

## HUBUNGAN KADAR VITAMIN D DENGAN KEJADIAN INSOMNIA PADA KELOMPOK LANJUT USIA DI PANTI SANTA ANNA

Anastasia Ratnawati Biromo<sup>1\*</sup>, Noer Saelan Tadjudin<sup>2</sup>, Alexander Halim Santoso<sup>3</sup>, Yohanes Firmansyah<sup>4</sup>, Willam Gilbert Satyanegara<sup>5</sup>, Dean Ascha Wijaya<sup>6</sup>, Joshua Kurniawan<sup>7</sup>, Ayleen Natalie Jap<sup>8</sup>, Fladys Jashinta Mashadi<sup>9</sup>, Melkior Michael Fransisco<sup>10</sup>, Linginda Soebrata<sup>11</sup>

<sup>1-2</sup>Bagian Ilmu Kesehatan Jiwa, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara

<sup>3</sup>Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara

<sup>4-7</sup>Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara

<sup>8-11</sup>Progam Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara

Email Korespondensi: anastasiaratnawati@fk.untar.ac.id

Disubmit: 23 Desember 2023

Diterima: 05 Juni 2024

Diterbitkan: 01 Juli 2024

Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v6i7.13516>

### ABSTRACT

*Vitamin D deficiency is a public health problem that affects everyone regardless of their age. It is linked to various health problems, and one of them is sleep problem. Nearly 60% of elderly have sleep problems, with insomnia being the most frequently reported symptom. Insomnia can lead to physical, mental, behaviour problems, and increasing risk of having diabetes and cardiovascular disease. To find the association between vitamin D and insomnia in elderly. This research uses cross sectional study to find association between vitamin D and insomnia in elderly who live in Santa Anna's nursing home. Respondents who met the inclusion criterias were measured for vitamin D and then filling out Insomnia Severity Index (ISI) questionnaire. Statistical analysis used is the Mann-Whitney test. Twenty-seven participants met the inclusion criteria, with the mean age of 75,59 (SD 7,42) years and vitamin D level 19,93 (SD 6,87) ng/ml. There was no significant difference in vitamin D level between non-insomnia and insomnia (p-value 0,979). However, from this study we found that lower vitamin D serum was associated with the increasing risk of insomnia. Vitamin D deficiency should be taken into account when treating elderly with sleep disorder. Health practitioners should consider Vitamin D supplementation as adjunctive treatment in sleep problems.*

**Keywords:** *Insomnia, Elderly, Vitamin D*

### ABSTRAK

Defisiensi vitamin D merupakan masalah kesehatan umum yang dapat terjadi pada semua orang tanpa memandang usia. Defisiensi vitamin D dihubungkan dengan berbagai macam masalah kesehatan, salah satunya adalah gangguan tidur. Gangguan tidur pada lansia merupakan masalah yang sering ditemui, dimana hampir 60% lansia mengalami gangguan tidur. Insomnia dapat menyebabkan gangguan fisik, mental, perilaku, dan meningkatkan risiko penyakit diabetes serta kardiovaskular. Meneliti hubungan vitamin D dengan kejadian

insomnia pada lansia. Penelitian ini merupakan studi potong lintang yang mencari hubungan antara kadar vitamin D dengan kejadian insomnia pada orang lanjut usia di Panti Lansia Santa Anna. Responden yang memenuhi kriteria inklusi dilakukan pengukuran kadar vitamin D dan pengisian kuesioner *Insomnia Severity Index* (ISI) untuk insomnia. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji Mann-Whitney. Sebanyak 27 responden memenuhi kriteria inklusi dengan rerata usia 75,59 (*SD* 7,42) tahun, dengan kadar vitamin D 19,93 (*SD* 6,87) ng/ml. Hasil analisis statistik tidak mendapatkan perbedaan rerata kadar vitamin D yang bermakna antara kelompok dengan atau tanpa insomnia (*p-value* 0,979), meski demikian pada penelitian ini didapatkan bahwa defisiensi vitamin D berisiko meningkatkan terjadinya insomnia. Defisiensi vitamin D harus dipertimbangkan dalam manajemen lanjut usia dengan gangguan tidur. Suplementasi vitamin D dapat dipertimbangkan sebagai terapi tambahan pada lanjut usia yang mengalami gangguan tidur.

**Kata Kunci:** Insomnia, Lansia, Vitamin D

## PENDAHULUAN

Vitamin D merupakan salah satu vitamin yang sejak dahulu diketahui berguna untuk kesehatan tulang. Vitamin D pertama kali dipelajari serta digunakan untuk pencegahan riketsia dan osteomalasia. Vitamin D merupakan vitamin larut lemak, yang dapat diperoleh dari makanan, sinar matahari, dan suplementasi. Pada manusia, vitamin D diperoleh terutama dari proses sintesis di kulit, dan sisanya didapatkan dari makanan. Karena sumber utamanya didapatkan dari sinar matahari, banyak orang mengalami defisiensi vitamin D karena kurang terpapar sinar matahari dan tidak mengkonsumsi suplemen vitamin D. (Bouillon, 2017; Prietl et al., 2013)

Sampai saat ini, cara terbaik dalam mengukur kadar vitamin D di dalam darah adalah dengan mengukur serum 25(OH)D. Seseorang dikatakan mengalami defisiensi vitamin D jika nilai serum 25(OH)D di bawah 75 nmol/L atau 30 ng/ml. Terdapat banyak negara di belahan dunia seperti Amerika Serikat, Kanada, negara-negara di Eropa, India, Tunisia, Pakistan, dan Afganistan yang melaporkan tingginya angka defisiensi vitamin D.

Secara spesifik, angka penderita defisiensi vitamin D ini didominasi oleh populasi orang dengan gagal organ yang berkaitan dengan sintesis vitamin D, misalnya pasien dengan gagal ginjal kronik dan sedang menjalani hemodialisa, pasien yang menerima transplantasi ginjal dengan gangguan hati, dan pasien setelah menjalani transplantasi hati. Di Indonesia sendiri sebanyak 94,3% lansia yang berada di Bandung dan Sumedang mengalami defisiensi vitamin D. Hal ini menunjukkan bahwa kekurangan vitamin D merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius. (Amrein et al., 2020; Biben et al., 2017)

Menurut *International Classification of Sleep Disorder* (ICSD-3), insomnia didefinisikan sebagai kesulitan untuk memulai atau mempertahankan tidur yang dapat menyebabkan gangguan pada relasi sosial, pekerjaan, pendidikan, akademik, dan perilaku, yang dialami setidaknya 3 kali atau lebih per minggu dan sudah dialami selama 3 bulan atau lebih. Prevalensi dari gangguan insomnia berkisar dari 2,3% hingga 25% dimana hampir 40-60% penderitanya adalah orang lanjut usia. Di Indonesia sendiri

terdapat data bahwa 67% orang lanjut usia di Sumatera Utara mengalami insomnia. Insomnia dapat menyebabkan gangguan fisik, kesehatan mental, gangguan kardiovaskular, diabetes dan nyeri kronik. (Aernout et al., 2021; AlRasheed et al., 2022; Anggi Hanafiah Syanif et al., 2022; Appleton et al., 2022; Bhaskar et al., 2016)

Vitamin D memiliki banyak peran untuk kesehatan tubuh, salah satunya adalah untuk kesehatan jiwa. Skizofrenia merupakan salah satu masalah kesehatan jiwa yang pertama kali dihubungkan dengan defisiensi vitamin D. Hal ini didukung oleh penelitian mengenai tingginya penderita skizofrenia yang lahir pada musim dingin di Australia dan imigran di negara Inggris yang mengalami skizofrenia. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan penelitian kemudian mendapatkan adanya hubungan antara vitamin D dengan kejadian depresi, gangguan tidur, gangguan neurokognitif, dan demensia. (Wacker & Holick, 2013) Hal ini membuat peneliti tertarik untuk meneliti lebih lanjut mengenai hubungan antara kadar vitamin D dengan insomnia pada kelompok usia lanjut.

#### KAJIAN PUSTAKA

Vitamin D merupakan vitamin larut lemak, termasuk di dalamnya yaitu *ergocalciferol* (vitamin D2) dan *cholecalciferol* (vitamin D3) yang terbentuk dari provitamin bernama *ergosterol* dan *7-dehydrocholesterol* (7-DHC). Vitamin D3 dan D2 merupakan isomer dari pre-vitamin D yang secara biologis bersifat inaktif. Bahan ini nantinya akan dibawa oleh *vitamin D binding protein* (DBP) ke hati dan akan mengalami 25-hidroksilasi (CYP2R1)

menjadi 25(OH)D (calcidiol) dengan waktu paruh 2-3 minggu. Calcidiol akan bersirkulasi di darah dan sesampainya di ginjal akan terkonversi menjadi 1,25(OH)2D (calcitriol) oleh 1-alfa-hidroksilasi. Untuk memenuhi kebutuhan harian, rekomendasi suplementasi vitamin D yang disarankan adalah sebesar 600 IU/hari untuk anak, remaja dan dewasa, serta 800 IU/hari untuk dewasa lanjut usia diatas 70 tahun agar dapat mempertahankan kadar 25(OH)D setidaknya 20 ng/mL. (Chang & Lee, 2019; Pludowski et al., 2018)

Vitamin D juga diketahui berpengaruh pada durasi tidur. Terdapat studi yang menghubungkan antara kadar vitamin D yang rendah dengan durasi tidur yang pendek pada lansia pria. Mekanisme pasti mengenai dampak vitamin D pada regulasi tidur masih belum diketahui secara jelas, namun diperkirakan hal ini berhubungan dengan adanya ekspresi reseptor vitamin D pada batang otak yang berhubungan dengan regulasi tidur. Vitamin D juga dihubungkan dengan kemampuannya sebagai agen neuroprotektif, modulator stress oksidatif, dan menekan inflamasi. Vitamin D mempengaruhi gen triptofan hidroksilase (THP 1 dan 2) yang berperan pada produksi serotonin, dimana ekspresi THP 1 dihambat di jaringan perifer dan ekspresi THP 2 ditingkatkan di otak. THP 2 akan merubah asam amino triptofan menjadi 5-hidroksitriptofan, yang merupakan prekursor serotonin. Vitamin D juga berpengaruh pada sistem dopaminergik, dimana terjadi peningkatan jumlah neuron yang meregulasi dopamine dan peningkatan dopamine di jalur nigrostriatal serta melindungi neuron dari efek toksin. (Abboud, 2022; Prono et al., 2022)

## METODOLOGI PENELITIAN

Desain penelitian ini adalah *cross sectional* dengan melibatkan kelompok lanjut usia di Panti Santa Anna. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *total sampling*. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah semua kelompok lanjut usia dengan minimal usia 60 tahun. Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah responden yang menolak menandatangani *informed consent*, responden yang tidak bisa berkomunikasi dua arah (afasia atau kondisi medis lainnya), serta pasien dengan gangguan jiwa mayor seperti psikosis.

Variabel pada penelitian ini berfokus pada kadar vitamin D dan insomnia. Pengukuran Vitamin D dilakukan dengan target berupa kadar 25-hidroksi vitamin D dalam darah yang mencerminkan kadar vitamin D total dalam tubuh. Pemeriksaan kadar 25-hidroksi vitamin D pada penelitian ini dilakukan sesuai protokol standar laboratorium yang baku dan telah tervalidasi. Hasil ukur pemeriksaan kadar 25-hidroksi vitamin D menggunakan satuan nano gram per mililiter (ng/ml).

Diagnosis insomnia ditegakan dengan instrumen kuesioner *Insomnia Severity Index (ISI)*. Interpretasi pengukuran ISI yaitu skor 0-7 poin berarti tidak ada insomnia, skor 8 - 14 poin *borderline* insomnia, skor 15 - 21 poin ada insomnia sedang, dan insomnia berat ditetapkan pada skor 22 - 28 poin.

Pengujian dan penyajian statistik dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu penyajian data deskriptif (proporsi dan sebaran data terpusat), serta pengujian hipotesis dengan Mann-Whitney (analisis dua rerata pada sebaran data tidak normal). Nilai kemaknaan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebesar 95% pada kekuatan penelitian sebesar 80%.

## HASIL PENELITIAN

Penelitian ini mengikutsertakan 27 responden yang memenuhi kriteria inklusi dengan rerata usia adalah 75,59 (7,42) tahun dan didominasi oleh jenis kelamin perempuan pada 18 (66,7%) responden. Hasil karakteristik dasar responden penelitian tersaji dalam tabel 1

Tabel 1. Hasil Karakteristik Dasar Responden Penelitian

Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia		75,59 (7,42)	75 (61 - 88)
Jenis Kelamin			
• Laki-laki	9 (33,3%)		
• Perempuan	18 (66,7%)		
Pendidikan Terakhir			
• SD	8 (29,6%)		
• SMP	5 (18,5%)		
• SMA	14 (51,9%)		
Status Pernikahan			
• Menikah	15 (55,6%)		
• Belum Menikah	9 (33,3%)		
• Cerai	3 (11,1%)		
Kadar 25-hidroksi vitamin D		19,93 (6,87)	20 (10 - 42)

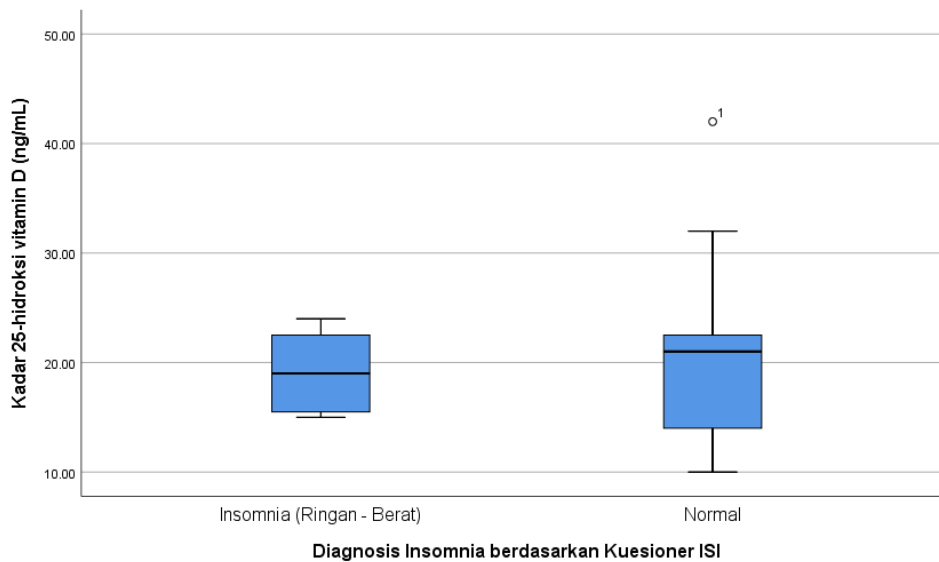
<i>Insomnia Severity Index (ISI)</i>		6,56 (5,90)	5 (0 - 20)
• Insomnia Berat	-		
• Insomnia Sedang	4 (14,8%)		
• <i>Borderline</i>	4 (14,8%)		
• Normal	19 (70,4%)		

Hasil uji statistik Mann-Whitney mengungkapkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata kadar vitamin D (ng/mL) yang bermakna secara statistik antara kelompok dengan atau tanpa insomnia (p-value 0,979). Tetapi secara klinis dapat terlihat bahwa kelompok pasien dengan insomnia memiliki kadar vitamin D yang cenderung lebih rendah

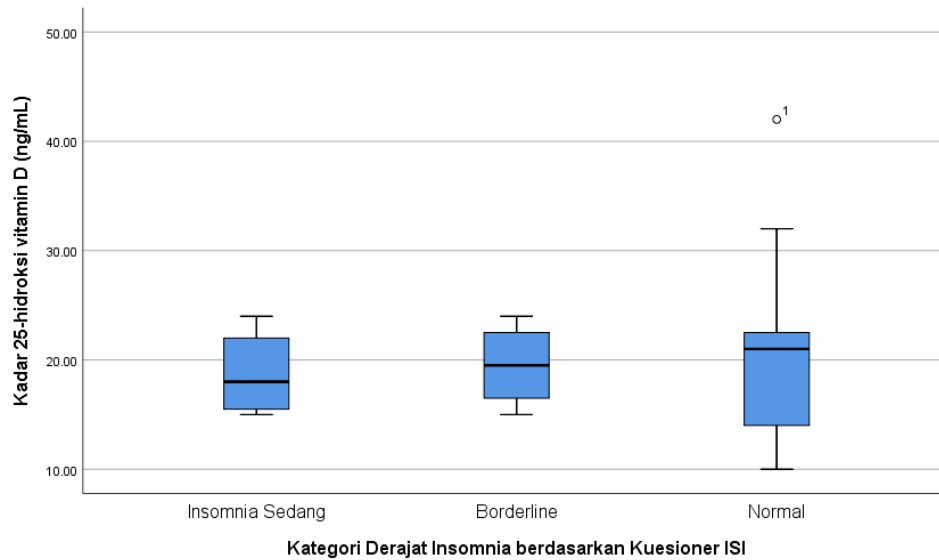
dibandingkan dengan kelompok tanpa insomnia (19 vs 21 ng/mL). Hal ini menunjukkan bahwa defisiensi vitamin D mungkin berperan terhadap terjadinya insomnia. (Tabel 2; Gambar 1). Gambar 2 juga memaparkan bahwa semakin rendah kadar vitamin D dalam tubuh maka akan semakin parah tingkat atau derajat insomnia yang dialami oleh pasien.

**Tabel 2. Perbedaan Rerata Kadar Vitamin D (ng/mL) antara kelompok dengan atau tanpa Insomnia**

Parameter	N	Kadar Vitamin D (ng/mL)		p-value
		Med (Min-Max)	Mean Rank	
<i>Indeks Severity Index</i>	<b>Insomnia</b>	8	19 (15 - 24)	0,979
	<b>Normal</b>	19	21 (10 - 42)	



**Gambar 1. Perbedaan Rerata Kadar Vitamin D (ng/mL) antara kelompok dengan atau tanpa Insomnia**



Gambar 2. Perbedaan Rerata Kadar Vitamin D (ng/mL) antara Tingkat Keparahan Insomnia

## PEMBAHASAN

Gangguan tidur, khususnya insomnia merupakan masalah kesehatan yang sering dihadapi oleh lansia. (Eshaghi et al., 2020) Pada studi ini didapatkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara kadar vitamin D di kelompok dengan insomnia maupun tanpa insomnia ( $p$ -value = 0,877). Meski demikian pada studi ini didapatkan bahwa semakin rendah kadar vitamin D, maka semakin parah derajat insomnia yang ditemukan pada responden.

Berbagai hipotesis diusulkan mengenai hubungan vitamin D dengan insomnia dengan hasil yang beragam. Sebuah studi oleh *Mohammad Shahi Majid et al* pada tahun 2018 di Iran meneliti mengenai suplementasi vitamin D terhadap kualitas tidur orang berusia 20-50 tahun. Studi klinis ini melibatkan 89 responden, terbagi 45 orang menerima placebo dan 44 orang menerima suplementasi vitamin D, dengan rerata usia  $37,9 \pm 9,5$  tahun. Pada studi ini didapatkan suplementasi vitamin D sebanyak 50.000 unit selama 8 minggu dapat

meningkatkan kualitas tidur dan meningkatkan lama tidur dibandingkan plasebo. Namun pada penelitian tersebut, tidak terdapat perbedaan yang bermakna terhadap efisiensi tidur, gangguan tidur, dan penggunaan obat tidur saat variabel perancu dimodifikasi. (Majid et al., 2018; Muscogiuri et al., 2019)

Studi lain dilakukan oleh *Bin Han, et al* di Cina mengenai asosiasi serum vitamin D dengan gangguan tidur pada pasien hemodialisa, mengungkapkan bahwa terdapat 141 responden dengan rerata usia  $59,7 \pm 15,3$  tahun pada kelompok dengan gangguan tidur,  $62,8 \pm 12,5$  tahun pada kelompok tanpa gangguan tidur dan kontrol dengan rerata usia  $60,1 \pm 14$  tahun. Pada studi ini ditemukan bahwa pada kelompok dengan gangguan tidur memiliki serum vitamin D yang lebih rendah. (Han et al., 2017).

Sebuah studi oleh Massa et al pada populasi laki-laki lanjut usia memperoleh hasil bahwa kadar vitamin D dalam serum yang rendah berhubungan dengan peningkatan

risiko memendeknya durasi tidur (< 5 jam) dan penurunan efisiensi tidur. (Massa et al, 2015)

Studi dengan hasil yang berlawanan terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammad J. Alkhatatbeh, et all dan Caitlin Mason, et all. Pada studi kasus kontrol pada 95 orang yang dilakukan oleh Mohammad J, didapatkan bahwa vitamin D tidak berhubungan dengan insomnia melainkan lebih kepada depresi dan kecemasan (*anxiety*). Sebuah studi lain yang dilakukan Caitlin Mason mengenai hubungan defisiensi vitamin D pada wanita postmenopause mendapatkan bahwa suplementasi vitamin D 2000 IU/hari tidak dapat mempengaruhi kualitas tidur wanita postmenopause yang sedang menjalankan program penurunan berat badan. Pada kedua studi ini terdapat beberapa hal yang dapat diperhatikan, yaitu pada studi pertama diketahui bahwa seluruh responden mengalami defisiensi vitamin D sehingga mungkin mempengaruhi hasil. Pada penelitian kedua, perbedaan hasil mungkin disebabkan dosis suplementasi vitamin D yang tidak disesuaikan dengan berat badan pasien. (Alkhatatbeh et al., 2022; Mason et al., 2016)

Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah sampel sedikit (n=31) yang mungkin dapat mempengaruhi hasil. Selain itu penelitian ini khusus dilakukan pada populasi lansia sehingga hasilnya mungkin berbeda jika dilakukan pada populasi usia yang lebih muda. Peneliti berharap hasil ini dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian lanjutan mengenai vitamin D dan gangguan tidur. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat ditelusuri jumlah asupan vitamin D dan dampak pemberian suplementasi vitamin D, baik melalui obat maupun makanan terhadap kualitas tidur pada lansia.

## KESIMPULAN

Defisiensi vitamin D merupakan masalah di berbagai rentang usia, termasuk lansia. Berbagai literatur telah menghubungkan defisiensi Vitamin D dengan dengan gangguan tidur. Oleh sebab itu penting bagi praktisi klinis untuk memperhatikan vitamin D sebagai salah satu faktor yang berperan dalam masalah tidur pada lansia dan mempertimbangkan suplementasi vitamin D dalam tatalaksana masalah tidur pada lansia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abboud, M. (2022). Vitamin D Supplementation and Sleep: A Systematic Review and Meta-Analysis of Intervention Studies. *Nutrients*, 14(5), 1076. <https://doi.org/10.3390/nu14051076>
- Aernout, E., Benradia, I., Hazo, J. B., Sy, A., Askevis-Leherpeux, F., Sebbane, D., & Roelandt, J. L. (2021). International study of the prevalence and factors associated with insomnia in the general population. *Sleep Medicine*, 82, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.03.028>
- Alkhatatbeh, M., Khwaileh, H., & Abdul-razzak, K. K. (2022). Abnormal Anxiety and Depression scores in University Students from Jordan Insomnia is not Associated with Vitamin D Deficiency but is Associated with Abnormal Anxiety and Depression scores in University Students from Jordan. *Scientific Literature Nutrition And Metabolism*, January.
- AlRasheed, M. M., Fekih-Romdhane, F., Jahrami, H., Pires, G. N., Saif, Z., Alenezi, A. F., Humood, A., Chen, W., Dai,

- H., Bragazzi, N., Pandi-Perumal, S. R., BaHammam, A. S., & Vitiello, M. V. (2022). The prevalence and severity of insomnia symptoms during COVID-19: A global systematic review and individual participant data meta-analysis. *Sleep Medicine, 100*, 723. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2022.06.020>
- Amrein, K., Scherkl, M., Hoffmann, M., Neuwersch-Sommeregger, S., Köstenberger, M., Tmava Berisha, A., Martucci, G., Pilz, S., & Malle, O. (2020). Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *European Journal of Clinical Nutrition, 74*(11), 1498-1513. <https://doi.org/10.1038/s41430-020-0558-y>
- Anggi Hanafiah Syanif, Joni Haryanto, & Elida Ulfiana. (2022). Fulfillment of Sleep Needs in Elderly Insomnia in South Sibolga District, Sibolga City. *Journal Of Nursing Practice, 6*(1), 67-74. <https://doi.org/10.30994/jnp.v6i1.196>
- Appleton, S. L., Reynolds, A. C., Gill, T. K., Melaku, Y. A., & Adams, R. J. (2022). Insomnia Prevalence Varies with Symptom Criteria Used with Implications for Epidemiological Studies: Role of Anthropometrics, Sleep Habit, and Comorbidities. *Nature and Science of Sleep, 14*, 775-790. <https://doi.org/10.2147/NSS.S359437>
- Bhaskar, S., Hemavathy, D., & Prasad, S. (2016). Prevalence of chronic insomnia in adult patients and its correlation with medical comorbidities. *Journal of Family Medicine and Primary Care, 5*(4), 780. <https://doi.org/10.4103/2249-4863.201153>
- Biben, V., Defi, I. R., Nugraha, G. I., & Setiabudia, B. (2017). Vitamin D Status and its Impact on Body Composition in Elderly Community-dwelling Individuals in Bandung and Sumedang, West Java Province, Indonesia. *Asian Journal of Epidemiology, 10*(2), 63-69. <https://doi.org/10.3923/aje.2017.63.69>
- Bouillon, R. (2017). Comparative analysis of nutritional guidelines for vitamin D. *Nature Reviews Endocrinology, 13*(8), 466-479. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.31>
- Chang, S. W., & Lee, H. C. (2019). Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics and Neonatology, 60*(3), 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.04.007>
- Eshaghi, S., Morteza, T., Khadijeh, I., Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., & Chtourou, H. (2020). The effect of aerobic training and vitamin D supplements on the neurocognitive functions of elderly women with sleep disorders. *Biological Rhythm Research, 51*(5), 727-734. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1579884>
- Han, B., Zhu, F.-X., Shi, C., Wu, H.-L., & Gu, X.-H. (2017). Association between Serum Vitamin D Levels and Sleep Disturbance in Hemodialysis Patients. *Nutrients, 9*(2), 139. <https://doi.org/10.3390/nu9020139>
- Majid, M. S., Ahmad, H. S., Bizhan, H., Hosein, H. Z. M., & Mohammad, A. (2018). The effect of vitamin D supplement on the score and quality of sleep in 20-50 year-old people



- with sleep disorders compared with control group. *Nutritional Neuroscience*, 21(7), 511-519. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2017.1317395>
- Mason, C., de Dieu Tapsoba, J., Duggan, C., Wang, C.-Y., Korde, L., & McTiernan, A. (2016). Repletion of vitamin D associated with deterioration of sleep quality among postmenopausal women. *Preventive Medicine*, 93, 166-170. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.09.035>
- Massa, J., Stone, K. L., Wei, E. K., Harrison, S. L., Barrett-Connor, E., Lane, N. E., Paudel, M., Redline, S., Ancoli-Israel, S., & Orwoll, E. (2015). Vitamin D and actigraphic sleep outcomes in older community-dwelling men: the MrOS sleep study. *Sleep*, 38(2), 251-257.
- Muscogiuri, G., Barrea, L., Scannapieco, M., Di Somma, C., Scacchi, M., Aimaretti, G., Savastano, S., Colao, A., & Marzullo, P. (2019). The lullaby of the sun: the role of vitamin D in sleep disturbance. *Sleep Medicine*, 54, 262-265. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.10.033>
- Pludowski, P., Holick, M. F., Grant, W. B., Konstantynowicz, J., Mascarenhas, M. R., Haq, A., Povoroznyuk, V., Balatska, N., Barbosa, A. P., Karonova, T., Rudenka, E., Misiorowski, W., Zakharova, I., Rudenka, A., Łukaszewicz, J., Marcinowska-Suchowierska, E., Łaszcz, N., Abramowicz, P., Bhattoa, H. P., & Wimalawansa, S. J. (2018). Vitamin D supplementation guidelines. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 175, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2017.01.021>
- Priehl, B., Treiber, G., Pieber, T. R., & Amrein, K. (2013). Vitamin D and immune function. *Nutrients*, 5(7), 2502-2521. <https://doi.org/10.3390/nu5072502>
- Prono, F., Bernardi, K., Ferri, R., & Bruni, O. (2022). The Role of Vitamin D in Sleep Disorders of Children and Adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1430. <https://doi.org/10.3390/ijms23031430>
- Wacker, M., & Holick, M. F. (2013). Sunlight and Vitamin D: A global perspective for health. *Dermato-Endocrinology*, 5(1), 51108. <https://doi.org/10.4161/derm.24494>