

HUBUNGAN AKTIVITAS FISIK DENGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR VITAMIN D PADA MAHASISWA FK UNISMA

Balqis Nihayatuz Zein, Fancy Brahma Adiputra¹, Rahma Triliana²

¹Fakultas Kedokteran Islam Malang

ABSTRAK

Pendahuluan: Defisiensi vitamin D merupakan keadaan kadar 25(OH)D dibawah 30 ng/mL yang saat ini menjadi masalah kesehatan di berbagai negara, termasuk pada mahasiswa FK Unisma. Berbagai faktor, termasuk aktivitas fisik diduga berperan dalam defisiensi vitamin D. Namun, belum ada riset mengenai hubungan aktivitas fisik dengan IMT dan kadar vitamin D pada mahasiswa FK UNISMA

Metode: Penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang pada mahasiswa FK Unisma sebanyak 80 sampel yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu aktivitas fisik ringan (n= 23), sedang (n=27) dan berat (n=30) yang diukur menggunakan kuesioner International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), IMT diukur menggunakan alat pengukuran berat badan dan tinggi badan yang dihitung secara sistematis dengan rumus $bb\ (kg) \div tb\ (m^2)$ dan kadar vitamin D dalam serum darah diukur menggunakan teknik ELISA.

Hasil & Pembahasan: Tingkat IMT pada kelompok aktivitas fisik ringan, sedang dan berat berturut-turut adalah $24,32 \pm 5,60$; $25,22 \pm 5,54$; $25,71 \pm 5,88$ ($p = 0,837$) dengan hasil uji spearman $r = 0,067$; ($p = 0,554$). Tingkat Vitamin D pada aktivitas fisik ringan, sedang dan berat berturut-turut adalah $68,47 \pm 47,78$; $72,04 \pm 56,14$; $78,23 \pm 32,94$ ($p = 0,965$) dengan hasil uji spearman $r = -0,009$ ($p = 0,934$). Temuan menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan antara aktivitas fisik dengan IMT dan Kadar Vitamin D karena IMT tidak mencerminkan komposisi tubuh secara spesifik, sedangkan kadar vitamin D diduga lebih dipengaruhi oleh paparan sinar matahari dan faktor lain

Kesimpulan: Aktivitas fisik tidak berhubungan dengan IMT dan kadar vitamin D pada mahasiswa FK Unisma.

Kata Kunci: Aktivitas fisik; Indeks Massa Tubuh (IMT); Vitamin D; Mahasiswa FK

*Korespondensi:

Rahma Triliana (rahmatriliana@unisma.ac.id)

Jl. MT. Haryono 193 Malang, Jawa Timur, Indonesia 65144

THE ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY, BODY MASS INDEX (BMI), AND VITAMIN D LEVELS AMONG MEDICAL STUDENTS OF UNIVERSITAS ISLAM MALANG

Balqis Nihayatuz Zein¹, Fancy Brahma Adiputra¹, Rahma Triliana²

¹Faculty of Medicine, Universitas Islam Malang

ABSTRACT

Background: Vitamin D deficiency is defined as a serum 25(OH)D level below 30 ng/mL and remains a public health concern in many countries, including among medical students at the Faculty of Medicine, Universitas Islam Malang (FK UNISMA). Various factors, including physical activity, are believed to influence vitamin D status. However, studies examining the association between physical activity, body mass index (BMI), and vitamin D levels among FK UNISMA students are still limited.

Methods: An observational analytic study with a cross-sectional framework was conducted among 80 medical students at the Faculty of Medicine, Islamic University of Malang (UNISMA). Participants' physical activity was assessed through the IPAQ questionnaire and grouped into low, moderate, and high activity levels, comprising 23, 27, and 30 students, respectively. BMI values were calculated from body weight and height measurements using the standard formula (kg/m^2). Vitamin D status was assessed by measuring serum vitamin D levels using ELISA. Associations between the variables were analyzed using the Spearman rank correlation test.

Results and Discussion: The average BMI values in the light, moderate, and heavy physical activity groups were $24.32 \pm 5.60\ kg/m^2$, $25.22 \pm 5.54\ kg/m^2$, and $25.71 \pm 5.88\ kg/m^2$, respectively. The analysis results showed no significant difference in BMI between physical activity groups ($p = 0.837$), and no significant association was found between physical activity levels and BMI ($r = 0.067$; $p = 0.554$). Similarly, vitamin D levels did not show significant difference at various levels of physical activity ($p = 0.965$) and were not significantly correlated with physical activity ($r = -0.009$; $p = 0.934$). This findings indicate that physical activity levels were not significantly related to BMI or vitamin D levels. This condition may be caused by the limitations of BMI which is unable to describe body composition in detail, while vitamin D levels are influenced by various other factors, especially exposure to sunlight.

Conclusion: Physical activity was not associated with body mass index or vitamin D levels amongs medical students at the Faculty of Medicine, Universitas Islam Malang.

Keywords: Physical activity; Body Mass Index; Vitamin D; Medical students

*Correspondence:

Rahma Triliana (rahmatriliana@unisma.ac.id)

Jl. MT. Haryono No. 193, Malang, East Java, Indonesia 65144

PENDAHULUAN

[1]. Defisiensi vitamin D merupakan keadaan kadar 25(OH)D dibawah 30 ng/mL (Risanti *et al.*, 2024). [2]. Menurut pedoman Endocrine Society 2019, kecukupan vitamin D didefinisikan sebagai kadar total 25-hidroksivitamin D dalam serum lebih dari 30 ng/mL (50 nmol/L). [3]. Secara global, angka defisiensi vitamin D menunjukkan peningkatan, termasuk Indonesia memiliki prevalensi defisiensi vitamin D berkisar antara 60–90% tergantung pada kelompok studi. (Tantriana *et al.*, 2022). [4]. Tingginya angka defisiensi vitamin D dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan (Pusparini, 2014). [5]. Oleh sebab itu, perlu ditangani dengan mengetahui hal-hal yang berpengaruh terhadap kadar vitamin D, salah satunya adalah indeks massa tubuh (IMT).

[6]. Berdasarkan teori sekuestrasi, individu dengan obesitas memiliki jumlah jaringan adiposa lebih banyak, sehingga kadar vitamin D serum cenderung lebih rendah karena sifat vitamin D yang larut dalam lemak. (Jennifer, 2021). [7]. Sedangkan, menurut teori degradasi, peningkatan massa jaringan adiposa pada kondisi obesitas berperan dalam memicu infiltrasi berbagai sel imun yang kemudian menstimulasi sekresi sitokin proinflamasi, sehingga meningkatkan proses degradasi serta penurunan ketersediaan vitamin D dalam sirkulasi (Sundari, 2018). [8]. Hal ini menentukan peran IMT dan distribusi lemak pada kadar vitamin D. Selain IMT, jumlah kadar vitamin D dapat dipengaruhi oleh aktivitas fisik.

[9]. Aktivitas fisik merupakan gerakan tubuh dengan menggunakan kerja otot serta memerlukan energi (Ardiyanto & Mustafa, 2021). [10]. Individu yang aktif secara fisik cenderung memiliki kadar vitamin D lebih tinggi melalui peningkatan paparan matahari yang mengaktifasi sintesis vitamin D di kulit serta dukungan terhadap metabolisme vitamin D di hati dan ginjal (Wanner *et al.*, 2013). [11]. Sehingga, aktivitas fisik memiliki peran penting dalam mendukung ketersediaan dan metabolisme vitamin D, termasuk pada mahasiswa kedokteran

[12]. Mahasiswa kedokteran merupakan kelompok yang cenderung memiliki tingkat aktivitas fisik rendah (Yohan *et al.*, 2023), yang berpotensi memengaruhi kadar vitamin D. [13]. Namun, kajian yang membahas hubungan IMT dan aktivitas fisik dengan kadar vitamin D populasi dewasa muda seperti mahasiswa kedokteran masih terbatas.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

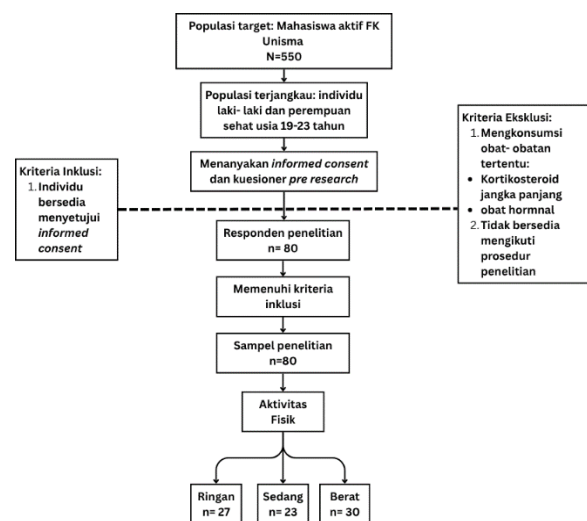
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain analitik deskriptif cross-sectional, di mana pengumpulan data dilakukan satu kali. Tujuan penelitian ini adalah menggambarkan karakteristik

responden sekaligus mengevaluasi hubungan antar kadar vitamin D, IMT, dan tingkat aktivitas fisik. Proses pengambilan data dilakukan hanya satu kali pada periode tertentu, kemudian dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji statistik yang sesuai. Penelitian ini dilakukan di Clinique Unisma, laboratorium terpadu FK Universitas Islam Malang, laboratorium Rumah Sakit Saiful Anwar dan dilaksanakan pada mahasiswa FK Unisma selama bulan Oktober-November tahun 2025. Aspek etik penelitian ini telah dipenuhi melalui persetujuan resmi dari Komite Etik Penelitian Rumah Sakit Islam, sebagaimana tercantum dalam surat persetujuan nomor 001/KEPK/VII/2025.

Sampel Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan non-probability sampling dengan teknik purposive sampling. Responden terdiri atas mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang berjenis kelamin laki-laki dan perempuan dengan 19 hingga 25 tahun, individu sehat fisik dan mental, dan bersedia menyetujui *informed consent*. Evaluasi dalam penelitian ini meliputi pengukuran aktivitas fisik, IMT dan kadar vitamin D serta analisis hubungan antarvariabel tersebut. Alur penentuan responden dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Alur Penentuan Responden



Keterangan: Diagram ini menggambarkan proses seleksi responden penelitian mulai dari populasi target hingga diperoleh sampel penelitian sebanyak 80 responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin.

Teknik Analisa Data

Data diperoleh kemudian ditabulasi dalam excel dan analisis menggunakan perhitungan *Kruskall-Wallis* melalui uji bivariat untuk menguji perbedaan nilai tingkat aktivitas fisik dengan IMT dan kadar vitamin D. Selanjutnya, hubungan antara variabel penelitian dianalisis menggunakan uji Spearman. Seluruh pengolahan dan analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

HASIL

Karakteristik Responden

Karakteristik responden penelitian ini diklasifikasikan berdasarkan tingkat aktivitas fisik, yang terdiri atas kategori ringan, sedang, dan tinggi.. Karakteristik yang dianalisis mencakup variabel numerik berupa usia, berat badan, dan tinggi badan, serta variabel kategorik berupa jenis kelamin dan

tempat tinggal. Data yang bersifat numerik disajikan sebagai nilai rerata beserta standar deviasinya, sedangkan data kategorik ditampilkan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Perbedaan karakteristik responden berdasarkan tingkat aktivitas fisik dianalisis menggunakan uji statistik yang sesuai. Karakteristik responden dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Respoden

Tabel 1. Karakteristik Responden						
No	Karakteristik Responden	Aktivitas Fisik			Normalitas KS/SW	P
		Ringan (n=23)	Sedang (n=27)	Tinggi (n=30)		
1.	Usia (tahun)	21,21 ± 0,79	20,29 ± 1,18	20,51 ±0,98	<0,001/ <0,001	0,029
2.	Jenis Kelamin				N/A	0,025
	Laki- laki	6 (26,1%)	16 (59,3%)	18 (60,0%)		
	Perempuan	17 (79,3%)	11 (40,7%)	12 (40,0%)		
3.	Tempat Tinggal				N/A	0,168
	Kost	21 (91,3%)	21 (77,8%)	28 (93,3%)		
	Bersama Orang Tua	2 (8,7%)	6 (22,2%)	2 (6,7%)		
4.	Berat Badan (kg)	64,18 ±17,70	69,55 ± 24,26	72,56 ±19,98	<0,001/ <0,001	0,479
5.	Tinggi Badan (m²)	1,60 ± 0,07	1,62 ± 0,11	1,66 ± 0,09	0,200/ 0,616	0,124

Keterangan: Total sampel 80, uji komparasi usia, berat badan, tinggi badan dilakukan dengan uji *Kruskal- wallis*, sedangkan jenis kelamin dan tempat tinggal menggunakan uji *Chi- square*.

Tabel 2. Uji Komparasi Aktvitas Fisik dengan IMT dan Kadar Vitamin D (n=80)

No	Karakteristik Responden	Aktivitas Fisik			Normalitas KS/SW	P
		Ringan (n=23)	Sedang (n=27)	Tinggi (n=30)		
1.	IMT	24,75 ± 5,52	25,67 ± 6,73	25,91 ± 6,31	0,005/ <0,001	0,837
2.	Vitamin D	82,62 ± 54,32	88,79 ± 61,62	86,00 ± 65,66	0,006/ <0,001	0,965

Keterangan: Total sampel 80, uji komparasi IMT dan Kadar Vitamin D dilakukan dengan uji *Kruskal- wallis*

Pada hasil karakteristik responden didapatkan perbedaan signifikan pada jenis kelamin dan usia. Untuk memastikan bahwa hasil tidak dipengaruhi

oleh gender maka dilakukan analisa pemisahan yang dapat dilihat pada **tabel 3 dan 4**.

Tabel 3. Karakteristik Responden Laki-laki (n=40)

No	Karakteristik Responden	Aktivitas Fisik			Normalitas KS/SW	P
		Ringan (n=6)	Sedang (n=16)	Tinggi (n=18)		
1.	Usia (tahun)	21,00 ± 0,89	20,81 ± 1,04	20,61 ± 0,97	<0,001/0,003	0,665
2.	Berat Badan (kg)	72,96 ± 17,96	77,15 ± 27,02	76,59 ± 21,20	0,200/0,025	0,993
3.	Tinggi Badan (m)	1,67 ± 0,04	1,70 ± 0,07	1,71 ± 0,06	0,200/0,788	0,391
Tempat Tinggal						
4.	Kost	5 (83,3%)	13 (81,3%)	17 (94,4%)	N/A	0,482
	Bersama Orang Tua	1 (16,7%)	3 (18,3%)	1 (5,6%)		
5.	IMT	25,96 ± 5,60	25,97 ± 7,60	26,04 ± 6,75	0,200/ 0,017	0,899
6.	Kadar Vitamin D	122,71 ± 55,38	100,30 ± 64,29	91,18 ± 81,13	0,093/ 0,016	0,316

Tabel 4. Karakteristik Responden Perempuan (n=40)

No	Karakteristik Responden	Aktivitas Fisik			Normalitas	P
		Ringan (n=17)	Sedang (n=11)	Tinggi (n=12)		
1.	Usia (tahun)	21,29 ± 0,77	20,27 ± 1,34	20,36 ± 1,02	<0,001/ 0,007	0,024
2.	Berat Badan (kg)	61,08 ± 17,06	58,50 ± 14,47	65,58 ± 16,64	0,015/ <0,006	0,719
3.	Tinggi Badan (m)	1,57 ± 0,69	1,52 ± 0,05	1,57 ± 0,065	0,200/ 0,596	0,055
Tempat Tinggal						
4.	Kost	16 (94,1%)	8 (72,7%)	11 (91,7%)	N/A	0,216
	Bersama Orang Tua	1 (5,9%)	3 (27,3%)	1 (8,3%)		
5.	IMT	24,32 ± 5,60	25,22 ± 5,54	25,71 ± 5,88	0,014/ 0,004	0,791
6.	Vitamin D	68,47 ± 47,78	72,04 ± 56,14	78,23 ± 32,94	0,072/ 0,008	0,456

Berdasarkan **tabel 3** diperoleh hasil yang tidak signifikan ($P > 0,05$) pada semua populasi termasuk IMT dan Kadar Vitamin D untuk pria. Sedangkan pada **tabel 4**, yakni jenis kelamin perempuan terdapat hasil signifikan pada usia ($P = 0,024$) dan mendekati signifikan pada tinggi badan ($P = 0,055$).

Hasil Korelasi

Hasil uji korelasi semua variabel dilihat pada **tabel 5**.

Tabel 5. Korelasi Aktivitas Fisik, IMT dan Kadar Vitamin D

Variabel	Statistik	Aktivitas Fisik	IMT	Vitamin D
Aktivitas Fisik	Correlation	1,000	0,067	-0,009
	Sig. (2-tailed)	-	0,554	0,934
IMT	Correlation	0,067	1,000	-0,024
	Sig. (2-tailed)	0,554	-	0,835
Kadar Vitamin D	Correlation	-0,009	-0,024	1,000
	Sig. (2-tailed)	0,934	0,835	-
Usia	Correlation	-0,280	0,182	0,078
	Sig. (2-tailed)	0,012	0,105	0,493
Berat Badan	Correlation	0,135	0,893	0,043
	Sig. (2-tailed)	0,231	<0,001	0,705
Tinggi Badan	Correlation	0,234	0,292	0,142
	Sig. (2-tailed)	0,231	0,009	0,210
Jenis Kelamin	Correlation	-257	0,082	0,226
	Sig. (2-tailed)	0,022	0,468	0,044
Tempat Tinggal	Correlation	-0,049	0,082	0,226
	Sig. (2-tailed)	0,668	0,468	0,044

Keterangan: Total sampel 80, uji korelasi menggunakan uji *Spearman*

PEMBAHASAN

Hubungan Aktivitas Fisik dengan IMT

Hasil uji komparasi aktivitas fisik dengan IMT menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Hal ini didukung oleh uji korelasi yang menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan. Temuan ini tidak sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Centers for Disease Control and Prevention (CDC), yang menjelaskan bahwa peningkatan aktivitas fisik dapat membantu mengontrol berat badan melalui pembakaran kalori. Perbedaan ini dapat terjadi karena IMT merupakan indikator status nutrisi jangka panjang dan tidak membedakan antara massa otot dan massa lemak. Oleh karena itu, individu dengan massa otot yang tinggi (misalnya atlet yang aktif secara fisik) dapat memiliki IMT tinggi meskipun komposisi tubuhnya sehat (WHO 2000). Tidak ditemukannya hubungan antara aktivitas fisik dan IMT kemungkinan dipengaruhi oleh keterbatasan penggunaan IPAQ versi singkat dan pengukuran IMT yang tidak membedakan massa lemak dan massa otot.

Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Vitamin D

Hasil analisis hubungan antara aktivitas fisik dengan kadar vitamin D menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna, temuan ini sejalan dengan hasil uji korelasi yang menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan. Temuan ini tidak sesuai dengan teori (Wanner *et al.*, 2013) yang menjelaskan bahwa individu yang aktif secara fisik cenderung memiliki kadar vitamin D lebih tinggi dibandingkan dengan individu yang kurang aktif. Hal ini dapat dijelaskan oleh dua mekanisme utama. Pertama, aktivitas fisik yang dilakukan di luar ruangan meningkatkan paparan terhadap sinar matahari, yang selanjutnya merangsang produksi vitamin D di kulit

melalui proses konversi 7-dehidrokolesterol menjadi kolekalsiferol (vitamin D3). Kedua, aktivitas fisik turut mendukung fungsi optimal organ hati dan ginjal, yang berperan dalam mengubah vitamin D menjadi bentuk aktifnya, yaitu 25-hidroksivitamin D dan 1,25-dihidroksivitamin. Namun, penelitian ini dapat terjadi karena dalam tubuh mengindikasikan bahwa tingkat aktivitas fisik tidak secara langsung memengaruhi kadar vitamin D, karena secara biologis vitamin D lebih dipengaruhi oleh paparan sinar ultraviolet B dari matahari, durasi dan waktu paparan, serta penggunaan pakaian dan tabir surya (Holick, 2007). Tidak ditemukannya hubungan antara aktivitas fisik dan kadar vitamin D diduga dipengaruhi oleh keterbatasan instrumen pengukuran aktivitas fisik (IPAQ) serta belum dikajinya faktor penentu utama vitamin D, seperti paparan sinar matahari dan asupan vitamin D.

Pengaruh Karakteristik Populasi (Jenis Kelamin) pada Aktivitas Fisik, IMT dan Kadar Vitamin D

Responden Laki-laki

Hasil uji komparasi bermakna tidak terdapat perbedaan signifikan antara tingkat aktivitas fisik dengan usia, berat badan, tinggi badan, IMT dan kadar vitamin D pada responden laki-laki. Variabel tempat tinggal juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat aktivitas fisik. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat aktivitas fisik pada responden laki-laki tidak diikuti oleh perbedaan karakteristik antropometri maupun kadar vitamin D.

Responden Perempuan

Pada responden perempuan, usia menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan tingkat aktivitas fisik, di mana kelompok dengan aktivitas fisik ringan memiliki rerata usia yang lebih tinggi. Sementara itu, berat badan, tinggi badan, IMT,

kadar vitamin D, dan tempat tinggal tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna.

KESIMPULAN

Dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Aktivitas fisik tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna terhadap IMT, kadar vitamin D, berat badan, tinggi badan, dan tempat tinggal baik pada responden laki-laki maupun perempuan.
2. Perbedaan yang signifikan berdasarkan tingkat aktivitas fisik hanya ditemukan pada variabel usia pada responden perempuan.
3. Aktivitas fisik tidak berhubungan secara signifikan dengan IMT, kadar vitamin D, berat badan, tinggi badan, dan tempat tinggal.
4. Kadar vitamin D tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan IMT maupun variabel lain yang dianalisis.

SARAN

Dalam penelitian selanjutnya dapat disarankan:

1. Menggunakan metode pemeriksaan vitamin D dengan peralatan yang lebih akurat atau menjalin kerja sama dengan laboratorium pemeriksaan kadar vitamin D apabila memungkinkan
2. Menggunakan kuesioner IPAQ versi long
3. Lebih memperhatikan dan menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi responden secara ketat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih banyak kepada Ikatan Orang Tua Mahasiswa (IOM) dalam bantuan pendanaan yang mendukung pelaksanaan penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada dosen pembimbing yang memberikan saran dan masukan selama penyusunan artikel. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada para penelaah (peer reviewer) atas evaluasi, kritik, dan saran yang berperan dalam meningkatkan mutu naskah yang disusun.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Bauman, A.E., Reis, R.S., Sallis, J.F., Wells, J.C., Loos, R.J. & Martin, B.W. (2012) 'Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not?', *The Lancet*, 380(9838), pp.258–271.
- 2) Bikle, D.D. (2014) 'Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications', NIH Public Access (PMC). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3968073/> (Accessed: 31 October 2025).
- 3) Chen, P. et al. (2018) 'Effects of vitamin D supplementation on bone mineral density in postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials', *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(3), pp.565–576.

- 4) Corder, K., Ekelund, U., Steele, R.M., Wareham, N.J. & Brage, S. (2008) 'Assessment of physical activity in youth', *Journal of Applied Physiology*, 105(3), pp.977–987.
- 5) Devlin, T.M. (2011) *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*. 7th edn. Hoboken (NJ): Wiley-Liss, pp.1070–1072.
- 6) Dharmansyah, D. & Budiana, D. (2021) 'Indonesian adaptation of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): Psychometric properties', *Jurnal Pendidikan Keperawatan Indonesia*, 7(2), pp.159–163.
- 7) Dhawan, P., Wei, R., Veldurthy, V. & Christakos, S. (2017) 'New developments in our understanding of the regulation of calcium homeostasis by vitamin D', in Lönnérdal, B. (ed.) *Molecular, genetic, and nutritional aspects of major and trace minerals*. Elsevier, pp.27.
- 8) Hasibuan, M.U.Z. & Zamzami, P.A. (2021) 'Sosialisasi penerapan Indeks Massa Tubuh (IMT)', *Jurnal Cerdas Sifa Pendidikan*, 10(2), pp.19–24. Available at: <https://online-journal.unja.ac.id/csp/article/download/1558/512191/43768>
- 9) Hibler, E.A., Sardo Molmenti, C.L., Dai, Q., Kohler, L.N., Warren Anderson, S., Jurutka, P.W. & Jacobs, E.T. (2016) 'Physical activity, sedentary behavior, and vitamin D metabolites', *Bone*, 83, pp.248–255.
- 10) Holick, M.F. (2017) 'Vitamin D in health and disease: A literature review', *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 173, pp.1–10.
- 11) Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium; Ross, A.C., Taylor, C.L., Yaktine, A.L. & Del Valle, H.B. (eds.) (2011) *Dietary reference intakes for calcium and vitamin D* (Chapter 3: Overview of Vitamin D). Washington DC: National Academies Press.
- 12) Jennifer (2022) 'Hubungan defisiensi vitamin D terhadap obesitas pada dewasa', *Jurnal Medika Utama (JMH)*, 17(1), pp. ?? . Available at: <https://jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/view/449/309>
- 13) Johnson, L.E. (2024) 'Defisiensi vitamin D', in *MSD Manuals: Gangguan nutrisi* (edisi Indonesia). MSD Manuals. Available at: <https://www.msdmanuals.com/id/home/gangguan-nutrisi/vitamin/defisiensi-vitamin-d>
- 14) Kaur, J., Khare, S., Sizar, O. & Givler, A. (2025) *Vitamin D deficiency*. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. Available

- at:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532266/>
- 15) Kennel, K.A., Drake, M.T. & Hurley, D.L. (2023) Vitamin D deficiency. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. Available at:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441912/>
 - 16) Kumar, V., Abbas, A.K. & Aster, J.C. (eds.) (2021) Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. 10th edn. Philadelphia: Elsevier.
 - 17) Lips, P. (2006) 'Vitamin D physiology', *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92(1), pp.4–8.
 - 18) Margulies, S.L., Kurian, D., Elliott, M.S. & Han, Z. (2015) 'Vitamin D deficiency in patients with intestinal malabsorption syndromes--think in and outside the gut', *Journal of Digestive Diseases*, 16(11), pp.617–633.
 - 19) Mughal, M.Z. et al. (2018) 'Prevention of rickets and osteomalacia in the UK: National Diet and Nutrition Survey carboxylated osteocalcin in prepubertal children provides a reliable index of vitamin D status', *Journal of Clinical Pathology*, 68(11), pp.927–932.
 - 20) National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. (2022) Vitamin D: Fact sheet for health professionals. Available at:
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProf>

