



HUBUNGAN TINGKAT KEBUGARAN KARDIORESPIRASI (VO₂MAX), KUALITAS TIDUR DAN KOMPOSISI TUBUH PADA POPULASI DEWASA MUDA : ANALISIS PERBEDAAN GENDER

Azry Ayu Nabillah ^{1)*}, Africo Ramadhani ²⁾, Erny Amalia Lestari ³⁾, Muhamad Ihsan Hufadz ⁴⁾

^{1), 2), 3), dan 4)} Institut Teknologi Sumatera

E-mail : ¹⁾ azry.nabillah@ro.itera.ac.id, ²⁾ ramadhani.africo@ro.itera.ac.id,

³⁾ erny.lestari@ro.itera.ac.id, ⁴⁾ muhamad.hufadz@ro.itera.ac.id

ABSTRAK

Kebugaran kardiorespirasi (VO₂Max), kualitas tidur, dan komposisi tubuh merupakan indikator kunci kesehatan dewasa muda. Namun, interaksi ketiganya, terutama dalam konteks perbedaan gender, masih kurang terjelaskan, padahal disparitas biologis dan sosio-kultural berpotensi memengaruhi hasil intervensi kesehatan. Menganalisis hubungan VO₂Max, kualitas tidur, dan komposisi tubuh serta mengidentifikasi perbedaan signifikan antar gender pada populasi dewasa muda urban. Penelitian cross-sectional dengan 128 partisipan (96 laki-laki, 32 perempuan) berusia 18-25 tahun. VO₂Max diukur melalui Bleep Test, kualitas tidur dengan Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), dan komposisi tubuh menggunakan Tanita MC-980U. Analisis statistik meliputi uji korelasi Spearman, uji-t independen, dan regresi linear multivariat. Laki-laki memiliki VO₂Max lebih tinggi (32,5 vs. 25,1 mL/kg/min) dan massa otot lebih besar (46,2% vs. 34,7%), sementara perempuan memiliki lemak tubuh lebih tinggi (17,8% vs. 8,1%) serta kualitas tidur lebih buruk (68% skor PSQI >5). Korelasi positif kuat teridentifikasi antara VO₂Max dan massa otot ($r = 0,72$), serta korelasi negatif dengan lemak tubuh ($r = -0,65$) dan skor PSQI ($r = -0,58$). Massa otot menjadi prediktor terkuat VO₂Max ($\beta = 0,62$). Temuan mengonfirmasi pentingnya pendekatan berbasis gender dalam intervensi kesehatan, seperti program latihan resistensi-aerobik untuk perempuan dan manajemen stres untuk laki-laki. Keterbatasan desain cross-sectional dan ketidakseimbangan sampel menjadi catatan untuk studi lanjutan. Penelitian ini merekomendasikan integrasi skrining kebugaran dalam kebijakan kesehatan primer serta eksplorasi longitudinal dengan alat ukur objektif.

Kata kunci : VO₂Max; kualitas tidur; komposisi tubuh; kesehatan masyarakat

ABSTRACT

Cardiorespiratory fitness (VO₂Max), sleep quality, and body composition are key indicators of health in young adults. However, the interplay among these factors-particularly in the context of gender differences-remains underexplored, despite the potential influence of biological and sociocultural disparities on health intervention outcomes. To analyze the relationships among VO₂Max, sleep quality, and body composition, and to identify significant gender differences within an urban young adult population. A cross-sectional study was conducted involving 128 participants (96 males, 32 females) aged 18-25 years. VO₂Max was assessed using the Bleep Test, sleep quality via the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), and body composition with the Tanita MC-980U. Statistical analyses included Spearman correlation, independent t-tests, and multivariate linear regression. Males demonstrated higher VO₂Max (32,5 vs. 25,1 mL/kg/min) and greater muscle mass (46,2% vs. 34,7%), whereas females exhibited higher body fat percentage (17,8% vs. 8,1%) and poorer sleep quality (68% with PSQI scores >5). A strong positive correlation was found between VO₂Max and muscle mass ($r = 0,72$), and negative correlations with body fat ($r = -0,65$) and PSQI score ($r = -0,58$). Muscle mass emerged as the strongest predictor of VO₂Max ($\beta = 0,62$). These findings highlight the importance of gender-specific approaches in health interventions, such as resistance-aerobic training programs for women and stress management strategies for men. The limitations of the cross-sectional design and sample imbalance warrant consideration in future research. This study advocates for the integration of fitness screening in primary health policies and recommends longitudinal investigations employing objective measurement tools.

Keywords : VO₂Max; sleep quality; body composition; public health

PENDAHULUAN

Kebugaran kardiorespirasi, kualitas tidur, dan komposisi tubuh adalah tiga aspek kunci yang saling terkait dalam menentukan kesehatan holistik individu, terutama pada dewasa muda kelompok usia yang sering kali menghadapi transisi gaya hidup modern yang berdampak signifikan pada kebugaran fisik dan kesejahteraan psikologis (Carneiro-Barrera et al., 2020). VO₂Max, sebagai indikator utama kapasitas aerobik, tidak hanya merefleksikan kemampuan tubuh dalam beradaptasi dengan aktivitas fisik intensif tetapi juga berperan sebagai prediktor kesehatan kardiovaskular jangka panjang (Mandsager et al., 2018). Di sisi lain, kualitas tidur yang diukur melalui Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dan komposisi tubuh yang mencakup proporsi massa lemak dan otot merupakan penanda kesehatan metabolismik yang krusial. Meskipun ketiga variabel ini saling berhubungan, interaksinya, terutama dalam konteks perbedaan gender, masih belum terpetakan secara komprehensif. Padahal, dewasa muda merupakan kelompok yang rentan terhadap perubahan pola tidur, penurunan aktivitas fisik, dan peningkatan risiko obesitas akibat gaya hidup sedentari.

Studi sebelumnya Mondal (2017) telah mengonfirmasi bahwa massa otot yang tinggi berkorelasi positif dengan VO₂Max, sementara akumulasi lemak tubuh cenderung menurunkan kapasitas aerobik. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya terfokus pada populasi spesifik seperti atlet atau lansia, dan jarang mengintegrasikan analisis kualitas tidur atau perbedaan gender. Data awal pada 128 partisipan (96 laki-laki, 32 perempuan) dalam penelitian ini mengungkap disparitas mencolok : rerata VO₂Max laki-laki (32,5 mL/kg/min) secara signifikan lebih tinggi daripada perempuan (25,1 mL/kg/min), sementara 68% partisipan perempuan memiliki skor PSQI yang mengindikasikan kualitas tidur "Buruk". Selain itu, meski perempuan memiliki rerata massa lemak lebih tinggi (17,8% vs. 8,1% pada laki-laki), hubungannya dengan kebugaran fisik belum diteliti secara mendalam. Temuan awal ini memunculkan pertanyaan mendasar, bagaimana interaksi antara kebugaran kardiorespirasi, kualitas tidur, dan komposisi tubuh, serta apakah perbedaan gender memengaruhi dinamika hubungan tersebut.

Permasalahan ini semakin kompleks mengingat program intervensi kesehatan yang ada seperti latihan interval intensitas tinggi (HIIT) untuk meningkatkan VO₂Max atau edukasi higiene tidur sering kali bersifat generik dan tidak mempertimbangkan perbedaan fisiologis antar gender (Mallampalli & Carter, 2014; Schmitz et al., 2020). Padahal, perempuan cenderung memiliki respons unik terhadap latihan fisik akibat variasi hormonal dan komposisi tubuh, sementara laki-laki lebih rentan terhadap gangguan tidur akibat stres pekerjaan (Consitt et al., 2001; Karlsson et al., 2003). Solusi potensial, seperti desain program latihan berbasis gender atau integrasi manajemen tidur ke dalam kebijakan kesehatan publik, memerlukan dasar empiris yang kuat tentang interaksi multidimensi antar variabel. Sayangnya, celah penelitian masih besar. Mayoritas studi terdahulu hanya mengeksplorasi satu atau dua variabel secara terisolasi, seperti hubungan VO₂Max dan massa otot tanpa mempertimbangkan peran tidur, atau analisis kualitas tidur dan obesitas tanpa mengaitkannya dengan kebugaran fisik. Selain itu, penggunaan instrumen terstandar seperti BLEEP Test untuk mengukur kapasitas aerobik dan Tanita MC-980U untuk analisis komposisi tubuh dalam satu desain penelitian masih jarang dilakukan, sehingga membatasi validitas temuan.

Penelitian ini hadir untuk menjawab celah tersebut dengan pendekatan multidisiplin yang menggabungkan perspektif fisiologi olahraga, ilmu tidur, dan analisis komposisi tubuh. Inovasi

utamanya terletak pada integrasi tiga variabel kunci (VO₂Max, PSQI, massa lemak/otot) dalam satu kerangka analisis, serta fokus pada perbedaan gender yang sering terabaikan. Dengan menggunakan data primer yang dikumpulkan melalui instrumen berstandar klinis, studi ini tidak hanya memberikan gambaran holistik tentang interaksi antar variabel tetapi juga memastikan keandalan hasil. Tujuan penelitian mencakup, menganalisis hubungan antara VO₂Max, kualitas tidur, dan komposisi tubuh, mengidentifikasi perbedaan signifikan antar gender, dan mengembangkan model prediktif untuk mengestimasi VO₂Max berdasarkan variabel terkait.

Urgensi penelitian ini tidak hanya terletak pada kontribusi ilmiahnya sebagai referensi bagi studi longitudinal atau intervensi Kesehatan tetapi juga pada implikasi praktisnya. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk merancang kebijakan kesehatan publik yang lebih inklusif, seperti program latihan spesifik gender atau kampanye peningkatan kesadaran tentang pentingnya tidur berkualitas. Dengan mengungkap interaksi kompleks antara kebugaran fisik, tidur, dan komposisi tubuh, studi ini diharapkan dapat menjadi katalis bagi upaya kolektif dalam membangun generasi muda yang lebih sehat dan produktif.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi macam atau sifat penelitian, sumber data, data, teknik pengumpulan data, instrumen pengumpulan data, prosedur pengumpulan data dan metode analisis data. Penulisan setiap paragraf masuk ke tengah sejauh 0,9 cm Fonts Arial Narrow 12, spasi 1).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain cross-sectional untuk menganalisis hubungan antara kebugaran kardiorespirasi (VO₂Max), kualitas tidur, dan komposisi tubuh pada populasi dewasa muda, serta mengidentifikasi perbedaan signifikan antar gender. Desain cross-sectional dipilih karena memungkinkan pengumpulan data secara efisien dalam satu waktu (single time-point), sambil tetap mempertahankan kemampuan untuk mengevaluasi hubungan multidimensi antar variable (John W. Cresswel, 2009).

Populasi penelitian Mahasiswa Institut Teknologi Sumatera, dengan kriteria inklusi meliputi: tidak memiliki riwayat penyakit kardiovaskular, diabetes, atau gangguan tidur kronis, serta bersedia menandatangani informed consent. Sebanyak 128 partisipan (96 laki-laki, 32 perempuan) berhasil direkrut melalui teknik purposive sampling, dengan mempertimbangkan ketersediaan data dan hasil power analysis ($\alpha = 0,05$; power = 80%). Partisipan dengan data tidak lengkap atau outlier ekstrem (massa lemak >25%) dikeluarkan dari analisis untuk memastikan validitas hasil.

Tabel 1
Variabel Penelitian

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur
VO ₂ Max	Kapasitas aerobik maksimal dalam mL oksigen/kgBB/menit.	Bleep Test (multi-stage fitness test) dengan konversi ke VO ₂ Max menggunakan formula validasi.
Kualitas Tidur	Skor Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) dengan kategori "Baik" (≤ 5) dan "Buruk" (>5).	Kuesioner PSQI (7 domain: durasi, gangguan, latensi, efisiensi, dll.).
Komposisi Tubuh	Persentase massa otot dan lemak tubuh.	Tanita MC-980U PLUS Professional Body Composition Scale (akurasi $\pm 0,1\%$).
Jenis	Kategori biologis partisipan (laki-	Data demografis yang dilaporkan sendiri (self-

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur
Kelamin	laki/perempuan).	reported).

Pengumpulan data dilakukan melalui dua tahap utama : Pengukuran fisik: Bleep Test dilaksanakan di lapangan dengan protokol standar, sementara pengukuran komposisi tubuh dilakukan setelah partisipan berpuasa selama 3 jam dan menghindari aktivitas berat 24 jam sebelumnya dan Pengisian kuesioner PSQI : Partisipan mengisi kuesioner dengan panduan peneliti untuk memastikan pemahaman yang konsisten terhadap pertanyaan.

Analisis statistik dilakukan menggunakan IBM statistic SPSS dan GraphPad Prism v.9. Data pertama kali diuji normalitasnya dengan Shapiro-Wilk, yang menunjukkan distribusi tidak normal, sehingga uji non-parametrik dipilih. Hubungan antar variabel dianalisis menggunakan korelasi Spearman, sementara perbedaan gender diuji dengan uji-t independen. Untuk memprediksi VO₂Max, dilakukan regresi linear multivariat dengan massa otot, massa lemak, dan skor PSQI sebagai prediktor. Selain itu, ANOVA satu arah digunakan untuk membandingkan komposisi tubuh antar kategori VO₂Max. Visualisasi data seperti scatter plot, box plot, dan heatmap dikembangkan untuk memperjelas pola hubungan.

Aspek etik penelitian dijamin melalui persetujuan informed consent, anonimitas data. Penggunaan instrumen terstandar dan protokol ketat dalam pengumpulan data bertujuan meminimalkan bias dan meningkatkan validitas hasil. Dengan demikian, metode ini tidak hanya menjawab pertanyaan penelitian secara komprehensif tetapi juga menyediakan dasar untuk replikasi studi di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil analisis statistik berdasarkan data dari 128 partisipan (96 laki-laki, 32 perempuan) yang mengukur hubungan antara kebugaran kardiorespirasi (VO₂Max), kualitas tidur (PSQI), komposisi tubuh (massa lemak dan otot), serta perbedaan gender. Analisis dilakukan menggunakan software SPSS v.28 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Tabel 2
Statistik Deskriptif

Variabel	Laki-Laki (n=96)	Perempuan (n=32)
VO ₂ Max (mL/kg/min)	$32,5 \pm 6,8$	$25,1 \pm 4,2$
Massa Otot (%)	$46,2 \pm 3,5$	$34,7 \pm 2,9$
Massa Lemak (%)	$8,1 \pm 2,3$	$17,8 \pm 3,6$
Skor PSQI (kualitas tidur)	$5,2 \pm 1,7$ (Baik: 58%)	$7,9 \pm 2,1$ (Buruk: 68%)

Tabel 3
Uji Korelasi (Spearman)

Variabel	VO ₂ Max	Massa Otot	Massa Lemak	Skor PSQI
VO ₂ Max	1	0,72	-0,65	-0,58
Massa Otot	-	1	-0,81	-0,21
Massa Lemak	-	-	1	0,34
Skor PSQI	-	-	-	1

Hubungan antar variabel dianalisis menggunakan koefisien korelasi Spearman (karena data tidak terdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk). Korelasi signifikan ($p <0,01$): VO₂Max berhubungan positif kuat dengan massa otot ($r = 0,72$) dan negatif dengan massa lemak ($r = -0,65$) dan Skor PSQI (kualitas tidur buruk) berkorelasi negatif dengan VO₂Max ($r = -0,58$).

Tabel 4
Uji-t Independen (Perbedaan Gender)

Variabel	t-value	p-value	Kesimpulan
VO ₂ Max	6,24	<0,001	Laki-laki > Perempuan ($\Delta = 7,4 \text{ mL/kg/min}$)
Massa Otot	18,73	<0,001	Laki-laki > Perempuan ($\Delta = 11,5\%$)
Massa Lemak	-15,92	<0,001	Perempuan > Laki-laki ($\Delta = 9,7\%$)
Skor PSQI	-6,01	<0,001	Kualitas tidur perempuan lebih buruk

Perbandingan rerata antara laki-laki dan perempuan menggunakan uji-t independen (asumsi homogenitas terpenuhi, Levene's test $p >0,05$).

Tabel 5
Analisis Regresi Linear Multivariat

Prediktor	Koefisien (β)	p-value	Kontribusi (R^2)
Massa Otot	0,62	<0,001	51,3%
Massa Lemak	-0,38	0,002	14,5%
Skor PSQI	-0,21	0,018	4,7%

Prediktor	Koefisien (β)	p-value	Kontribusi (R^2)
Model Keseluruhan		<0,001	$R^2 = 70,5\%$

VO₂Max diprediksi menggunakan model regresi dengan prediktor: massa otot, massa lemak, dan skor PSQI. Interpretasi: Setiap peningkatan 1% massa otot meningkatkan VO₂Max sebesar 0,62 mL/kg/min. Setiap peningkatan 1% massa lemak menurunkan VO₂Max sebesar 0,38 mL/kg/min. Setiap kenaikan 1 poin skor PSQI (tidur lebih buruk) menurunkan VO₂Max sebesar 0,21 mL/kg/min.

Tabel 6
Uji ANOVA (Kategori VO₂Max)

Kategori VO ₂ Max	Massa Otot (%)	Massa Lemak (%)	F-value	p-value
Kurang Sekali (n=22)	38,1 ± 2,1	15,2 ± 3,0	24,71	<0,001
Baik Sekali (n=18)	49,3 ± 2,8	6,8 ± 1,5		

VO₂Max dikelompokkan menjadi 6 kategori ("Kurang Sekali" hingga "Sangat Baik Sekali"). Analisis ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan dalam massa otot dan lemak antar kategori.

Kesimpulan Uji Statistik yaitu Laki-laki memiliki VO₂Max dan massa otot lebih tinggi, sementara perempuan cenderung memiliki massa lemak lebih tinggi dan kualitas tidur lebih buruk. Massa otot adalah prediktor terkuat VO₂Max ($\beta = 0,62$), diikuti massa lemak dan kualitas tidur. Temuan ini mendukung hipotesis awal dan menegaskan urgensi intervensi berbasis gender untuk meningkatkan kebugaran fisik dan kualitas tidur.

Penelitian ini mengungkap bahwa kebugaran kardiorespirasi (VO₂Max), kualitas tidur, dan komposisi tubuh saling terkait secara kompleks pada populasi dewasa muda, dengan perbedaan signifikan antara laki-laki dan perempuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa laki-laki memiliki kapasitas aerobik (VO₂Max) dan massa otot yang lebih tinggi, sementara perempuan cenderung memiliki persentase lemak tubuh lebih besar dan kualitas tidur yang lebih buruk. Temuan ini konsisten dengan studi sebelumnya, seperti penelitian (Traustadóttir et al., 2018), yang menyoroti peran hormon testosteron dalam meningkatkan massa otot dan kapasitas aerobik pada laki-laki. Namun, kekuatan korelasi antara VO₂Max dan massa otot dalam penelitian ini ($r = 0,72$) lebih tinggi dibandingkan studi serupa di Jepang ($r = 0,58$). Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh penggunaan alat ukur komposisi tubuh berstandar klinis (Tanita MC-980U) dalam penelitian ini, yang meminimalkan kesalahan pengukuran dan meningkatkan akurasi data.

Di sisi lain, tingginya persentase lemak tubuh pada perempuan (17,8%) dan prevalensi kualitas tidur "buruk" (68%) menjadi temuan. Pola ini sejalan dengan penelitian (Lund et al., 2010; Power & Schulkin, 2008) yang menjelaskan bahwa faktor hormonal seperti estrogen pada perempuan mendorong akumulasi lemak subkutan, sementara tekanan sosio-kultural seperti tuntutan akademik dan peran ganda dapat memperburuk kualitas tidur. Namun, angka kualitas tidur buruk pada perempuan dalam penelitian ini lebih tinggi daripada studi yang dilakukan oleh (Zhang & Wing, 2006) menunjukkan bahwa konteks urban di Indonesia mungkin memperparah masalah ini melalui paparan polusi suara atau kurangnya kesadaran tentang higiene tidur.

Korelasi negatif antara VO₂Max dan massa lemak ($r = -0,65$) juga memperkuat temuan sebelumnya. Penelitian (Jackson & Pollock, 1978) menyatakan bahwa setiap peningkatan 5% lemak tubuh berkaitan dengan penurunan 1,2 mL/kg/min VO₂Max. Namun, penelitian ini mengungkap dampak yang lebih besar: setiap kenaikan 1% lemak tubuh menurunkan VO₂Max sebesar 0,38 mL/kg/min. Hal ini mungkin mencerminkan gaya hidup sedentari yang semakin umum di kalangan dewasa muda urban, di mana aktivitas fisik rendah dan pola makan tidak seimbang mempercepat akumulasi lemak.

Temuan unik dalam penelitian ini adalah peran kualitas tidur sebagai prediktor VO₂Max. Meskipun studi sebelumnya seperti (Cornell et al., 2017) fokus pada hubungan tidur dengan obesitas, penelitian ini memperluas wawasan dengan menunjukkan bahwa tidur buruk (skor PSQI tinggi) secara langsung berkontribusi pada penurunan kapasitas aerobik ($\beta = -0,21$). Mekanisme biologis yang mendasari hal ini mungkin melibatkan gangguan pemulihan otot dan peningkatan kadar kortisol hormon stres yang menghambat metabolisme energi. Namun, keterbatasan penggunaan kuesioner PSQI (subjektif) perlu diakui.

Perbedaan respons fisiologis antar gender menjadi sorotan utama. Temuan ini mendukung teori sexual dimorphism dalam fisiologi olahraga, di mana laki-laki memiliki keunggulan anatomic seperti massa otot dan volume darah yang lebih tinggi (Joyner & Coyle, 2008). Namun, penelitian ini juga mengungkap bahwa perempuan lebih rentan terhadap dampak negatif tidur buruk pada kebugaran fisik aspek yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi temuan sebelumnya tetapi juga melengkapi celah dengan pendekatan holistik.

Implikasi praktis dari penelitian ini mencakup rekomendasi untuk mengembangkan program intervensi berbasis gender. Bagi perempuan, kombinasi latihan aerobik dan resistensi dapat meningkatkan massa otot sekaligus mengurangi lemak, sementara modul manajemen stres dan edukasi higiene tidur dapat membantu memperbaiki kualitas tidur. Untuk laki-laki, pemeliharaan massa otot melalui latihan teratur dan pengurangan paparan stres pekerjaan menjadi kunci. Di tingkat kebijakan, integrasi pemeriksaan komposisi tubuh dan kebugaran dalam layanan kesehatan primer dapat menjadi langkah preventif yang efektif.

Keterbatasan penelitian meliputi ketidakseimbangan sampel (75% laki-laki) dan desain cross-sectional yang tidak memungkinkan analisis kausal. Selain itu, konteks urban Indonesia mungkin membatasi generalisasi temuan. Untuk itu, penelitian lanjutan perlu menargetkan partisipasi perempuan yang lebih seimbang, menggunakan desain longitudinal, dan melibatkan alat ukur tidur objektif seperti actigraphy.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam memahami interaksi multidimensi antara kebugaran fisik, tidur, dan komposisi tubuh pada dewasa muda. Temuan ini tidak hanya relevan bagi bidang fisiologi olahraga tetapi juga menjadi dasar untuk kebijakan kesehatan yang lebih inklusif dan efektif, khususnya dalam menghadapi tantangan gaya hidup modern yang semakin kompleks.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengungkap perbedaan signifikan antara laki-laki dan perempuan dalam kebugaran kardiorespirasi (VO₂Max), komposisi tubuh, dan kualitas tidur. Laki-laki memiliki kapasitas aerobik lebih tinggi (32,5 mL/kg/min) dan massa otot lebih besar (46,2%), sementara perempuan menunjukkan persentase lemak tubuh lebih tinggi (17,8%) serta kualitas tidur yang buruk (68% skor PSQI >5). Korelasi kuat antara VO₂Max dengan massa otot ($r = 0,72$) dan hubungan negatifnya dengan lemak tubuh ($r = -0,65$) menegaskan peran komposisi tubuh dalam

kebugaran fisik. Temuan ini diperkuat oleh model regresi yang menunjukkan massa otot sebagai prediktor terkuat VO₂Max ($\beta = 0,62$). Selain faktor biologis, konteks sosio-kultural urban di Indonesia, seperti tekanan akademik dan polusi suara, turut memperburuk kualitas tidur perempuan, menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik dalam analisis kesehatan.

Perlunya intervensi berbasis gender, seperti program latihan resistensi aerobik untuk perempuan dan manajemen stres untuk laki-laki, serta integrasi skrining kebugaran dalam layanan kesehatan primer. Namun, keterbatasan desain cross-sectional dan ketidakseimbangan sampel (75% laki-laki) menghambat generalisasi temuan. Studi lanjutan direkomendasikan menggunakan desain longitudinal, alat ukur tidur objektif (actigraphy), dan perluasan sampel ke wilayah rural. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada literatur fisiologi olahraga dengan pendekatan multidimensi, tetapi juga menjadi dasar bagi kebijakan kesehatan inklusif untuk mengatasi disparitas kebugaran dan gaya hidup sedentari di kalangan dewasa muda. Simpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Carneiro-Barrera, A., Amaro-Gahete, F. J., Acosta, F. M., & Ruiz, J. R. (2020). Body Composition Impact on Sleep in Young Adults: The Mediating Role of Sedentariness, Physical Activity, and Diet. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1560. <https://doi.org/10.3390/jcm9051560>
- Consitt, L. A., Copeland, J. L., & Tremblay, M. S. (2001). Hormone Responses to Resistance vs. Endurance Exercise in Premenopausal Females. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(6), 574–587. <https://doi.org/10.1139/h01-032>
- Cornell, D. J., Paxson, J. L., Caplinger, R. A., Seligman, J. R., Davis, N. A., & Ebersole, K. T. (2017). Resting Heart Rate Variability Among Professional Baseball Starting Pitchers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 575–581. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000001538>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504. <https://doi.org/10.1079/BJN19780152>
- John W. Cresswel. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Karlsson, B. H., Knutsson, A. K., Lindahl, B. O., & Alfredsson, L. S. (2003). Metabolic disturbances in male workers with rotating three-shift work. Results of the WOLF study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 76(6), 424–430. <https://doi.org/10.1007/s00420-003-0440-y>
- Lund, H. G., Reider, B. D., Whiting, A. B., & Prichard, J. R. (2010). Sleep Patterns and Predictors of Disturbed Sleep in a Large Population of College Students. *Journal of Adolescent Health*, 46(2), 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2009.06.016>
- Mallampalli, M. P., & Carter, C. L. (2014). Exploring Sex and Gender Differences in Sleep Health: A Society for Women's Health Research Report. *Journal of Women's Health*, 23(7), 553–562. <https://doi.org/10.1089/jwh.2014.4816>
- Mandsager, K., Harb, S., Cremer, P., Phelan, D., Nissen, S. E., & Jaber, W. (2018). Association of Cardiorespiratory Fitness With Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing. *JAMA Network Open*, 1(6), e183605. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.3605>

- Mondal, H. (2017). Effect of BMI, Body Fat Percentage and Fat Free Mass on Maximal Oxygen Consumption in Healthy Young Adults. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25465.10039>
- Power, M. L., & Schulkin, J. (2008). Sex differences in fat storage, fat metabolism, and the health risks from obesity: possible evolutionary origins. *British Journal of Nutrition*, 99(5), 931–940. <https://doi.org/10.1017/S0007114507853347>
- Schmitz, B., Niehues, H., Thorwesten, L., Klose, A., Krüger, M., & Brand, S.-M. (2020). Sex Differences in High-Intensity Interval Training—Are HIIT Protocols Interchangeable Between Females and Males? *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00038>
- Traustadóttir, T., Harman, S. M., Tsitouras, P., Pencina, K. M., Li, Z., Travison, T. G., Eder, R., Miciek, R., McKinnon, J., Woodbury, E., Basaria, S., Bhasin, S., & Storer, T. W. (2018). Long-Term Testosterone Supplementation in Older Men Attenuates Age-Related Decline in Aerobic Capacity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 103(8), 2861–2869. <https://doi.org/10.1210/jc.2017-01902>
- Zhang, B., & Wing, Y.-K. (2006). Sex Differences in Insomnia: A Meta-Analysis. *Sleep*, 29(1), 85–93. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.1.85>