

Pemetaan awal kadar 25(OH)D dan faktor risiko defisiensi vitamin D pada dewasa muda di Jakarta Barat

Alexander Halim Santoso^{1,*}, Dorna Yanti Lola Silaban¹, Olivia Charissa¹

¹ Bagian Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

*korespondensi email: alexanders@fk.untar.ac.id

ABSTRAK

Vitamin D merupakan salah satu vitamin larut lemak yang memiliki peran penting dalam regulasi metabolisme, absorpsi kalsium dan fosfor untuk kesehatan tulang, serta berbagai fungsi lainnya. Defisiensi vitamin D merupakan masalah kesehatan dunia. Kadar serum yang bervariasi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti genetik, gaya hidup, lama terpapar sinar matahari, dan juga asupan makanan. Studi pendahuluan ini bertujuan untuk melihat gambaran faktor risiko penyebab defisiensi vitamin D pada dewasa muda di Jakarta Barat. Studi ini bersifat deskriptif dengan jumlah subjek 33 orang. Pemilihan subjek dilakukan secara *consecutive sampling* dan menggunakan kuesioner *semi-quantitative food frequency questionnaire (SQ-FFQ)* untuk mendapatkan data asupan vitamin D, pengambilan darah vena untuk mengukur kadar vitamin D dalam darah dan pengukuran berat badan dan tinggi badan untuk data antropometri. Hasil studi didapatkan rerata usia subjek pada penelitian ini adalah 31,75 tahun, 54,5% berpendidikan SMA, 51,5% memiliki pendapatan di atas UMR, rerata lama bekerja di bawah sinar matahari sebesar 119,09 menit, dan rerata asupan vitamin D sebesar 5,4 µg/hari. Sebanyak 60,6% kadar 25(OH)D3 subjek tergolong defisiensi dan 33,3% tergolong insufisiensi. Sebesar 93,9% kadar 25(OH)D3 subjek pada studi pemetaan ini mengalami insufisiensi hingga defisiensi dan asupan vitamin D merupakan salah satu faktor yang berperan dalam terjadinya defisiensi.

Kata kunci: defisiensi vitamin D; asupan vitamin D; paparan sinar matahari; gaya hidup

ABSTRACT

Vitamin D is a fat-soluble vitamin that has an important role in regulating metabolism, absorption of calcium and phosphorus for bone health, and various other functions. Vitamin D deficiency is a world health problem. Variation in serum levels is influenced by factors such as genetics, lifestyle, length of exposure to sunlight, and also food intake. This research is a preliminary study that aims to describe the risk factors that cause vitamin D deficiency in young adults in West Jakarta. This research is a descriptive study with 33 subjects. Subject selection was carried out by consecutive sampling and using a semi-quantitative food frequency questionnaire (SQ-FFQ) to obtain vitamin D intake, venous blood sampling to measure blood levels of vitamin D, and measurements of body weight and height for anthropometric data. The results showed that the average age of the subjects in this study was 31.75 years, 54.5% had high school education, 51.5% had income above the regional minimum wage, the average length of work under the sun was 119.09 minutes, and the average intake of vitamin D was 5.4 µg/day. As many as 93.9% of the subjects' intake of vitamin D was classified as deficient, 60.9% of the subjects had vitamin D deficiency. In this early survey, 93.9% of subjects showed an insufficient to deficient level of 25(OH)D3, and vitamin D intake is one of the factors that play a role in the occurrence of deficiency.

Keywords: *vitamin D deficiency; vitamin D intake; sunlight exposure; lifestyle*

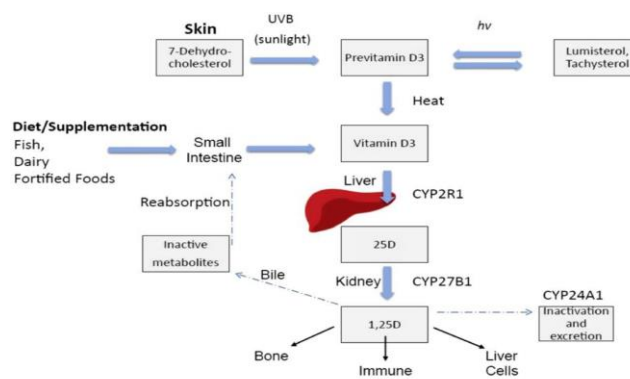
PENDAHULUAN

Vitamin D merupakan salah satu vitamin larut lemak yang ditemukan pada abad 20. Vitamin ini memiliki peran penting dalam regulasi metabolisme, absorpsi kalsium dan fosfor untuk kesehatan tulang, serta berbagai fungsi lainnya.¹⁻³ Defisiensi vitamin D menjadi masalah kesehatan dunia dikarenakan variasi penurunan kadar serum berdasarkan lokasi, komposisi genetik dan populasi demografik.⁴ Defisiensi vitamin D dapat berdampak terhadap kesehatan tulang dan juga meningkatkan risiko sejumlah penyakit lain seperti penyakit autoimun, kanker, diabetes melitus (DM) tipe 2, penyakit kardiovaskuler, infeksi, penyakit kulit dan skizofrenia.³ Sejauh ini belum ada data global tentang prevalensi kekurangan vitamin D di seluruh dunia. Namun, berdasarkan perbandingan antar wilayah, dilaporkan wilayah Timur Tengah dan Asia Selatan merupakan wilayah yang paling tinggi mengalami defisiensi vitamin D.⁵ Prevalensi defi-

siensi vitamin D di Malaysia (2017) sebesar 60%, di India (2018) sebesar 66%, di China (2019) sebesar 61,3%.⁶⁻⁸ Studi yang dilakukan oleh Aji et al. terhadap ibu hamil di Minangkabau pada tahun 2019 menunjukkan kurang lebih 82,8% sampel mengalami insufisiensi vitamin D.^{9,10} Yulianti dan Erlinawati (2021) melaporkan 59,5% tenaga kesehatan di Kota Bengkulu mengalami defisiensi vitamin D, dan 37,8% mengalami insufisiensi vitamin D.¹¹

Defisiensi vitamin D dapat terjadi bila asupan vitamin D sehari-hari tidak cukup atau kurangnya paparan terhadap sinar ultraviolet B (UVB). Vitamin D dapat diperoleh melalui sintesis vitamin D di dalam kulit dengan bantuan sinar UVB dan melalui asupan makanan sumber vitamin D.¹² Kadar vitamin D di dalam darah yang cukup berkisar antara 30-100 ng/dL, dan defisiensi vitamin D terjadi bila kadar dalam darah <20 ng/dl.¹³

(Gambar 1)



Gambar 1. Sintesis dan Metabolisme Vitamin D¹⁴

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa dimana seluruh wilayahnya terpapar sinar matahari sepanjang tahun, namun tidak menjamin kadar vitamin D yang cukup pada semua orang. Studi ini merupakan survei awal terhadap dewasa muda sehat di daerah Jakarta Barat guna mengetahui kadar 25(OH)D dan faktor-faktor risiko defisiensi vitamin D.

METODE PENELITIAN

Studi ini merupakan studi deskriptif dengan desain potong lintang yang dilakukan pada kelompok dewasa sehat di Kelurahan Tomang Jakarta Barat. Pengumpulan subjek dilakukan dengan menggunakan metode *consecutive sampling* dan jumlah subjek yang bersedia ikut berjumlah 33 orang dengan menandatangani lembar *informed-consent*. Studi ini sudah mendapat ijin layak etik dari komisi etik Universitas Tarumanagara, *Universitas Tarumanagara Human Research Ethics Committee (UTHREC)*, dengan nomor PPZ20202187. Pengumpulan data dilakukan selama bulan Juni 2022.

Pengumpulan data demografi subjek dilakukan menggunakan kuesioner biodata subjek. Kuesioner *semi-quantitative food frequency questionnaire (SQ-FFQ)* digunakan untuk mendapatkan

data asupan vitamin D. Darah untuk pemeriksaan kadar vitamin D diambil dari pembuluh vena di lengan bawah subjek dan dimasukkan ke dalam alat pengukur untuk disentrifugasi dengan kecepatan 3000g selama 5 menit. Data antropometri diperoleh dengan menimbang berat badan (BB) dan mengukur tinggi badan (TB), lalu dilakukan perhitungan indeks massa tubuh (IMT) untuk mengetahui status gizi setiap subjek studi. Penimbangan BB dilakukan dengan menggunakan timbangan pegas. Subjek diminta untuk melepas alas kaki dan seluruh benda-benda yang melekat pada badan sebelum dilakukan penimbangan lalu berdiri di atas timbangan dengan pandangan lurus ke depan. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, dan nilai rerata dicatat sebagai nilai BB subjek. Pengukuran TB dilakukan dengan menggunakan alat pengukur *microtoise*. Subjek diminta untuk melepaskan alas kaki lalu menempelkan kepala bagian belakang, bahu, bokong, betis dan tumit pada dinding, serta diminta untuk memandang lurus ke depan dengan kedua lengan tergantung lepas di sisi badan. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, nilai rerata pengukuran dicatat sebagai nilai TB subjek.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan perangkat aplikasi lunak *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versi 22. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel mencakup persentase, nilai rerata dan standar deviasi (SD) dan nilai median (minimal dan maksimal).

HASIL PENELITIAN

Usia rata-rata subjek adalah 31,75 tahun dan sebanyak 36,4% berusia 31-40 tahun, serta 30,3% berusia 21-30 tahun. Usia rata-rata subjek laki-laki adalah 28,43 tahun, dan sebanyak 35,7 % berada pada rentang usia 21-30 tahun, sedangkan usia rata-rata subjek perempuan adalah 34,21 tahun, dan 42,1% berada pada rentang usia 31-40 tahun.

Jumlah subjek perempuan (57,6%) pada penelitian ini lebih banyak dibandingkan subjek laki-laki (42,4%). Lebih dari 50% subjek memiliki tingkat pendidikan SMA dengan besar persentase masing-masing subjek laki-laki dan perempuan dengan tingkat pendidikan SMA adalah 50% dan 57,9%. Sebesar 19,2% subjek memiliki pendapatan dibawah UMR, dan 51,5% lagi memiliki pendapatan di atas UMR. Subjek laki-laki dan perempuan yang memiliki pendapatan di atas UMR

masing-masing sebanyak 35,7% dan 63,2%.

Rerata waktu bekerja di bawah sinar matahari selama 119,09 menit ditemukan pada 33 orang subjek dengan masing-masing rerata pada subjek laki-laki dan perempuan adalah 121,43 menit dan 117,37 menit. Sebanyak 54,5% subjek terpapar sinar matahari ≤ 60 menit dengan 57,1% adalah subjek laki-laki dan 52,6% adalah perempuan. (Tabel 1)

Rerata asupan vitamin D dari makanan adalah 5,4 gram/hari. Rerata asupan vitamin D masing-masing pada kelompok laki-laki dan perempuan adalah 4,38 gram/hari dan 6,19 gram/hari. Rerata kadar vitamin D pada penelitian ini adalah 19,26 $\mu\text{g/dL}$ dengan rerata kadar vitamin D pada kelompok laki-laki dan perempuan masing-masing adalah sebesar 25,47 $\mu\text{g/dL}$ 14,68 $\mu\text{g/dL}$. Sebanyak 60,6% subjek tergolong defisiensi vitamin D (< 20 $\mu\text{g/dL}$), dan 33,3% tergolong insufisiensi vitamin D (21-29 $\mu\text{g/dL}$). Sebesar 35,7% kelompok laki-laki tergolong defisiensi, dan 50% tergolong insufisiensi, sedangkan pada kelompok perempuan, 78,9% tergolong defisiensi, dan 21,1% tergolong insufisiensi (Tabel 2).

Tabel 1. Sebaran demografi subjek studi (N=33)

Karakteristik	N (%)	Laki-Laki (LK)	Perempuan (PR)	Mean ± SD	Median (Min - Max)
Usia				31,76 ± 8,62	31,00 (19-50)
				LK: 28,43 ± 8,08	LK: 27,00 (19-43)
				PR: 34,21 ± 8,37	PR: 35,00 (19-50)
<20 tahun	6 (18,2%)	4 (28,6%)	2 (10,5%)		
21-30 tahun	10 (30,3%)	5 (35,7%)	5 (26,3%)		
31-40 tahun	12 (36,4%)	4 (28,6%)	8 (42,1%)		
>40 tahun	5 (15,2%)	1 (7,1%)	4 (21,1%)		
Jenis Kelamin		14 (42,4%)	19 (57,6%)		
Tingkat Pendidikan					
SD/Tamat SD	-	-	-		
SMP/Tamat SMP	3 (9,1%)	3 (21,4%)	-		
SMA/Tamat SMA	18 (54,5%)	7 (50,0%)	11 (57,9%)		
S1/Tamat S1	10 (30,3%)	4 (28,6%)	6 (31,6%)		
S2/Tamat S2	2 (6,1%)	-	2 (10,5%)		
Pendapatan					
Di bawah UMR	6 (19,2%)	2 (14,3%)	4 (21,1%)		
Di atas UMR	17 (51,5%)	5 (35,7%)	12 (63,2%)		
Belum bekerja	10 (30,3%)	7 (50,0%)	3 (15,8%)		
Lama terpapar sinar matahari (menit)				119,09 ± 142,13	60 (0-480)
				LK: 121,43±159,51	LK:30,00 (0-480)
				PR: 117,37±132,40	PR:25,00 (0-420)
≤60 menit	18 (54,5%)	8 (57,1%)	10 (52,6%)		
61-120 menit	2 (6,1%)	-	2 (10,5%)		
≥121 menit	13 (39,4%)	6 (42,9%)	7 (36,9%)		

Tabel 2. Sebaran asupan vitamin D dan kadar 25(OH)D (N=33)

Karakteristik	N (%)	Laki-Laki (LK)	Perempuan (PR)	Mean ± SD	Median (Min - Max)
Asupan Vit. D				5,42 ± 5,42	4,72 (0,34-25,70)
				LK: 4,38 ± 2,76	LK: 4,57 (0,66-9,85)
				PR: 6,19 ± 6,73	PR: 4,72 (0,34-25,70)
Kurang (<15 µg/hari)	31 (93,9%)	14 (100%)	17 (89,5%)		
Cukup (≥15 µg/hari)	2 (6,1%)	-	2 (10,5%)		
Kadar Vit. D				19,26±11,18	17,60 (0,00-68,5)
				LK: 25,47±13,25	LK: 23,00 (13,30-68,50)
				PR: 14,68±6,57	PR: 13,4 (0,00-27,0)
Klasifikasi Kadar Vit. D					
Defisiensi	20 (60,6%)	5 (35,7%)	15 (78,9%)		
Insufisiensi	11 (33,3%)	7 (50,0%)	4 (21,1%)		
Cukup	2 (6,1%)	2 (14,3%)	-		

Rerata IMT subjek studi adalah 26,87 kg/m². Sebanyak 60,6% subjek tergolong obesitas dan 21,2% BB lebih. Rerata IMT pada kelompok laki-laki adalah 26,91 kg/m² dengan 64,3% tergolong obesitas

dan 21,4% tergolong BB lebih. Rerata IMT pada kelompok perempuan adalah 26,84 kg/m² dengan 57,9% tergolong obesitas, dan 21,1% masuk dalam kategori BB lebih (Tabel 3)

Tabel 3. Sebaran Indeks Massa Tubuh (IMT) subjek studi (N=33)

Karakteristik	N (%)	Laki-Laki (LK)	Perempuan n (PR)	Mean ± SD	Median (Min - Max)
Indeks Massa Tubuh/ IMT (kg/m²)				26,87±4,90 LK:26,91±5,59 PR: 26,84±4,49	26,04 (17,70 - 42,44) LK: 25,70 (17,70 - 42,44) PR: 26,04 (19,38 - 33,69)
<18,5	1 (3,0%)	1 (7,1%)	-		
18,5-22,9	5 (15,2%)	1 (7,1%)	4 (21,1%)		
23,00-24,99	7 (21,2%)	3 (21,4%)	4 (21,1%)		
25,00-29,99	11 (33,3%)	6 (42,9%)	5 (26,3%)		
≥30,00	9 (27,3%)	3 (21,4%)	6 (31,6%)		

PEMBAHASAN

Sebaran demografi

Sebanyak 66,7% subjek pada penelitian ini adalah kelompok usia produktif (15-64 tahun). Usia merupakan salah satu faktor yang memengaruhi proses metabolisme vitamin D. Gallagher melaporkan proses metabolisme vitamin D ini sejalan dengan pertambahan usia. Hal ini dikaitkan dengan sejumlah mekanisme yang dapat menyebabkan terjadinya defisiensi vitamin D seperti menurunnya penyerapan ion kalsium akibat resistensi usus, penurunan jumlah reseptor pengikat vitamin D (*Vitamin D receptor/VDR*), penurunan produksi 1,25(OH)-vitamin D oleh ginjal dan produksi vitamin D di kulit, serta

berkurangnya substrat vitamin D akibat asupan yang tidak memadai maupun akibat kurangnya paparan terhadap sinar matahari.¹⁵

Wang melaporkan bahwa jenis kelamin berhubungan dengan kejadian hipovitaminosis, di mana kejadian hipovitaminosis lebih tinggi pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki.¹⁶ Hal ini kemungkinan disebabkan karena perempuan dilaporkan lebih banyak melakukan aktivitas di dalam rumah dan lebih menghindari terpapar sinar matahari untuk mencegah warna kulit menjadi gelap. Seluruh subjek perempuan pada penelitian ini mengenakan pakaian tertutup (penutup kepala/hijab, dan berlengan serta

rok/celana panjang) saat berada di luar rumah. Kondisi ini dapat menghalangi paparan sinar matahari langsung terhadap kulit.

Tingkat pendidikan juga berperan dalam terjadinya defisiensi vitamin D. Lee, dkk melaporkan bahwa kelompok perempuan Korea berhasil mencapai kadar vitamin D cukup dari yang sebelumnya defisiensi dan insufisiensi setelah mendapatkan edukasi mengenai vitamin D. Edukasi mengenai peran paparan terhadap sinar matahari dan suplementasi kolekalsiferol dapat membantu subjek mencapai kadar Vitamin D yang optimal.¹⁷

Lebih dari lima puluh persen subjek memiliki pendapatan per bulan di atas UMR. Tiga belas orang subjek (39,4%) dengan pendapatan di atas UMR mengalami defisiensi vitamin D dan 3 orang (9,1%) mengalami insufisiensi vitamin D. Hasil ini berbeda dengan hasil studi Wyskida et al (2017) yang menunjukkan bahwa kelompok subjek dengan pendapatan rendah lebih banyak mengalami defisiensi dan insufisiensi vitamin D.¹⁸ Pendapatan yang rendah diasosiasikan dengan rendahnya daya beli bahan makanan tinggi vitamin D seperti ikan laut, minyak ikan.¹⁹

Sebanyak 54,5% subjek dalam studi ini mengalami paparan terhadap sinar matahari akibat pekerjaan <60 menit dan

45,5% subjek mengalami paparan >60 menit. Paparan sinar matahari berhubungan langsung dengan kadar vitamin D. Radiasi sinar ultraviolet-B (UV-B) akan merubah 7-dehidrokolesterol menjadi bentuk vitamin D aktif yang selanjutnya akan dibawa ke hati dan kemudian diubah menjadi 25-hidroksi vitamin D3 25(OH)D3. Bentuk ini selanjutnya akan diubah menjadi kalsitriol (1,25(OH)D3) di ginjal.^{20,21} Waktu paparan sinar matahari untuk menghasilkan vitamin D yang cukup berdasarkan Perhimpunan Dokter Spesialis Kulit Indonesia (PERDOSKI) adalah sekitar 5-15 menit sebanyak 2-3 kali seminggu.²²

Sebaran Asupan Vitamin D dan Kadar 25(OH)D

Asupan vitamin D pada 93,9% subjek dalam penelitian ini tidak cukup dengan rerata asupan sebesar 5,42 mcg/hari (95% CI: 3,5-7,3). Nilai temuan ini lebih rendah dibandingkan dengan rekomendasi kecukupan vitamin D berdasarkan angka kecukupan gizi (AKG) tahun 2019 oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) yaitu sebesar 15 mcg per hari.²³ Sekitar 60,6% (95% CI: 12,13-15,39) subjek pada penelitian ini mengalami defisiensi vitamin D dan 33,3% (95% CI: 22,63-25,22) mengalami

insufisiensi vitamin D. Sebanyak 35,7% subjek laki-laki mengalami defisiensi vitamin D, dan 50% mengalami insufisiensi, sedangkan 78,9% subjek perempuan mengalami defisiensi dan 21,1% mengalami insufisiensi. Hasil ini lebih rendah dari hasil studi oleh Sowah et al (2017) yang melaporkan masing-masing pekerja dalam ruangan yang mengalami defisiensi dan insufisiensi vitamin D adalah 77% dan 91%.²⁴

Naik dan turunnya kadar vitamin D dalam tubuh dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti paparan sinar matahari, asupan makanan, keterkaitan genetik, dan warna kulit. Selain itu, status gizi juga berkaitan dengan kadar vitamin D dalam darah, baik kadar maupun metabolismenya.²⁵ Banyak faktor yang dapat memengaruhi terjadinya defisiensi vitamin D pada penelitian ini, seperti asupan yang kurang, tingkat sosioekonomi yang rendah, tingkat pendidikan yang rendah, dan penggunaan pakaian yang tertutup.

Sebaran Indeks Massa Tubuh

Rerata IMT subjek pada studi ini adalah 26,87 kg/m² dengan rerata IMT subjek laki-laki dan perempuan sebesar 26,91 kg/m² dan 26,84 kg/m². Sebanyak 21,2% subjek mengalami kelebihan berat badan (laki-laki, 21,4%; perempuan 21,1%) dan 60,6% subyek mengalami obesitas (laki-

laki, 64,3%; perempuan, 57,9%). Hasil ini berbeda dengan studi yang dilakukan oleh Wang et al (2020) yaitu jumlah subjek yang mengalami kelebihan BB sebesar 25,72%, dan subjek yang mengalami obesitas sebesar 7,04%.¹⁶

Indeks massa tubuh merupakan hasil pembagian BB seseorang dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m²).²⁶ Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), IMT populasi dunia telah meningkat secara global.²⁷ Orang Asia memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi daripada orang Australia-Kaukasia pada tingkat IMT yang sama, sehingga ada klasifikasi IMT tersendiri menurut *Western Pacific Regional Office (WPRO)*. Klasifikasi IMT menurut WPRO untuk orang Asia yaitu: gizi kurang (IMT <18,5 kg/m²), normal (18,5-22,9 kg/m²), kelebihan berat badan (23-24,9 kg/m²), dan obesitas (≥25 kg/m²). Orang Asia memiliki risiko lebih dari dua kali lipat terkena diabetes tipe 2 dan penyakit kardiovaskular daripada etnis lainnya. Peningkatan berat badan dari waktu ke waktu lebih berbahaya pada orang Asia daripada kelompok etnis lainnya.²⁸

Kelebihan BB dan obesitas secara konsisten ditandai dengan kadar 25-OH vitamin D darah yang lebih rendah serta tingginya prevalensi defisiensi dan

insufisiensi vitamin D pada beberapa studi *cross-sectional*. Hasil studi Tobias, dkk. menunjukkan bahwa kadar vitamin D 25 OH lebih rendah pada subjek dengan BB lebih dan obesitas dibandingkan dengan subjek dengan BB normal dan kurang.²⁹ Hal ini dikaitkan dengan pelepasan vitamin D yang sangat lambat dari lemak yang akan menyebabkan rendahnya kadar serum 25(OH)D.³⁰

KESIMPULAN

Sebanyak 93,9% subjek pada penelitian ini mengalami defisiensi dan insufisiensi vitamin D. Rendahnya kadar 25(OH)D pada penelitian ini kemungkinan disebabkan faktor tingkat pendidikan yang rendah dan asupan vitamin D yang rendah (5,42 µg/hari).

DAFTAR ISI

1. Alshahrani F, Aljohani N. Vitamin D: Deficiency, Sufficiency and Toxicity. *Nutrients*. 2013;5(9):3605.
2. Zhang R, Naughton DP. Vitamin D in health and disease: Current perspectives. *Nutr J*. 2010;9(1):1–13.
3. Song SJ, Zhou L, Si S, Liu J, Zhou J, Feng K, et al. The High Prevalence of Vitamin D Deficiency and Its Related Maternal Factors in Pregnant Women in Beijing. *PLoS One*. 2013;8(12):e85081.
4. Bani-Issa W, Eldeirawi K, Harfil S, Fakhry R. Vitamin D Deficiency and Its Determinants in Adults: A Sample from Community-Based Settings in the United Arab Emirates. *Int J Endocrinol*. 2017;2017. doi: 10.1155/2017/3906306
5. Suhartono J, Astiarani Y, Regina. Association between Body Mass Index and Vitamin D Serum in Asian Population: A Systematic Review. *Public Health and Preventive Medicine Archive*. 2022;10(1):69–79.
6. Roth DE, Abrams SA, Aloia J, Bergeron G, Bourassa MW, Brown KH, et al. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci*. 2018;1430(1):44–79.
7. Man REK, Li LJ, Cheng CY, Wong TY, Lamoureux E, Sabanayagam C. Prevalence and Determinants of Suboptimal Vitamin D Levels in a Multiethnic Asian Population. *Nutrients*. 2017;9(3).
8. Xie Z, Xia W, Zhang Z, Wu W, Lu C, Tao S, et al. Prevalence of vitamin d inadequacy among chinese postmenopausal women: A nationwide, multicenter, cross-sectional study. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10(JAN).
9. Aji AS, Yerizel E, Desmawati, Lipoeto NI. The association between lifestyle and maternal vitamin D levels during pregnancy in West Sumatra. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2018;27(6):1286–93.
10. Aji AS, Erwinda E, Yusrawati Y, Malik SG, Lipoeto NI. Vitamin D deficiency status and its related risk factors during early pregnancy: A cross-sectional study of pregnant Minangkabau women, Indonesia. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2019;19(1):1–10.
11. Eka M, Yulianti P, Diah EN, Bengkulu U, Sakit R, Daerah U, et al. Defisiensi Vitamin D dan Paparan Sinar Matahari yang Berkaitan dengan Defisiensi Vitamin D pada Tenaga Kesehatan COVID-19. *Jurnal Keperawatan Silampari*. 2021;5(1):263–71.
12. Zgaga L, Theodoratou E, Farrington SM, Agakov F, Tenesa A, Walker M, et al. Diet, Environmental Factors, and Lifestyle Underlie the High Prevalence of Vitamin D Deficiency in Healthy Adults in Scotland, and Supplementation Reduces the Proportion That Are Severely Deficient. *J Nutr*. 2011;141(8):1535.
13. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(7):1911–30.

14. Pilz S, Zittermann A, Trummer C, Theiler-Schwetz V, Lerchbaum E, Keppel MH, et al. Vitamin D testing and treatment: a narrative review of current evidence. *Endocr Connect*. 2019;8(2):R27.
15. Gallagher JC. Vitamin D and Aging. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2013;42(2):319.
16. Wang LK, Hung KC, Lin YT, Chang YJ, Wu ZF, Ho CH, et al. Age, Gender and Season Are Good Predictors of Vitamin D Status Independent of Body Mass Index in Office Workers in a Subtropical Region. *Nutrients*. 2020;12(9):2719.
17. Lee CJ, Kim SS, Suh WY, Kim JS, Jung JG, Yoon SJ, et al. The Effect of Education and Vitamin D Supplementation on the Achievement of Optimal Vitamin D Level in Korean Postmenopausal Women. *J Bone Metab*. 2019;26(3):193.
18. Wyskida M, Owczarek A, Szybalska A, Brzozowska A, Szczerbowska I, Wieczorowska-Tobis K, et al. Socio-economic determinants of vitamin D deficiency in the older Polish population: results from the PolSenior study. *Public Health Nutr*. 2018;21(11):1995–2003.
19. Jungert A, Neuhauser-Berthold M. Sex-specific determinants of serum 25-hydroxyvitamin D3 concentrations in an elderly German cohort: A cross-sectional study. *Nutr Metab (Lond)*. 2015;12(1):1–9.
20. Stroud ML, Stilgoe S, Stott VE, Alhabian O, Salman K. Vitamin D - A review. *Aust Fam Physician*. 2008;37(12):1002-5.
21. Saraff V, Shaw N. Sunshine and Vitamin D. *Arch Dis Child*. 2016 Feb 1;101(2):190–2.
22. Jacob TNA, Siswati AS, Budiyanto A, Triwahyudi D, Sirait SAP, Mawardi P, et al. Pengaruh Sinar Ultra Violet Terhadap Kesehatan: Kajian Terhadap berjemur (Sun exposure). Jakarta: SATGAS COVID-19 PP PERDOSKI 2017-2020; 2020. 1–15 p.
23. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA No. 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia. [Internet]. 2019. Available from: http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No_28_Th_2019_ttg_Angka_Kecukupan_Gizi_Yang_Dianjurkan_Untuk_Masyarakat_Indonesia.pdf
24. Sowah D, Fan X, Dennett L, Hagtvedt R, Straube S. Vitamin D levels and deficiency with different occupations: a systematic review. *BMC Public Health*. 2017;17(1).
25. Shah D, Gupta P. Vitamin D Deficiency: Is The Pandemic for Real? *Indian J Community Med*. 2015;40(4):215.
26. A healthy lifestyle - WHO recommendations [Internet]. [cited 2023 Apr 24]. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
27. Noncommunicable diseases: Risk factors [Internet]. [cited 2023 Apr 24]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/ncd-risk-factors>
28. Anuurad E, Shiwaku K, Nogi A, Kitajima K, Enkhmaa B, Shimono K, et al. The new BMI criteria for asians by the regional office for the western pacific region of WHO are suitable for screening of overweight to prevent metabolic syndrome in elder Japanese workers. *J Occup Health*. 2003;45(6):335–43.
29. Tobias DK, Luttmann-Gibson H, Mora S, Danik J, Bubes V, Copeland T, et al. Association of Body Weight With Response to Vitamin D Supplementation and Metabolism. *JAMA Netw Open*. 2023;6(1):e2250681.
30. Lagunova Z, Projnicu AC, Lindberg F, Hexeber S, Moan J. The dependency of vitamin D status on body mass index, gender, age and season. *Anticancer Res*. 2009;29:3713–20.