Jurnal Kedokteran MEDITEK
Volume 32, Number 6, Tahun 2026 page.289-301
p-ISSN: 2686-1437 e-ISSN: 2686-0201
https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v32i6.4363

Hubungan Aktivitas Fisik dan Kualitas Tidur dengan Penuaan Dini Vaskular pada Mahasiswa Kedokteran

Insani Bintang Nusa[1], Nurfitri Bustamam[2*], Pritha Maya Savitri[3], Maria Selvester Thadeus[4]

[1]Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia
[2]Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia
[3]Departemen Ilmu Kesehatan Matra, Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia
[4]Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:
Received: June 16, 2026
Revised: August 2, 2026
Accepted: September 26, 2026
Available online: November 15, 2026

Keywords: *arterial elasticity, medical students, physical activity, sleep quality, vascular wave type*

This is an open-access article under the CC BY-SA 4.0 license.

Copyright © 2026 by Insani Bintang Nusa, Nurfitri Bustamam, Pritha Maya Savitri, Maria Selvester Thadeus. Published by Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Krida Wacana

ABSTRACT

Introduction: *Reduced arterial elasticity and abnormal vascular waves are early vascular aging characteristics, influenced by physical activity and sleep quality. However, their relationships in medical students remain poorly understood.* ***Purpose:*** *This study investigated the association between physical activity and sleep quality on vascular characteristics in medical students.* ***Methods:*** *A cross-sectional study was conducted among 56 male students, aged ≥18 years. Physical activity and sleep quality were assessed using the Global Physical Activity Questionnaire and Pittsburgh Sleep Quality Index, respectively. Vascular characteristics were measured using accelerated photoplethysmography (SA-3000P). Data were analyzed using Chi-square tests and multivariable logistic regression.* ***Results:*** *Poor sleep quality was significantly associated with reduced arterial elasticity (p = 0.045; OR = 1.588; 95% CI = 1.011–2.495). Physical activity was not associated with arterial elasticity (p = 0.512), but was associated with vascular wave type (p = 0.009; OR = 1.993; 95% CI = 1.179–3.369). In multivariable logistic regression, low physical activity remained associated with abnormal wave type (OR = 4.671; 95% CI = 1.418–15.387), while sleep quality was not (p = 0.081).* ***Conclusion:*** *Poor sleep quality was associated with reduced arterial elasticity, whereas low and moderate physical activity was associated with abnormal vascular wave type.*

1. PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular masih menjadi penyebab utama kematian di dunia. Diperkirakan penyakit ini menyebabkan 19,8 juta kematian atau 32% dari total kematian pada tahun 2022.[1] Penyakit kardiovaskular saat ini tidak lagi menjadi masalah pada usia lanjut, tetapi semakin banyak ditemukan pada kelompok usia muda. Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023 melaporkan jumlah kasus penyakit jantung terbanyak ditemukan pada kelompok usia 25-34 tahun.[2] Pergeseran usia kasus penyakit tersebut sejalan dengan meningkatnya prevalensi faktor risiko pada usia muda, seperti obesitas, dislipidemia, hipertensi, dan merokok.[3] Faktor risiko tersebut dapat menyebabkan penuaan dini vaskular yang ditandai dengan perubahan struktur dan fungsi vaskular.[4] Oleh karena itu, deteksi dini perubahan vaskular merupakan langkah penting dalam mencegah penyakit kardiovaskular, terutama pada individu usia muda yang

*Corresponding author: Nurfitri Bustamam
E-mail address: nurfitri.bustamam@upnvj.ac.id

berisiko tinggi. Salah satu indikator yang telah dikenal sebagai biomarker kerusakan vaskular dan memprediksi kejadian penyakit kardiovaskular di masa depan adalah kekakuan arteri (*arterial stiffness*).[5]

Sejumlah faktor, misalnya genetik, usia, hipertensi, dan diabetes melitus, diketahui memengaruhi kesehatan vaskular.[6] Selain faktor tersebut, gaya hidup sehat juga berhubungan dengan kesehatan vaskular.[7] Mahasiswa kedokteran merupakan kelompok yang rentan memiliki gaya hidup tidak sehat akibat tekanan akademik dan keterbatasan waktu. Hasil penelitian didapatkan 67% mahasiswa kedokteran di Chitwan memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah,[8] dan 44% mahasiswa kedokteran di Kathmandu mempunyai kualitas tidur yang buruk, terutama selama periode ujian. Hasil serupa juga didapatkan dari penelitian di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta (UPNVJ) yang menunjukkan sebanyak 88,3% mahasiswa kedokteran memiliki kualitas tidur yang buruk dan 41,7% memiliki aktivitas fisik yang rendah.[9]

Sejumlah hasil penelitian menunjukkan kualitas tidur yang buruk meningkatkan kekakuan arteri pada populasi usia > 20 tahun[10] dan > 60 tahun.[11] Sebaliknya, aktivitas fisik teratur dapat menurunkan kekakuan arteri pada populasi usia > 50 tahun.[12,13] Penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa populasi usia 50-83 tahun dengan kualitas tidur yang buruk dan aktivitas fisik rendah, memiliki tingkat kekakuan arteri yang tinggi.[14] Sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada populasi paruh baya atau lanjut usia. Bukti mengenai hubungan aktivitas fisik dan kualitas tidur dengan kekakuan arteri pada populasi dewasa muda yang sehat, khususnya mahasiswa kedokteran, masih terbatas. Padahal mahasiswa kedokteran merupakan kelompok dewasa muda yang rentan mengalami kualitas tidur buruk dan aktivitas fisik rendah, yang diduga berpotensi menyebabkan perubahan struktur dan fungsi vaskular.

Penelitian untuk mengkaji hubungan antara gaya hidup dan vaskular, perlu mempertimbangkan faktor jenis kelamin karena merupakan faktor yang memengaruhi karakteristik vaskular. Pada perempuan premenopause, hormon estrogen diketahui memiliki efek protektif terhadap vaskular dengan memperlambat kekakuan arteri. Namun, efek protektif tersebut berkurang seiring bertambahnya usia, terutama setelah menopause. Penurunan kadar estrogen berkontribusi terhadap disfungsi endotel dan remodeling dinding arteri.[15–17] Sebaliknya, laki-laki muda pada umumnya memiliki arteri yang lebih kaku dibandingkan dengan perempuan seusianya. Pada usia muda, tekanan darah sentral dan perifer, kecepatan rambat gelombang nadi (pulse wave velocity), curah jantung, dan isi sekuncup juga lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan dengan perempuan.[18] Oleh karena itu, penelitian ini hanya dibatasi pada subjek laki-laki untuk mengurangi potensi *confounding*, agar hubungan aktivitas fisik, kualitas tidur, dan karakteristik vaskular dapat dievaluasi secara lebih akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan aktivitas fisik dan kualitas tidur dengan karakteristik vaskular, khususnya elastisitas arteri dan tipe gelombang vaskular (*vascular wave type*) pada mahasiswa kedokteran laki-laki Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran hubungan gaya hidup terhadap penuaan dini vaskular, terutama pada individu usia muda yang mengalami tekanan akademik.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain potong lintang dan dilaksanakan di Medical Education and Research Center, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta (UPNVJ) selama dua bulan, September–Oktober 2024. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa kedokteran UPNVJ

Tahun Akademik 2024/2025. Besar sampel dihitung menggunakan rumus beda proporsi dengan α = 5%, power (1 – β) = 80%, P_1 = 0,244[19] dan P_2 = 0,613[20] sebagai berikut:

$$n1 = n2 = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}\sqrt{2P\,(1-P)} + Z_{\beta}\sqrt{P_1(1-P_1)\ +\ P_2(1-\ P_2)})^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

Hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut didapatkan 44 subjek. Selanjutnya, hasil perhitungan ditambah 10% untuk mengantisipasi *dropout*, sehingga besar sampel minimal penelitian ini adalah 49 subjek.

Kriteria inklusi subjek penelitian ini adalah mahasiswa kedokteran UPNVJ, laki-laki, berusia minimal 18 tahun, memiliki kebiasaan makan baik berdasarkan kuesioner Adolescent Food Habit Checklist (AFHC), dan bersedia menjadi subjek penelitian dengan menandatangani *informed consent*. Subjek dengan riwayat diabetes mellitus dan hipertensi, menggunakan obat tidur, merokok, dan mengonsumsi alkohol, dieksklusi dari penelitian.

Data dikumpulkan menggunakan kuesioner yang diisi secara mandiri dan Accelerated Photoplethysmograph (APG) SA-3000P untuk menilai karakteristik vaskular. Accelerated Photoplethysmography adalah metode noninvasif untuk mendeteksi perubahan vaskular pada individu sehat maupun pasien dan telah digunakan dalam sejumlah penelitian.[21–24] Alat ini mengukur perubahan volume darah pada jaringan mikrovaskular, terutama di kulit. Ketika cahaya dipancarkan ke permukaan kulit, sebagian cahaya akan diserap, dihamburkan, atau dipantulkan bergantung pada volume darah di dalam jaringan. Perubahan volume darah tersebut dideteksi oleh fotodetektor dan dikonversi menjadi bentuk gelombang. Beberapa karakteristik vaskular dapat diperoleh dari bentuk gelombang APG, yaitu: elastisitas arteri dan tipe gelombang vaskular.[21] Elastisitas arteri adalah kemampuan arteri untuk meregang pada saat menerima tekanan dan kembali ke bentuk semula setelah tekanan hilang.[25] Elastisitas arteri dikategorikan menjadi suboptimal (<30), normal (30–70), dan optimal (>70).[22] Klasifikasi tipe gelombang APG mencerminkan kondisi vaskular perifer dan fungsi sirkulasi. Tipe gelombang dikategorikan ke dalam tujuh tingkat yang merepresentasikan tahapan kesehatan vaskular, yaitu: tipe 1 (normal), tipe 2 (trombosis dini), tipe 3 (peningkatan trombus), tipe 4 (peningkatan trombus dan penuaan dini vaskular), tipe 5 (gangguan sirkulasi dan penuaan vaskular), tipe 6 (disfungsi dan sumbatan vaskular), dan tipe 7 (kelainan vaskular).[26]

Pemeriksaan karakteristik vaskular dilakukan di lingkungan dengan pencahayaan yang baik, dengan tingkat kebisingan minimal, dan suhu ruangan yang nyaman. Seluruh pemeriksaan dilakukan oleh satu operator yang sama. Alat ini bekerja menggunakan sensor optik (LED dan *photodetector*) dengan sistem kalibrasi internal yang telah terintegrasi dalam perangkat. Subjek penelitian tidak diperbolehkan mengonsumsi kafein atau obat-obatan yang dapat merangsang sistem saraf setidaknya 3 jam sebelum pemeriksaan, tidak melakukan aktivitas fisik minimal 2 jam sebelum pemeriksaan, dan tidak mengenakan aksesori berbahan logam. Subjek penelitian diminta duduk dengan tenang, kedua tungkai diluruskan, tidak bergerak maupun berbicara, kedua mata tetap terbuka, dan bernapas teratur. Selanjutnya, nyalakan alat, masukkan identitas subjek, dan pasang *finger probe* pada jari telunjuk tangan kiri selama 3 menit.[22]

Kebiasaan makan dinilai menggunakan AFHC yang terbukti valid dan reliabel dengan nilai Cronbach's alpha = 0,86. Total skor AFHC dikategorikan menjadi kebiasaan makan baik (> skor rata-rata) atau buruk (≤ skor rata-rata).[27]

Aktivitas fisik dinilai menggunakan Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) yang mengukur tingkat aktivitas fisik dalam satuan Metabolic Equivalent of Task (MET) selama satu bulan terakhir. Aktivitas fisik dikategorikan menjadi tinggi (MET ≥ 3000), sedang (600 ≤ MET < 3000), atau rendah (MET < 600). GPAQ memiliki reliabilitas sedang hingga baik dalam memperkirakan aktivitas fisik total dengan Spearman's rho sebesar 0,68–0,79.[28]

Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) yang terdiri atas sembilan butir pertanyaan digunakan untuk menilai kualitas tidur dalam satu bulan terakhir. Instrumen ini terbukti valid dan reliabel dengan nilai Cronbach alpha = 0,79.[29]

Analisis data dilakukan menggunakan uji Chi-square dan regresi logistik untuk menilai hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Variabel usia dan indeks massa tubuh (IMT) pada penelitian ini tidak dimasukkan ke dalam model regresi karena rentang usia populasi relatif sempit dan karakteristiknya relatif homogen. Selain itu, keterbatasan jumlah sampel menjadi pertimbangan dalam membatasi jumlah variabel yang dimasukkan ke dalam model regresi. Hasil analisis data disajikan dalam bentuk *odds ratio* (OR) dengan interval kepercayaan 95%.

Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Clearance* dari Komisi Etik Penelitian Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dengan nomor surat 369/IX/2024/KEP. Seluruh subjek menandatangani *informed consent* sebelum mengikuti penelitian. Hanya 56 dari 70 mahasiswa yang mengisi kuesioner memenuhi kriteria penelitian. Oleh karena jumlahnya kurang dari 100, diputuskan untuk menggunakan teknik *total sampling*.

3. HASIL

Terdapat 56 dari 70 mahasiswa yang mengisi kuesioner memenuhi kriteria penelitian. Pada Tabel 1 dapat dilihat karakteristik dan gaya hidup subjek. Subjek berusia antara 18 dan 22 tahun dengan mayoritas berusia 19 atau 20 tahun, masing-masing sebanyak 30,4%. Sebagian besar (62,5%) subjek memiliki IMT normal. Berdasarkan aktivitas fisik, didapatkan persentase subjek dengan aktivitas tinggi dan sedang sama besar, masing-masing 46,4%, dan hanya 7,1% dengan tingkat aktivitas fisik rendah. Mayoritas (60,7%) subjek mempunyai kualitas tidur yang buruk.

Tabel 1.
Karakteristik subjek

Karakteristik	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia (tahun)		
18	4	7,1
19	17	30,4
20	17	30,4
21	16	28,6
22	2	3,6
Indeks Massa Tubuh (IMT)		
Berat badan lebih	19	33,9
Normal	35	62,5
Berat badan kurang	2	3,6
Aktivitas Fisik		
Tinggi	26	46,4
Sedang	26	46,4
Rendah	4	7,1
Kualitas Tidur		
Baik	22	39,3
Buruk	34	60,7

Seluruh subjek menjalani pemeriksaan vaskular. Sebanyak 67,9% subjek memiliki elastisitas arteri suboptimal, sedangkan 30,4% memiliki elastisitas normal, dan hanya 1,8% memiliki elastisitas optimal. Berdasarkan kategori tipe gelombang vaskular, didapatkan 41,1% termasuk tipe 1 (normal), 55,4% tipe 2 (trombosis dini), 1,8% tipe 3 (peningkatan trombus), dan 1,8% tipe 4 (penuaan dini vaskular).

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil uji Chi-square yang menunjukkan tidak ada hubungan antara aktivitas fisik dan elastisitas arteri (p = 0,512).

Tabel 2.
Hubungan aktivitas fisik dan elastisitas arteri

Aktivitas Fisik	Elastisitas Arteri				Total		*p-value*
	Suboptimal		Optimal + Normal				
	n	%	n	%	n	%	
Rendah+Sedang	22	73,3	8	26,7	30	100	0,512
Tinggi	16	61,5	10	38,5	26	100	

Sebaliknya, kualitas tidur berhubungan signifikan dengan elastisitas arteri. Subjek dengan kualitas tidur buruk memiliki risiko 1,6 kali lebih besar mengalami elastisitas arteri suboptimal dibandingkan dengan subjek dengan kualitas tidur baik (OR = 1,588; 95% CI = 1,011–2,495). Proporsi elastisitas arteri suboptimal lebih tinggi pada kelompok dengan kualitas tidur buruk (79,4%) dibandingkan dengan kelompok dengan kualitas tidur baik (50%) (Tabel 3).

Tabel 3.
Hubungan kualitas tidur dengan elastisitas arteri

Kualitas Tidur	Elastisitas Arteri				Total		OR (95% CI)	*p-value*
	Suboptimal		Optimal + Normal					
	n	%	n	%	n	%		
Buruk	27	79,4	7	20,6	34	100	1,588	0,045
Baik	11	50	11	50	22	100	(1,011–2,495)	

Aktivitas fisik berhubungan signifikan dengan tipe gelombang vaskular. Subjek dengan aktivitas fisik rendah dan sedang memiliki risiko hampir dua kali lipat untuk memiliki tipe gelombang vaskular abnormal dibandingkan dengan subjek dengan aktivitas fisik tinggi (OR = 1,993; 95% CI = 1,179–3,369). Sebanyak 76,7% subjek pada kelompok dengan aktivitas fisik rendah dan sedang memiliki tipe gelombang vaskular abnormal, sedangkan pada kelompok dengan aktivitas tinggi hanya 38,5% (Tabel 4).

Tabel 4.
Hubungan aktivitas fisik dengan tipe gelombang vaskular

Aktivitas Fisik	Tipe Gelombang				Total		OR (95% CI)	*p-value*
	Abnormal		Normal					
	n	%	n	%	n	%		
Rendah+Sedang	23	76,7	7	23,3	30	100	1,993	0,009
Tinggi	10	38,5	16	61,5	26	100	(1,179–3,369)	

Sebaliknya, tidak didapatkan hubungan antara kualitas tidur dan tipe gelombang vaskular (p = 0,054) (Tabel 5).

Variabel kualitas tidur tetap dimasukkan dalam analisis regresi logistik, karena memiliki nilai p < 0,25. Hasil analisis regresi logistik menunjukkan aktivitas fisik berhubungan signifikan

dengan tipe gelombang vaskular setelah dikontrol kualitas tidur. Subjek dengan aktivitas fisik rendah dan sedang memiliki risiko 4,67 kali lebih besar untuk memiliki tipe gelombang vaskular abnormal dibandingkan dengan subjek dengan aktivitas fisik tinggi (OR = 4,671; 95% CI = 1,418–15,387). Variabel kualitas tidur turut diperhitungkan dalam model, tetapi tidak mencapai kemaknaan statistik (OR = 2,922; 95% CI = 0,877–9,734) (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki hubungan yang lebih kuat terhadap tipe gelombang vaskular dibandingkan dengan kualitas tidur.

Tabel 5.
Hubungan kualitas tidur dengan tipe gelombang vaskular

Kualitas Tidur	Tipe Gelombang				Total		*p-value*
	Abnormal		Normal				
	n	%	n	%	n	%	
Buruk	24	70,6	10	29,4	34	100	0,054
Baik	9	40,9	13	59,1	22	100	

Tabel 6.
Model regresi logistik hubungan aktivitas fisik dan kualitas tidur dengan tipe gelombang vaskular

Variabel	OR	95% CI	*p-value*
Aktivitas Fisik	4,671	1,418–15,387	0,011
Kualitas Tidur	2,922	0,877–9,734	0,081

4. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 38 (67,9%) subjek memiliki elastisitas arteri suboptimal, dan 58,9% menunjukkan abnormalitas tipe gelombang vaskular, terutama tipe 2 (trombosis dini). Temuan ini perlu menjadi perhatian karena menunjukkan penuaan dini vaskular sudah terjadi pada populasi yang secara klinis dianggap memiliki risiko rendah.

Secara fisiologis, elastisitas arteri dipertahankan oleh komponen elastik dan otot polos dinding vaskular terutama pada aorta dan arteri besar. Namun, paparan faktor risiko vaskular dapat memicu stres oksidatif, inflamasi derajat rendah, dan disfungsi endotel. Selanjutnya, proses tersebut akan mempercepat degradasi elastin sehingga meningkatkan kekakuan arteri. Proses ini ditandai dengan perubahan struktur dan fungsi arteri.[30–32] Meskipun penuaan vaskular umumnya diteliti pada populasi lanjut usia, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan struktur dan fungsi vaskular dapat terjadi sejak dekade kedua kehidupan.

Tingginya proporsi elastisitas arteri suboptimal dan gelombang vaskular abnormal dalam penelitian ini sejalan dengan konsep penuaan dini vaskular dalam penelitian terdahulu.[30,32] Hasil penelitian menunjukkan remaja dengan obesitas atau diabetes tipe 2 dapat mengalami percepatan penuaan vaskular.[33] Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa evaluasi kesehatan vaskular pada dewasa muda berpotensi menjadi strategi untuk mengidentifikasi perubahan subklinis, terutama pada individu dengan faktor risiko.

Seluruh subjek penelitian ini adalah laki-laki, dengan mayoritas memiliki tingkat aktivitas fisik tinggi (46,4%) dan sedang (46,4%). Hasil serupa didapatkan dari penelitian terdahulu yang menunjukkan laki-laki pada umumnya lebih sering melakukan aktivitas fisik, misalnya melakukan latihan beban, lari, atau bersepeda.[34,35] Aktivitas fisik memberikan manfaat bagi kesehatan vaskular melalui berbagai mekanisme, antara lain meningkatkan bioavailabilitas nitrogen oksida (*nitric oxide*), mengurangi inflamasi, dan mendukung remodeling vaskular yang adaptif dan menguntungkan.[12,13,36,37]

Meskipun demikian, penelitian ini tidak menemukan hubungan antara aktivitas fisik dan elastisitas arteri (p = 0,512). Temuan ini tidak serta-merta meniadakan manfaat aktivitas fisik terhadap kesehatan vaskular, tetapi mencerminkan kompleksitas hubungan tersebut. Efek aktivitas fisik terhadap vaskular dipengaruhi oleh jenis, intensitas, durasi, dan frekuensinya. Aktivitas aerobik atau dinamis (isotonik), seperti berjalan cepat dan bersepeda, dapat meningkatkan fungsi endotel melalui peningkatan *shear stress* dan produksi nitrogen oksida, sedangkan aktivitas isometrik juga dapat memberikan manfaat melalui adaptasi hemodinamik, meskipun dengan respons vaskular yang berbeda. Selain itu, pola akumulasi aktivitas harian dan mingguan juga berkontribusi terhadap vaskular.[38] Pada penelitian ini, aktivitas fisik dinilai berdasarkan tingkat aktivitas secara keseluruhan, tanpa secara spesifik menggambarkan karakteristik tersebut. Keterbatasan ini dapat menjelaskan tidak ditemukannya hubungan antara aktivitas fisik dan elastisitas arteri.

Faktor komposisi tubuh juga dapat memengaruhi hubungan antara aktivitas fisik dan kesehatan vaskular. Sebanyak 33,9% subjek penelitian ini memiliki IMT dalam kategori kelebihan berat badan, yang berpotensi mengurangi efek protektif aktivitas fisik terhadap vaskular. Kelebihan berat badan dapat memicu remodeling vaskular melalui beberapa mekanisme, antara lain proliferasi sel otot polos vaskular, perubahan matriks ekstraselular, dan peningkatan rasio kolagen-elastin, yang mempercepat kekakuan arteri. Mekanisme tersebut dimediasi oleh stres oksidatif dan inflamasi.[39] Hasil penelitian pada mahasiswa kedokteran menunjukkan bahwa bukan IMT, melainkan rendahnya rasio massa otot dan lemak viseral yang berhubungan dengan elastisitas vaskular suboptimal.[40] Hubungan ini dapat dijelaskan berdasarkan teori bahwa rasio massa otot dan lemak viseral yang rendah memicu resistensi insulin. Otot berperan penting dalam penyerapan glukosa yang dimediasi oleh insulin. Penurunan massa otot dapat mengurangi jumlah reseptor insulin sehingga menyebabkan resistensi insulin. Peningkatan lemak viseral juga berkorelasi dengan peningkatan resistensi insulin. Selain itu, rasio massa otot dan lemak viseral yang rendah merangsang sekresi sitokin proinflamasi yang berkontribusi terhadap kekakuan vaskular.[41]

Berbeda dengan elastisitas arteri, aktivitas fisik berhubungan dengan tipe gelombang vaskular. Mahasiswa dengan aktivitas fisik rendah dan sedang memiliki risiko dua kali lipat untuk memiliki tipe gelombang vaskular abnormal dibandingkan dengan mahasiswa dengan aktivitas fisik tinggi (OR = 1,993; 95% CI = 1,179–3,369; p = 0,009). Setelah dikontrol terhadap kualitas tidur, aktivitas fisik tetap berhubungan dengan tipe gelombang vaskular (OR = 4,671; p = 0,011).

Hubungan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya. Penuaan vaskular ditandai dengan disfungsi endotel, penebalan tunika intima, serta akumulasi lipid dan sel-sel inflamasi pada dinding vaskular. Seiring waktu, proses tersebut akan memicu pembentukan plak aterosklerosis yang pada akhirnya menyebabkan trombosis. Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur telah terbukti dapat menurunkan penanda trombogenik, seperti fragmen protrombin F1+2, dan memperbaiki fungsi endotel melalui peningkatan produksi nitrogen oksida dan penurunan agregasi trombosit.[42,43] Sejumlah penelitian terdahulu juga mendukung mekanisme protektif tersebut.[31,44,45] Sebaliknya, kurangnya aktivitas fisik dapat mempercepat penuaan seluler dan disfungsi vaskular.[45]

Selain aktivitas fisik, kualitas tidur merupakan faktor gaya hidup lain yang berpotensi memengaruhi kesehatan vaskular. Lebih dari separuh (60,7%) subjek penelitian ini memiliki kualitas tidur buruk. Data ini sejalan dengan hasil penelitian di Universitas Tarumanagara yang

melaporkan 73,1% mahasiswa kedokteran memiliki kualitas tidur buruk.[46] Mahasiswa kedokteran merupakan kelompok yang rentan memiliki kualitas tidur buruk akibat tekanan akademik, kekhawatiran akan kegagalan, dan jadwal kegiatan yang tidak teratur. Masa transisi dari pembelajaran di sekolah menengah atas ke pendidikan dokter yang jadwalnya lebih padat sering kali menyebabkan penurunan kualitas tidur. Penelitian lain melaporkan mahasiswa kedokteran tingkat akhir memiliki kualitas tidur yang buruk karena meningkatnya tanggung jawab dalam pembelajaran klinis. Diketahui pula bahwa mahasiswa yang tinggal di asrama umumnya memiliki kualitas tidur yang lebih buruk dibandingkan dengan mahasiswa yang tinggal bersama keluarga. Hal ini diduga berkaitan dengan aktivitas sosial dan kegiatan ekstrakurikuler hingga larut malam.[47]

Pada penelitian ini didapatkan hubungan antara kualitas tidur dan elastisitas arteri. Subjek dengan kualitas tidur buruk memiliki risiko 1,6 kali lebih besar untuk mengalami elastisitas arteri suboptimal dibandingkan dengan subjek dengan kualitas tidur baik (p = 0,045). Hasil ini sejalan dengan sejumlah penelitian yang menunjukkan kualitas tidur yang buruk berhubungan dengan kekakuan arteri. Kualitas tidur yang buruk berkontribusi terhadap peningkatan kekakuan arteri.[10,48] Kualitas tidur buruk telah terbukti berhubungan dengan peningkatan kekakuan arteri, bahkan setelah dikontrol oleh faktor perancu seperti usia, jenis kelamin dan IMT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu poin skor PSQI, yang menunjukkan semakin buruknya kualitas tidur, berkaitan dengan peningkatan kekakuan arteri dan risiko penyakit kardiovaskular.[48] Aktivitas saraf simpatis yang berlebihan, yang sering ditemukan pada individu dengan gangguan tidur, diduga menjadi salah satu mekanisme utama yang menjelaskan hubungan tersebut.[49] Selain itu, kualitas tidur yang buruk berhubungan dengan aterosklerosis subklinis dan berbagai gangguan kardiometabolik.[50] Durasi tidur yang singkat dan kualitas tidur yang buruk meningkatkan risiko penyakit jantung koroner, terutama pada individu berusia lebih dari 40 tahun.[51] Hal tersebut diperkuat oleh hasil penelitian meta-analisis.[52]

Secara biologis, gangguan tidur dapat memengaruhi kesehatan vaskular melalui berbagai mekanisme. Peningkatan kortisol, sekresi hormon pertumbuhan, dan gangguan keseimbangan leptin–ghrelin secara bersama-sama berkontribusi terhadap peningkatan adipositas, gangguan metabolisme glukosa, dan inflamasi sistemik. Selain itu, kualitas tidur yang buruk meningkatkan kadar katekolamin yang dapat merangsang proliferasi sel otot polos vaskular dan fibrosis, sehingga mempercepat proses remodeling vaskular.[14] Dengan demikian, tingginya prevalensi kualitas tidur buruk dalam penelitian ini menunjukkan pentingnya edukasi tentang kualitas tidur sebagai intervensi untuk menjaga kesehatan vaskular.

Berbeda dengan elastisitas arteri, kualitas tidur tidak berhubungan dengan tipe gelombang vaskular pada analisis bivariat (p = 0,054). Namun, variabel tersebut tetap dimasukkan ke dalam model regresi logistik berdasarkan pertimbangan teoritis dan potensi perannya sebagai faktor perancu. Hasil analisis multivariat didapatkan kualitas tidur tetap tidak berhubungan dengan tipe gelombang vaskular (p = 0,081). Meskipun demikian, kualitas tidur tetap merupakan faktor penting dalam kesehatan vaskular karena berhubungan dengan elastisitas arteri.

Hasil penelitian ini menunjukkan aktivitas fisik dan kualitas tidur berhubungan dengan kesehatan vaskular. Kualitas tidur memiliki hubungan dengan elastisitas arteri. Sebaliknya, aktivitas fisik memiliki hubungan dengan tipe gelombang vaskular. Meskipun populasi penelitian ini adalah individu dewasa muda yang relatif sehat, karakteristik penuaan dini vaskular sudah didapatkan. Temuan ini menekankan pentingnya upaya untuk menerapkan gaya hidup sehat pada populasi dewasa muda, khususnya pada mahasiswa kedokteran. Institusi pendidikan dokter

dapat mempertimbangkan untuk mengembangkan modul kesehatan vaskular yang mencakup edukasi mengenai aktivitas fisik, kualitas tidur, dan pengendalian berat badan, serta skrining dan pemantauan kesehatan vaskular. Penggunaan APG dapat menjadi pertimbangan untuk menjadi bagian dari skrining rutin dalam mengevaluasi kesehatan vaskular.

Penelitian ini memberikan informasi tentang hubungan faktor gaya hidup dengan karakteristik vaskular pada populasi dewasa muda Indonesia. Kelebihan penelitian ini adalah mengukur karakteristik vaskular secara objektif. Namun, penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Desain potong lintang tidak memungkinkan untuk mendapatkan hubungan kausal antara faktor gaya hidup dan karakteristik vaskular. Selain itu, data aktivitas fisik dan kualitas tidur diperoleh menggunakan kuesioner yang diisi secara mandiri, sehingga berpotensi menimbulkan bias. Ukuran sampel yang relatif kecil, berasal dari satu institusi, dan hanya melibatkan subjek laki-laki juga membatasi generalisasi hasil penelitian. Beberapa faktor lain yang juga berpotensi menjadi faktor perancu, misalnya asupan makanan dan stres, belum diukur dalam penelitian ini.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam, mengikutsertakan subjek perempuan, menggunakan alat ukur aktivitas fisik yang objektif, misalnya akselerometer, dan menambah biomarker biokimia, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang hubungan antara gaya hidup dan kesehatan vaskular. Penelitian longitudinal dan intervensi juga diperlukan untuk mengevaluasi perubahan vaskular seiring waktu serta pengaruh perubahan aktivitas fisik dan kualitas tidur terhadap karakteristik vaskular.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas tidur berhubungan dengan elastisitas arteri, sedangkan aktivitas fisik berhubungan dengan tipe gelombang vaskular. Hubungan antara aktivitas fisik dan tipe gelombang vaskular tetap signifikan setelah dikontrol dengan kualitas tidur. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik dan kualitas tidur adalah faktor gaya hidup yang berhubungan dengan karakteristik vaskular pada mahasiswa kedokteran. Meskipun hubungan kausal tidak dapat disimpulkan dari penelitian ini, hasil penelitian mendukung perlunya edukasi yang menekankan pentingnya kualitas tidur dan aktivitas fisik sebagai bagian dari upaya promotif kesehatan vaskular pada mahasiswa kedokteran.

6. KONTRIBUSI PENULIS

IBN: mendesain penelitian, mengambil dan menginterpretasi data, menyusun draf naskah; NB: mendesain penelitian, menginterpretasi data, merevisi naskah; PMS: mendesain penelitian, menginterpretasi data; MST: mendesain penelitian, menginterpretasi data.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini.

8. PERNYATAAN PENGGUNAAN ARTIFICIAL INTELEGENCE DALAM NASKAH

Penulis menyatakan bahwa penulisan naskah artikel ini tidak menggunakan bantuan *Artificial Intelligence*.

9. DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2025. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 [Internet]. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI; 2023. Available from: https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/hasil-ski-2023/
3. Zaheen M, Pender P, Dang QM, Sinha E et al. Myocardial infarction in the young: aetiology, emerging risk factors, and the role of novel biomarkers. J Cardiovasc Dev Dis 2025; 12(4):148. DOI: https://doi.org/10.3390/jcdd12040148
4. González LDM, Romero-Orjuela SP, Rabeya FJ, del Castillo V et al. Age and vascular aging: an unexplored frontier. Front Cardiovasc Med 2023; 10:1278795. DOI: https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1278795
5. Wilkinson IB, Mäki-Petäjä KM, Mitchell GF. Uses of arterial stiffness in clinical practice. Arterioscler Thromb Vasc Biol 2020; 40(5):1063–7. DOI: https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.313130
6. Castelli R, Gidaro A, Casu G, Merella P et al. Aging of the arterial system. Int J Mol Sci 2023; 24(8):6910. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms24086910
7. Rossman MJ, LaRocca TJ, Martens CR, Seals DR. Healthy lifestyle-based approaches for successful vascular aging. J Appl Physiol (1985) 2018; 125(6):1888–900. DOI: https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00521.2018
8. Yadav M. Diet, sleep and exercise: the keystones of healthy lifestyle for medical students. JNMA J Nepal Med Assoc 2022; 60(253):841–3. DOI: https://doi.org/10.31729/jnma.7355
9. Yusuf KN, Bustamam N, Faranita T, Purwaningastuti DA. Relationship between physical activity and sleep quality with muscle mass in female medical students. Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga 2024; 9(1):103–10. DOI: https://doi.org/10.17509/jpjo.v9i1.66263
10. Del Brutto OH, Mera RM, Peñaherrera E, Costa AF et al. On the association between sleep quality and arterial stiffness: a population study in community-dwelling older adults living in rural Ecuador (the Atahualpa Project). J Clin Sleep Med 2019; 15(8):1101–6. DOI: https://doi.org/10.5664/jcsm.7798
11. Saz-Lara A, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Notario-Pacheco B et al. The acute effect of exercise on arterial stiffness in healthy subjects: a meta-analysis. J Clin Med 2021; 10(2):291. DOI: https://doi.org/10.3390/jcm10020291
12. Islam SJ, Beydoun N, Mehta A, Kim JH et al. Association of physical activity with arterial stiffness among Black adults. Vasc Med 2022; 27(1):13–20. DOI: https://doi.org/10.1177/1358863X211032725
13. Vandercappellen EJ, Henry RMA, Savelberg HHCM, van der Berg JD et al. Association of the amount and pattern of physical activity with arterial stiffness: the Maastricht Study. J Am Heart Assoc 2020; 9(20):e017502. DOI: https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017502
14. Choi Y, Kosaki K, Akazawa N, Tanahashi K et al. Combined effects of sleep and objectively-measured daily physical activity on arterial stiffness in middle-aged and older adults. Exp Gerontol 2024; 188:112397. DOI: https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112397
15. Ogola BO, Zimmerman MA, Clark GL, Abshire CM et al. New insights into arterial stiffening: does sex matter? Am J Physiol Heart Circ Physiol 2018; 315(5):H1073–87. DOI: https://doi.org/10.1152/ajpheart.00132.2018

16. Safar ME, Regnault V, Lacolley P. Sex differences in arterial stiffening and central pulse pressure: mechanistic insights? J Am Coll Cardiol 2020; 75(8):881–3.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.12.041
17. DuPont JJ, Kenney RM, Patel AR, Jaffe IZ. Sex differences in mechanisms of arterial stiffness. Br J Pharmacol 2019; 176(21):4208–25.
DOI: https://doi.org/10.1111/bph.14624
18. Saz-Lara A, Martínez-Rodrigo A, Galán-Moya EM, Martínez-García I et al. Sex-specific patterns in blood pressure and vascular parameters: the MUJER-EVA Project. J Cardiovasc Dev Dis 2025; 12(5):175.
DOI: https://doi.org/10.3390/jcdd12050175
19. Funck KL, Laugesen E, Høyem P, Fleischer J et al. Low physical activity is associated with increased arterial stiffness in patients recently diagnosed with type 2 diabetes. Am J Hypertens 2016; 29(7):882–8.
DOI: https://doi.org/10.1093/ajh/hpv197
20. Chen S, Li N, Gao Y, Jiang H et al. Prevalence and risk factors for vascular calcification based on the ankle-brachial index in the general population: a cross-sectional study. BMC Cardiovasc Disord 2022; 22(1):227.
DOI: https://doi.org/10.1186/s12872-022-02668-9
21. Park J, Seok HS, Kim SS, Shin H. Photoplethysmogram analysis and applications: an integrative review. Front Physiol 2022; 12:808451.
DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2021.808451
22. Murakami T, Asai K, Kadono Y, Nishida T et al. Assessment of arterial stiffness index calculated from accelerated photoplethysmography. Artery Res 2019; 25(1–2):37–40.
DOI: https://doi.org/10.2991/artres.k.191120.001
23. Putri TZ, Bustamam N, Faranita T, Irmarahayu A. The relationship between COVID-19 history and arterial vascular elasticity measured using accelerated photoplethysmograph analyzer in medical students. Acta Med Indones 2024; 56:322–9.
24. Hanifah N, Bustamam N, Yusmaini H, Hadiwiardjo YH. The association between waist-to-height ratio and vascular characteristics in normal body mass index. Jurnal Info Kesehatan 2026; 24(2):275–84.
DOI: https://doi.org/10.31965/infokes.vol24.iss2.2365
25. Maruhashi T, Kajikawa M, Kishimoto S, Takaeko Y et al. Volume elastic modulus, vascular function, and vascular structure in patients with cardiovascular risk factors. J Atheroscler Thromb 2021; 28(9):963–73.
DOI: https://doi.org/10.5551/jat.59261
26. Medicore. ANS function and blood circulation assessment SA-3000P [Internet]. Seoul: Medicore; 2017. Available from: https://medi-core.com/download/SA-3000P.pdf
27. Mahriani Y, Indriyanti R, Musnamirwan IA, Setiawan AS. A cross-sectional study on dietary assessment, oral hygiene behavior, and oral health status of adolescent girls. Front Nutr 2022; 9:973241.
DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2022.973241
28. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. J Phys Act Health 2009; 6(6):790–804.
DOI: https://doi.org/10.1123/jpah.6.6.790
29. Alim IZ. Uji validitas dan reliabilitas instrumen Pittsburgh Sleep Quality Index versi Bahasa Indonesia [thesis on the Internet]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2015. Available from: https://lib.ui.ac.id/detail?id=20404062&lokasi=lokal
30. Maier JA, Andrés V, Castiglioni S, Giudici A et al. Aging and vascular disease: a multidisciplinary overview. J Clin Med 2023; 12(17):5512.
DOI: https://doi.org/10.3390/jcm12175512

31. Ya J, Bayraktutan U. Vascular ageing: mechanisms, risk factors, and treatment strategies. Int J Mol Sci 2023; 24(14):11538.
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms241411538
32. González LDM, Romero-Orjuela SP, Rabeya FJ, del Castillo V et al. Age and vascular aging: an unexplored frontier. Front Cardiovasc Med 2023; 10:1278795.
DOI: https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1278795
33. Ryder JR, Northrop E, Rudser KD, Kelly AS et al. Accelerated early vascular aging among adolescents with obesity and/or type 2 diabetes mellitus. J Am Heart Assoc 2020; 9(10):e014891.
DOI: https://doi.org/10.1161/JAHA.119.014891
34. Moscatelli F, La Torre ME, Vasco P, Valenzano A et al. The differences in physical activity levels of male and female university students. Physical Education Theory and Methodology 2023; 23(3):431–7.
DOI: https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.3.16
35. Lamarche L, Gammage KL, Ozimok B. The gym as a culture of body achievement: exploring negative and positive body image experiences in men attending university. SAGE Open 2018; 8(2):2158244018778103.
DOI: https://doi.org/10.1177/2158244018778103
36. Yang J, Chen X, Chen X, Li L. Physical activity and arterial stiffness: a narrative review. J Clin Hypertens (Greenwich) 2025; 27(1):e14941.
DOI: https://doi.org/10.1111/jch.14941
37. Belanger MJ, Rao P, Robbins JM. Exercise, physical activity, and cardiometabolic health: pathophysiologic insights. Cardiol Rev 2022; 30(3):134–44.
DOI: https://doi.org/10.1097/CRD.0000000000000417
38. Lear R, Metcalf B, Hillsdon M, Bond B et al. Associations of between- and within-day patterns of physical activity accumulation with arterial stiffness and indices of microvascular health—evidence from the Maastricht Study. Scand J Med Sci Sports 2024; 34(5):e14649.
DOI: https://doi.org/10.1111/sms.14649
39. Martínez-Martínez E, Souza-Neto FV, Jiménez-González S, Cachofeiro V. Oxidative stress and vascular damage in the context of obesity: the hidden guest. Antioxidants (Basel) 2021; 10(3):406.
DOI: https://doi.org/10.3390/antiox10030406
40. Ayudia T, Bustamam N, Hadiwiardjo YH, Purwaningastuti DA. Association between muscle-to-visceral fat ratio and vascular elasticity in medical students. World Nutr J 2025; 9(1):41–8.
DOI: https://doi.org/10.25220/wnj.v09.i1.0005
41. Xu J, Pan X, Liang H, Lin Y et al. Association between skeletal muscle mass to visceral fat area ratio and arterial stiffness in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus. BMC Cardiovasc Disord 2018; 18(1):89.
DOI: https://doi.org/10.1186/s12872-018-0827-z
42. Kumar A, Kar S, Fay WP. Thrombosis, physical activity, and acute coronary syndromes. J Appl Physiol (1985) 2011; 111(2):599–605.
DOI: https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00017.2011
43. Saladini F. Effects of different kinds of physical activity on vascular function. J Clin Med 2024; 13(1):152.
DOI: https://doi.org/10.3390/jcm13010152
44. Santos LP, Umpierre D. Exercise, cardiovascular health, and risk factors for atherosclerosis: a narrative review on these complex relationships and caveats of literature. Front Physiol 2020; 11:840.
DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00840

45. Ahmed B, Rahman AA, Lee S, Malhotra R. The implications of aging on vascular health. Int J Mol Sci 2024; 25(20):11188.
DOI: https://doi.org/10.3390/ijms252011188
46. Ursula F, Sunjaya AP, Chris A. Anxiety and sleep quality among medical students in Indonesia during the COVID-19 pandemic. In: Proceedings of the Tarumanagara International Conference on Medicine and Health (TICMIH 2021). Advances in Health Sciences Research vol. 41. Atlantis Press; 2021. p. 78–82. Available from: https://www.atlantis-press.com/proceedings/ticmih-21/125965079
47. Corrêa CC, de Oliveira FK, Pizzamiglio DS, Ortolan EVP et al. Sleep quality in medical students: a comparison across the various phases of the medical course. J Bras Pneumol 2017; 43(4):285–9.
DOI: https://doi.org/10.1590/s1806-37562016000000178
48. Culver MN, Langan SP, Carreker J, Flatt AA et al. Self-reported sleep quality is associated with central hemodynamics in healthy individuals. Sleep Breath 2020; 24(3):1083–8.
DOI: https://doi.org/10.1007/s11325-020-02082-5
49. Sugimoto H, Hamaoka T, Murai H, Hirai T et al. Relationships between muscle sympathetic nerve activity and novel indices of arterial stiffness using single oscillometric cuff in patients with hypertension. Physiol Rep 2022; 10(10):e15270.
DOI: https://doi.org/10.14814/phy2.15270
50. Amin KD, Thakkar A, Budampati T, Matai S et al. A good night's rest: a contemporary review of sleep and cardiovascular health. Am J Prev Cardiol 2025; 21:100924.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2024.100924
51. Hu H, Li H, Huang X, Bao H et al. Association of self-reported sleep duration and quality with BaPWV levels in hypertensive patients. Hypertens Res 2020; 43(12):1392–402.
DOI: https://doi.org/10.1038/s41440-020-0509-y
52. Lao XQ, Liu X, Deng HB, Chan TC et al. Sleep quality, sleep duration, and the risk of coronary heart disease: a prospective cohort study with 60,586 adults. J Clin Sleep Med 2018; 14(1):109–17.
DOI: https://doi.org/10.5664/jcsm.6894