	1	2
	Normal	34	69,4
	Rendah	14	28,6
%Massa otot			
Gabungan (n = 106)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	16	15,1
	Normal	87	82
	Rendah	3	2,6
Laki-laki (n = 57)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	6	10,5
	Normal	49	86
	Rendah	2	3,5
Perempuan (n = 49)	Sangat tinggi	0	0
	Tinggi	10	20,4
	Normal	38	77,6
	Rendah	1	2

Distribusi Kualitas Tidur Dibedakan Berdasarkan Jenis Kelamin

Tabel 4 menggambarkan distribusi kualitas tidur, berdasarkan jenis kelamin termasuk data gabungan dan data terpisah untuk atlet laki-laki dan perempuan. Dari hasil ini, atlet laki-laki (70,2%) memiliki kualitas tidur yang lebih kurang daripada atlet perempuan (61,2%). Secara keseluruhan, 70 subjek penelitian (66%) memiliki kualitas tidur yang kurang. Ketika memeriksa komponen kualitas tidur dari kuesioner PSQI, 88 dari 106 subjek (83%) tidak

pernah menggunakan obat tidur. Selain itu, lebih dari 70% subjek penelitian memiliki efisiensi tidur yang sangat baik, dan memiliki distribusi yang merata antara anak laki-laki dan perempuan. Pada komponen durasi tidur, 43 dari 106 subjek (40,6%) memiliki durasi tidur yang sangat kurang, meskipun hasilnya cukup dekat karena 39 subjek (36,9%) memiliki durasi tidur yang baik. Mengenai gangguan tidur, setengah dari subjek penelitian (50%) tidak mengalami gangguan tidur apa pun.

Tabel 4. Distribusi kualitas tidur dibedakan berdasarkan jenis kelamin

Variabel	Kategori	n	%
Kualitas Tidur			
Gabungan (n = 106)	Baik	36	34
	Kurang	70	66
Laki-laki (n = 57)	Baik	17	29,8
	Kurang	40	70,2
Perempuan (n = 49)	Baik	19	38,8
	Kurang	30	61,2
Kualitas Tidur			
Gabungan (n = 106)	Sangat baik	18	17
	Baik	67	63,2
	Kurang	20	18,9
	Sangat kurang	1	0,9
Laki-laki (n = 57)	Sangat baik	11	19,3
	Baik	32	56,1

Variabel	Kategori	n	%
Perempuan (n = 49)	Kurang	13	22,8
	Sangat kurang	1	1,8
	Sangat baik	7	14,3
	Baik	35	71,4
	Kurang	7	14,3
Latensi Tidur Gabungan (n = 106)	Sangat kurang	0	0
	Sangat baik	19	17,9
	Baik	42	39,6
	Kurang	36	34
	Sangat kurang	9	8,5
Laki-laki (n = 57)	Sangat baik	12	21,1
	Baik	21	36,8
	Kurang	21	36,8
	Sangat kurang	3	5,3
	Sangat baik	7	14,3
Perempuan (n = 49)	Baik	21	42,9
	Kurang	15	30,6
	Sangat kurang	6	12,2
	Sangat baik	6	12,2
	Durasi Tidur Gabungan (n = 106)	Sangat baik	23
Baik		39	36,8
Kurang		1	0,9
Sangat kurang		43	40,6
Laki-laki (n = 57)		Sangat baik	14
	Baik	17	29,8
	Kurang	0	0
	Sangat kurang	26	45,6
	Perempuan (n = 49)	Sangat baik	9
Baik		22	38,6
Kurang		1	2
Sangat kurang		17	34,7
Efisiensi Tidur Gabungan (n = 106)		Sangat baik	77
	Baik	11	10,4
	Kurang	7	6,6
	Sangat kurang	11	10,4
	Laki-laki (n = 57)	Sangat baik	42
Baik		6	10,5
Kurang		4	7
Sangat kurang		5	8,8
Perempuan (n = 49)		Sangat baik	35
	Baik	5	10,2
	Kurang	3	6,1
	Sangat kurang	6	12,2
	Gangguan tidur Gabungan (n = 106)	Sangat baik	0
Baik		53	10,4
Kurang		47	6,6
Sangat kurang		6	10,4
Laki-laki (n = 57)		Sangat baik	0
	Baik	31	10,5
	Kurang	25	7
	Sangat kurang	1	8,8
	Perempuan (n = 49)	Sangat baik	0
Baik		22	10,2
Kurang		22	6,1
Sangat kurang		5	12,2
Penggunaan obat tidur Gabungan (n = 106)		Tidak pernah	88
	<1x	8	7,5
	2-3x	6	5,7

Variabel	Kategori	n	%
Laki-laki (n = 57)	>3x	4	3,8
	Tidak pernah	47	82,5
	<1x	5	8,8
	2-3x	4	7
	>3x	1	1,8
Perempuan (n = 49)	Tidak pernah	41	71,9
	<1x	3	5,3
	2-3x	2	3,5
	>3x	3	5,3
	Disfungsi siang hari Gabungan (n = 106)	Sangat baik	34
Baik		44	41,5
Kurang		25	23,6
Sangat kurang		3	2,8
Laki-laki (n = 57)		Sangat baik	19
	Baik	24	42,1
	Kurang	13	22,8
	Sangat kurang	1	1,8
	Perempuan (n = 49)	Sangat baik	15
Baik		20	40,8
Kurang		12	24,5
Sangat kurang		2	4,1

Banyak faktor yang menyebabkan kualitas tidur yang buruk pada subjek penelitian. Penelitian sebelumnya mengidentifikasi dua faktor utama yang memengaruhi kualitas tidur pada remaja yaitu faktor intrinsik dan ekstrinsik¹⁹. Faktor intrinsik meliputi stres, kekhawatiran yang berlebihan, kegugupan, dan ketegangan. Kekhawatiran dan kegugupan, khususnya berkontribusi secara signifikan terhadap gairah kognitif sebelum tidur, yang dapat menyebabkan gangguan tidur. Sebuah penelitian terhadap atlet renang elite Australia menemukan bahwa durasi tidur menurun hingga rata-rata 5,4 jam selama periode kompetisi dan pelatihan intensif, serta memiliki hari istirahat yang menunjukkan rata-rata 7,1 jam tidur²⁰. Faktor ekstrinsik yang memengaruhi kualitas tidur meliputi asupan makanan dan minuman (terutama kafein), suhu tubuh, intensitas latihan, dan tekanan eksternal, seperti komitmen keluarga, tuntutan latihan, dan menyeimbangkan kehidupan akademik dan sosial¹⁹. Selain itu, durasi tidur yang tidak mencukupi, latensi tidur yang lama, dan efisiensi tidur yang rendah merupakan beberapa kontributor paling signifikan terhadap kualitas tidur yang buruk. Remaja sering kali mengalami kualitas tidur yang lebih baik saat mereka berada di bawah pengawasan

orang tua atau tinggal bersama orang tua mereka²¹. Dalam penelitian ini, sebagian besar peserta tinggal di asrama sekolah, jauh dari orang tua mereka, dan tidak memiliki pengawasan langsung atas jadwal tidur mereka sehingga dapat berkontribusi pada kualitas tidur yang kurang.

Distribusi VO₂max dibedakan berdasarkan jenis kelamin

Tabel 5 menggambarkan distribusi VO₂max berdasarkan jenis kelamin, termasuk data gabungan dan data terpisah untuk atlet laki-laki dan perempuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data gabungan sebagian besar berada pada kategori superior, dengan 32 subjek (30,2%) termasuk dalam rentang tersebut. Ketika diperiksa berdasarkan jenis kelamin, 14 atlet laki-laki (24,6%) dan 18 atlet perempuan (36,7%) mempunyai hasil VO₂max yang superior. Sebaliknya, hanya 1 atlet laki-laki (1,8%) dan 2 atlet perempuan (4,1%) yang memiliki hasil VO₂max dengan kategori sangat kurang. Berbagai faktor dapat mempengaruhi VO₂max, termasuk jenis kelamin, jenis olahraga, pola latihan, dan lain-lain. Penelitian olahraga menemukan bahwa atlet pria umumnya memiliki tingkat VO₂max yang lebih tinggi dibandingkan atlet wanita²².

Tabel 5. Distribusi VO₂max dibedakan berdasarkan jenis kelamin

Variabel	Kategori	n	%	
VO ₂ max Gabungan (n = 106)	Superior	32	30,2	
	Sangat baik	24	22,6	
	Baik	25	23,6	
	Cukup baik	16	15,1	
	Kurang	6	5,7	
	Sangat kurang	3	2,8	
	Laki-laki (n = 57)	Superior	14	24,6
		Sangat baik	17	29,8
		Baik	12	21,1
		Cukup baik	10	17,5
Kurang		3	5,3	

Variabel	Kategori	n	%
Perempuan (n = 49)	Sangat kurang	1	1,8
	Superior	18	36,7
	Sangat baik	7	14,3
	Baik	13	26,5
	Cukup baik	6	12,3
	Kurang	3	6,1
Kualitas Tidur Gabungan (n = 106)	Sangat kurang	2	4,1
	Sangat baik	18	17
Laki-laki (n = 57)	Baik	67	63,2
	Kurang	20	18,9
	Sangat kurang	1	0,9
	Sangat baik	11	19,3
	Baik	32	56,1
	Kurang	13	22,8
Perempuan (n = 49)	Sangat kurang	1	1,8
	Sangat baik	7	14,3
	Baik	35	71,4
	Kurang	7	14,3
	Sangat kurang	0	0

Korelasi Variabel

Tabel 6 menyajikan hasil hubungan antara komposisi tubuh (%massa lemak dan %massa otot) dan kualitas tidur dengan VO₂max. Hubungan yang signifikan ditemukan antara semua persentase massa lemak dan massa otot dengan VO₂max, kecuali untuk persentase massa otot pada atlet anak laki-laki. Hubungan yang signifikan (p-value<0,05) diamati pada semua variabel komposisi tubuh, termasuk %massa lemak dan %massa otot dengan VO₂max, baik dianalisis berdasarkan jenis kelamin secara terpisah atau digabungkan kecuali untuk %massa otot pada atlet laki-laki (Tabel 6). Hubungan antara %massa lemak dan VO₂max negatif, sedangkan hubungan antara %massa otot dan VO₂max positif. Hasil ini berarti bahwa ketika %massa lemak meningkat, VO₂max cenderung menurun, sedangkan ketika %massa otot meningkat, VO₂max cenderung meningkat. Dalam %massa lemak, hasil serupa ditemukan dalam penelitian sebelumnya pada atlet sepak bola dan judo yang menunjukkan bahwa %massa lemak berhubungan negatif secara signifikan (p-value<0,05) dengan nilai VO₂max²³. Hasil ini didukung oleh penelitian lain, yang menunjukkan bahwa massa individu yang mengalami obesitas atau memiliki persentase massa lemak yang tinggi mengalami kesulitan dalam otot mereka menyerap oksigen yang cukup sehingga menyebabkan berkurangnya kapasitas aerobik sebagaimana tercermin dari nilai VO₂max yang lebih rendah²⁴. Seorang atlet biasanya memiliki persentase massa lemak yang lebih rendah dan VO₂max atau kapasitas aerobik yang lebih tinggi dibandingkan dengan non-atlet, karena massa lemak yang lebih rendah dan kapasitas aerobik yang lebih tinggi secara efektif menentukan daya tahan atlet, sehingga meningkatkan kinerja selama pelatihan dan kompetisi²⁵. Seorang atlet dengan daya tahan yang lebih besar cenderung memiliki lebih banyak tenaga selama pertandingan, meningkatkan peluang untuk menang. Dilihat dari jenis kelamin, atlet laki-laki umumnya memiliki kapasitas aerobik (VO₂max) yang lebih tinggi daripada atlet perempuan karena massa lemak yang lebih rendah pada atlet laki-laki, yang memfasilitasi regulasi

oksigen yang lebih baik ke otot-otot yang aktif, bersama dengan faktor-faktor yang terkait dengan ukuran jantung dan kapasitas transportasi oksigen, seperti HRmax^{18,26}. Atlet remaja biasanya mengalami peningkatan massa otot yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok usia lainnya, dengan laki-laki mulai mendapatkan otot lebih awal, sekitar usia 13 tahun, dibandingkan dengan perempuan pada usia 15 tahun. Perbedaan ini dikaitkan dengan efek androgenik, yang merupakan hormon yang mempromosikan karakteristik laki-laki¹⁸. Atlet laki-laki umumnya memiliki persentase lemak tubuh yang lebih rendah karena faktor-faktor seperti jenis kelamin dan aktivitas fisik. Perbedaan jenis kelamin sering menyebabkan variasi dalam komposisi tubuh, dengan laki-laki biasanya memiliki lebih sedikit lemak tubuh dan massa otot yang lebih tinggi dibandingkan dengan perempuan. Selain itu, tingkat aktivitas fisik yang tinggi pada laki-laki dapat menghasilkan pengurangan lemak tubuh dan peningkatan massa otot⁵. Oleh karena itu, seorang atlet perlu memiliki persentase massa lemak tubuh yang lebih rendah daripada non-atlet sehingga tidak ada akumulasi lemak yang dapat meningkatkan daya tahan untuk olahraga intensitas tinggi.

Sementara itu, ada hubungan positif yang signifikan (p-value<0,001) antara persentase massa otot dan VO₂max di kedua kelompok atlet gabungan dan pada atlet perempuan, tetapi tidak ada hubungan (p-value>0,05) yang ditemukan pada atlet laki-laki. Dalam olahraga, atlet biasanya memiliki massa otot yang lebih besar karena intensitas latihan fisik mereka yang lebih tinggi dibandingkan dengan non-atlet. Oleh karena itu, persentase massa otot pada atlet harus lebih tinggi daripada pada non-atlet. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pelari cepat pria di Polandia memiliki persentase massa otot rata-rata 47,4%²⁷ sementara atlet bola voli wanita dari Olimpiade Rio 2016 memiliki massa otot rangka rata-rata 48,95%²⁸ dan pemain bola voli pria memiliki rata-rata 53,31%²⁹. Selain itu, pola latihan sangat penting untuk perkembangan otot. Ketika massa otot mengalami latihan dengan intensitas lebih tinggi, ia mengonsumsi lebih banyak

oksigen, yang meningkatkan persentase massa otot, yang mengarah pada penyerapan oksigen yang lebih besar dan $VO_2\max^{26}$ yang lebih tinggi. Dengan demikian, persentase massa otot yang tinggi pada atlet sangat penting untuk mencapai $VO_2\max$ yang tinggi.

Pada atlet laki-laki, tidak ada hubungan signifikan ($p\text{-value}>0,05$) antara persentase massa otot dan $VO_2\max$. Beberapa faktor mungkin berkontribusi terhadap kurangnya hubungan ini, termasuk distribusi data, faktor pelatihan, dan jenis olahraga. Data untuk persentase massa otot tidak terdistribusi normal dan menunjukkan varians yang relatif sempit. Selain itu, perbedaan dalam frekuensi dan rutinitas pelatihan di

antara berbagai olahraga dapat memengaruhi hasilnya. Studi ini tidak memperhitungkan jenis olahraga spesifik yang dimainkan oleh subjek, yang dapat memengaruhi hubungan antara persentase massa otot dan $VO_2\max$. Jenis olahraga mungkin berkontribusi terhadap kurangnya korelasi antara persentase massa otot dan $VO_2\max$, karena olahraga tersebut dapat memengaruhi hasil tes daya tahan atau $VO_2\max$, serta persentase massa otot. Misalnya, olahraga daya tahan biasanya menghasilkan $VO_2\max$ yang lebih tinggi, sementara angkat beban dikaitkan dengan persentase massa otot yang lebih tinggi.

Tabel 6. Hubungan %massa lemak, %massa otot, kualitas tidur, dan komponen kualitas tidur dengan $VO_2\max$

Variabel	Kategori	$VO_2\max$	
		r	p-value
%Massa lemak	Gabungan (n = 106)	-0,669	<0,001 ^b
	Laki-laki (n= 57)	-0,295	0,026 ^a
	Perempuan (n = 49)	-0,486	<0,001 ^a
%Massa Otot	Gabungan (n = 106)	0,628	<0,001 ^b
	Laki-laki (n= 57)	0,236	0,077 ^b
	Perempuan (n = 49)	0,492	<0,001 ^a
Kualitas Tidur	Gabungan (n = 106)	-0,121	0,216 ^b
	Laki-laki (n= 57)	-0,095	0,483 ^b
	Perempuan (n = 49)	-0,227	0,118 ^b

^aUji korelasi *pearson*, signifikan jika $p\text{-value}<0,05$.

^bUji korelasi *spearman*, signifikan jika $p\text{-value}<0,05$.

Mengenai kualitas tidur, tidak ditemukan hubungan yang signifikan kecuali komponen kualitas tidur, yaitu kualitas tidur subjektif dan efisiensi tidur, dengan $VO_2\max$ pada atlet perempuan. Kualitas tidur seluruh subjek penelitian, baik jika digabungkan maupun dibedakan berdasarkan jenis kelamin, tidak menunjukkan hubungan yang signifikan ($p\text{-value}>0,05$) dengan kadar $VO_2\max$. Penelitian yang dilakukan terhadap 12 atlet taekwondo mengungkapkan temuan serupa, yaitu tidak terdapat hubungan antara kualitas tidur, khususnya efisiensi tidur, dengan hasil performa fisik³⁰. Beberapa faktor dapat menjadi penyebab tidak adanya hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut, terutama yang tidak dapat diukur dengan instrumen yang

digunakan dalam penelitian ini, seperti gaya hidup, faktor lingkungan, asupan makanan, dan kondisi kesehatan. Selain itu, hasil uji normalitas data yaitu variabel kualitas tidur tidak berdistribusi normal juga dapat menjadi faktor karena tidak terdapat pola yang konsisten antara kualitas tidur dan $VO_2\max$. Perbedaan hasil untuk setiap variabel, seperti kualitas tidur yang buruk dan $VO_2\max$ yang baik juga dapat menjadi faktor penyebab tidak adanya hubungan di antara keduanya. Namun, hasil penelitian ini bertentangan dengan penelitian lain, seperti penelitian yang melibatkan 100 atlet remaja sepak bola menemukan hubungan yang signifikan ($p\text{-value}<0,05$) antara kualitas tidur dan nilai $VO_2\max$ ³¹.

Tabel 7. Hubungan Komponen Kualitas Tidur dengan $VO_2\max$

Variabel	Kategori	$VO_2\max$	
		r	p-value
Kualitas tidur subyektif	Gabungan (n = 106)	-0,13	0,15
	Laki-laki (n= 57)	-0,12	0,35
	Perempuan (n = 49)	-0,34	0,01 ^b
Latensi tidur	Gabungan (n = 106)	-0,06	0,50
	Laki-laki (n= 57)	0,12	0,36
	Perempuan (n = 49)	-0,23	0,10
Durasi tidur	Gabungan (n = 106)	-0,00	0,96
	Laki-laki (n= 57)	0,00	0,96
	Perempuan (n = 49)	-0,14	0,31
Efisiensi tidur	Gabungan (n = 106)	-0,15	0,11
	Laki-laki (n= 57)	-0,12	0,45
	Perempuan (n = 49)	-0,29	0,03 ^b
Gangguan tidur	Gabungan (n = 106)	-0,03	0,71
	Laki-laki (n= 57)	-0,10	0,45
	Perempuan (n = 49)	0,24	0,09
Penggunaan obat tidur	Gabungan (n = 106)	-0,10	0,29

Disfungsi siang hari	Laki-laki (n= 57)	-0,14	0,29
	Perempuan (n = 49)	-0,13	0,35
	Gabungan (n = 106)	-0,11	0,23
	Laki-laki (n= 57)	-0,16	0,21
	Perempuan (n = 49)	-0,05	0,72

^aUji korelasi *pearson*, signifikan jika $p\text{-value} < 0,05$.

^bUji korelasi *spearman*, signifikan jika $p\text{-value} < 0,05$.

Dalam analisis komponen kualitas tidur, terdapat hubungan antara komponen kualitas tidur tertentu—khususnya kualitas tidur subjektif dan efisiensi tidur—dengan $VO_2\text{max}$ pada atlet perempuan. Untuk kualitas tidur subjektif, memiliki hasil bahwa semakin baik kualitas tidur subjektif, semakin tinggi hasil $VO_2\text{max}$. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di mana 13 minggu latihan aerobik dosis tinggi meningkatkan durasi tidur dan cenderung meningkatkan kualitas tidur subjektif pada atlet laki-laki yang tidak banyak bergerak³². Mengenai efisiensi tidur, efisiensi tidur yang lebih tinggi dikaitkan dengan hasil $VO_2\text{max}$ yang lebih baik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa melakukan *High-Intensity Interval Training* (HIIT) selama enam bulan dapat menurunkan skor efisiensi tidur serta dapat mengakibatkan penurunan berat badan dan pengurangan lingkaran pinggang³³. Efisiensi tidur yang baik sangat terkait dengan manfaat kesehatan secara keseluruhan, seperti peningkatan kinerja kognitif, pemulihan otot yang lebih cepat, respons imun yang lebih kuat, dan bagi atlet, peningkatan kinerja dalam olahraga tertentu³⁰. Hubungan antara kualitas tidur subjektif dan $VO_2\text{max}$ hanya ditemukan pada anak perempuan atlet dapat dijelaskan dengan skor global kuesioner PSQI yang menunjukkan bahwa anak perempuan umumnya memiliki kualitas tidur yang lebih baik dibandingkan anak laki-laki. Atlet perempuan cenderung memiliki kualitas tidur yang lebih baik dibandingkan atlet laki-laki dengan ditunjukkan dengan tidur lebih awal, kualitas mimpi yang lebih baik, dan kebersihan tidur yang lebih baik. Semua hal ini menunjukkan bahwa atlet perempuan pada umumnya memiliki kebiasaan tidur yang lebih sehat. Namun penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa remaja perempuan mengalami kualitas tidur yang lebih buruk atau lebih sering terganggu dibandingkan remaja laki-laki³⁴. Masalah ini memerlukan penyelidikan lebih lanjut untuk mencapai hasil yang lebih akurat.

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi atlet, pelatih, guru, dan pihak lain yang terlibat dalam bidang olahraga untuk membantu meningkatkan prestasi, khususnya pada atlet remaja. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan variabel yang lebih banyak sehingga dapat diketahui faktor-faktor lain yang dapat menunjang prestasi atlet selain faktor latihan. Keterbatasan penelitian ini yaitu tidak memperhitungkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil, seperti jenis latihan, asupan makanan, atau latihan. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi komposisi tubuh, termasuk persentase massa lemak dan massa otot sangat penting untuk meningkatkan performa atlet remaja.

KESIMPULAN

Atlet dengan persentase massa lemak yang rendah cenderung memiliki $VO_2\text{max}$ yang tinggi,

sedangkan atlet dengan persentase massa otot yang rendah juga cenderung memiliki $VO_2\text{max}$ yang rendah. Tidak ada korelasi keseluruhan yang signifikan antara kualitas tidur dan $VO_2\text{max}$. Namun, dilihat dari komponen kualitas tidur, terdapat hubungan kualitas tidur subjektif dan efisiensi tidur dengan $VO_2\text{max}$ pada atlet wanita. Dengan kata lain, kualitas tidur subjektif dan efisiensi tidur yang lebih baik dikaitkan dengan tingkat $VO_2\text{max}$ yang lebih tinggi. Oleh karena itu, optimalisasi komposisi tubuh lebih lanjut, termasuk persentase massa lemak dan massa otot dapat dilakukan untuk meningkatkan performa atlet. Selain itu, perhatian yang lebih besar harus diberikan untuk meningkatkan kualitas tidur di antara atlet di SMAN Olahraga Sidoarjo dan SMAN 1 Sewon untuk mendorong istirahat yang lebih baik.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMAN Olah Raga Sidoarjo dan SMAN 1 Sewon yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan kepada subjek yang bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan dukungannya selama penelitian. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Gizi Kesehatan Universitas Gadjah Mada atas dukungannya dalam penelitian ini, beserta semua pihak yang telah membantu memfasilitasi berbagai aspek dalam proyek ini.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan dalam artikel ini. Pendanaan untuk penelitian ini diperoleh secara mandiri dengan dana pribadi peneliti dan dibantu oleh dosen.

KONTRIBUSI PENULIS

FM: konseptualisasi, analisis formal, administrasi proyek, perangkat lunak, metodologi, peran/penulisan-draf asli RM: kurasi data, supervisi, validasi, metodologi, penulisan-tinjauan & penyuntingan, perolehan dana, investigasi MH: supervisi, validasi, sumber daya, penulisan-tinjauan & penyuntingan, perolehan dana, dan investigasi.

REFERENSI

- Utami, D. Peran Fisiologi dalam Meningkatkan Prestasi Olahraga Indonesia Menuju Sea Games. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)* **11**, (2015). 10.21831/jorpres.v11i2.5728.
- Kusuma, I. D. M. A. W. The influence of the differences within the preliminary $vo_2\text{max}$ level on the Tabata training results. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran* **5**, 327–341 (2019). https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v5i2.13490.

3. C Wibowo & D C Dese. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan VO₂max pada Atlet Bola Basket. *Journal Physical Education, Health and Recreation* **3**, 19–25 (2019). <https://doi.org/10.24114/pjkr.v3i2.12251>.
4. Maciejczyk, M. Więcek, M. Szymura, J. Wiecha, S. & Cempla, J. The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PLoS ONE* **9**, e95797 (2014). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095797>.
5. Yuliasih & Nurdin, F. Analisis Body Composition Masyarakat Desa Karang Tengah Kabupaten Bogor. *Jurnal Segar* **9**, 14–20 (2020). <https://doi.org/10.21009/segar/0901.02>.
6. Nandita Nury Latifah, Ani Margawati & Ayu Rahadiyanti. Hubungan Komposisi Tubuh dengan Kesegaran Jasmani pada Atlet Hockey. *Jurnal Keolahragaan* **7**, 146–154 (2019). <http://dx.doi.org/10.21831/jk.v7i2.28085>.
7. Westerterp, K. R. Exercise, Energy Balance and Body Composition. *Eur. J. Clin. Nutr.* **72**, 1246–1250 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0180-4>.
8. Penggalih, M. H. S. T. P, Sofro, Z. M, Solichah, K. M, Niamilah, I. & Nadia, A. *Respons, Adaptasi Biokimia, Dan Fisiologi Atlet*. (Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2021).
9. Doherty, R. Madigan, S. Warrington, G. & Ellis, J. Sleep and Nutrition Interactions: Implications for Athletes. *Nutrients* **11**, 822 (2019). <https://doi.org/10.3390/nu11040822>.
10. Irwin, M. R, Olmstead, R. & Carroll, J. R. Sleep Disturbance, Sleep Duration, and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies and Experimental Sleep Deprivation. *Biol. Psychiatry* **80**, 40–52 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.05.014>.
11. Juliff LE, Halson SL & Peiffer JJ. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *J. Sci. Med. Sport* **18**, 13–18 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.02.007>.
12. Antunes, B. M. *et al.* Sleep Quality and Duration are Associated with Performance in Maximal Incremental Test. *Physiol. Behav.* **177**, 252–256 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.014>.
13. Sukmawati, N. M. H & Putra, I. G. S. W. Reliabilitas Kusioner Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) Versi Bahasa Indonesia dalam Mengukur Kualitas Tidur Lansia. *WICAKSANA: Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* **3**, 30–38 (2019). <https://doi.org/10.22225/wicaksana.3.2.2019.30-38>.
14. D J Buysse, C F Reynolds, T H Monk, S R Berman & D J Kupfer. The Pittsburgh Sleep Quality Index: A New Instrument for Psychiatric Practice and Research. *Psychiatry Res.* **28**, 193–213 (1989). [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4).
15. V H Heyward. *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. (Human Kinetics, 2014).
16. Ernalina, Y. Azrin, M. & Latni G, J. Perbedaan Massa Lemak Antara Pengukuran Skinfold Caliper dengan Bioelectrical Impedance analysis (BIA) pada Atlet. *Jurnal Kesehatan Komunitas [Journal of Community Health]*, **6**, 267–271 (2020).
17. Bimantara, G. Hardiansyah, A. & Darmu'in. Hubungan Status Gizi, Persen Lemak Tubuh, dan Kadar Hemoglobin Terhadap Kualitas VO₂ Maks Siswa Sekolah Sepak Bola Sport Supaya Sehat Semarang. *Jurnal Gizi* **12**, 20–26 (2023).
18. Brown, K. A., Patel, D.R. & Darmawan, D Participation in Sports in Relation to Adolescent Growth and Development. *Transl. Pediatr.* **17**, 150–159 (2017). <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.03>.
19. Lo, H. M. *et al.* Factors Affecting Sleep Quality among Adolescent Athletes. *Sports Nutr. Ther.* 1–6 (2017).
20. Sargent, C. Halson, S. & Roach, G. D. Sleep or Swim? Early-Morning Training Severely Restricts the Amount of Sleep Obtained by Elite Swimmers. *Eur. J. Sport Sci.* **14**, S310–S315 (2014). <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.696711>.
21. R S Rusmiyati. Pengaruh Penggunaan Lampu pada Saat Tidur terhadap Kualitas Tidur Remaja di Madrasah Aliyah Negeri 2 Pontianak. *ProNers* **3**, (2015). <https://doi.org/10.26418/jpn.v3i1.11005>.
22. Szczepan Wiecha *et al.* Wiecha, S., Kasiak, P. S., Cieśliński, I., Takken, T., Palka, T., Knechtle, B., & Śliż, D. (2023). External Validation of VO₂max Prediction Models Based on Recreational and Elite Endurance Athletes. *PLoS ONE*, **18**(1), e0280897. *PLoS One* **18**, (2023). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280897>.
23. Novitasari, A. & Setiawati, A. Hubungan Komposisi Tubuh dengan VO₂max pada Atlet Remaja dan Dewasa. *Jurnal Pendidikan Olahraga* **8**, 35–44 (2019).
24. Rahadianti, D. Hubungan Nilai VO₂max dan Indeks Massa Tubuh pada Atlet NTB. *Nusantara Hasana Journal* **2**, 108–112 (2022).
25. Aikawa Y, Murata M & Omi N. Relationship of Height, Body Mass, Muscle Mass, Fat Mass, and The Percentage of Fat with Athletic Performance in Male Japanese College Sprinters, Distance Athletes, Jumpers, Throwers, and Decathletes. *J. Phys. Fit. Sports Med.* **9**, 7–14 (2020). <http://dx.doi.org/10.7600/jpfsm.9.7>.
26. Demirkan, E. Can, S. & Arslan, E. The Relationship Between Body Composition and Aerobic Fitness in Boys and Girls Distance Runners. *Int. J. Sports Sci.* **6**, 62–65 (2016). <https://doi.org/10.5923/j.sports.20160602.07>.
27. Trinschek, J., Zielinski, J & Kusy, K. Maximal Oxygen Uptake Adjusted for Skeletal Muscle Mass in Competitive Speed-Power and Endurance Male Athletes: Changes in A One-Year Training Cycle. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **17**, 6226 (2020). <https://doi.org/10.3390/ijerph17176226>.
28. Bankovic, V., Dopsaj, M., Terzic, Z. & Nestic, G. Descriptive Body Composition Profile in Female Olympic Volleyball Medalists Defined Using Multichannel Bioimpedance Measurement: Rio 2016 Team Case Study. *Int. J. Morphol.* **36**, (2018). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022018000200699>.

29. Milivoj, D. *et al.* Multidimensional Prediction Approach in the Assessment of Male Volleyball Players' Optimal Body Composition: The Case of Two Elite European Teams. *Int. J. Morphol.* **2021**, (2021). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022021000400977>.
30. Vargas, P. C, & Jiménez, J. M. The Association Between Sleep Efficiency and Physical Performance in Taekwondo Athletes. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* **37**, 227–232 (2020). <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.69860>.
31. Penggalih, M. H. S. T, Sofro, Z. M, Oktarini, K. S, & Ningrum, R. K. The correlation between sleep quality and performance in football athlete. *Sleep Biol. Rhythms* **19**, 195–200 (2021).
32. Kjeldsen, J. S. *et al.* Effect of Different Doses of Exercise on Sleep Duration, Sleep Efficiency and Sleep Quality in Sedentary, Overweight Men. *Bioenergetics* **S1:002** (2012).
33. Benham, J L. *et al.* Self-Reported Sleep Quality and Exercise in Polycystic Ovary Syndrome: A Secondary Analysis of a Pilot Randomized Controlled Trial. *Clin. Endocrinol. (Oxf)* **98**, 700–708 (2023). <https://doi.org/10.1111/cen.14900>.
34. Muis, M. A. & Bawono, M. N. Analisis Pola Tidur Tim Futsal Putri Kartini Yuk Lamongan di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, **10**, 93–104 (2022).