

Status 25(OH)D pada Penderita Sindrom Metabolik, Komponen Sindrom Metabolik, dan Orang Dewasa Sehat

25(OH)D Status in Metabolic Syndrome, Metabolic Syndrome Components, and Healthy Adult

Efriwati Efriwati^{1*}, Fitriah Ernawati¹, Nunung Nurjanah¹, Elisa Diana Julianti¹, Galih Kusuma Aji², Dian Sundari¹, Fifi Retiaty¹, Aya Yuriestia Arifin¹

¹Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong Science Center, Bogor, Indonesia

²Pusat Riset Agroindustri, Badan Riset dan Inovasi Nasional, J Habibie Science Center, Setu, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

INFO ARTIKEL

Received: 28-08-2024

Accepted: 04-11-2024

Published online: 22-11-2024

*Koresponden:

Efriwati Efriwati

efri003@brin.go.id



DOI:

10.20473/amnt.v8i4.2024.619-624

Tersedia secara online:

<https://e-journal.unair.ac.id/AMNT>

Kata Kunci:

Defisiensi Vitamin D, Dewasa, Gizi Mikro, Sindrom Metabolik

ABSTRAK

Latar Belakang: Suplementasi Vitamin D untuk mencegah Sindrom Metabolik (SM) telah banyak diterapkan di negara maju dan kini mulai diperkenalkan di negara berkembang. Namun, penelitian terbaru menunjukkan tidak ada hubungan antara vitamin D dan SM pada orang dewasa.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh profil nilai vitamin D pada orang dewasa dan mengeksplorasi status vitamin D pada penderita SM, komponen SM, dan orang dewasa sehat.

Metode: Desain penelitian adalah penelitian *cross-sectional*, yang memanfaatkan data sekunder dan primer dari penelitian Faktor Risiko Penyakit Tidak Menular (FR-PTM) tahun 2021. Kadar serum 25(OH)D pada 956 responden dewasa ditentukan melalui analisis *Enzyme-linked Immune Assay* (ELISA) menggunakan serum Bahan Biologis Tersimpan (BBT) dari Studi Longitudinal FR-PTM tahun 2021. Uji ANOVA digunakan untuk menentukan perbedaan kadar vitamin D pada berbagai kondisi fisiologis responden (SM, komponen SM, dan orang sehat).

Hasil: Sebanyak 68,5% responden memiliki kadar serum vitamin D yang tidak mencukupi (defisiensi dan insufisiensi) dengan rerata 26,5 ng/mL. Rerata kadar vitamin D antara penderita SM, komponen SM, dan orang sehat tidak berbeda signifikan ($p\text{-value}>0,05$). Namun jumlah atau persentase responden yang mengalami defisiensi 25(OH)D pada kelompok SM (12,1%) lebih tinggi dibandingkan kondisi fisiologis lainnya.

Kesimpulan: Sebagian besar responden penelitian memiliki kadar vitamin D yang tidak mencukupi. Rerata kadar vitamin D tidak berbeda di antara berbagai kondisi fisiologis. Perlu kajian lebih lanjut mengenai faktor zat gizi mikro lainnya yang memengaruhi kejadian SM dan komponennya.

PENDAHULUAN

Sindrom Metabolik (SM) merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan adanya tiga atau lebih dari lima faktor risiko yang berhubungan dengan SM (komponen SM), yaitu Obesitas Sentral (OS), Tekanan Darah (TD) tinggi, Glukosa Darah Puasa (GDP) tinggi, Kolesterol Lipoprotein Densitas Tinggi (C-HDL) rendah, dan Triglicerida (TG) tinggi¹. Preevalensi SM telah menjadi masalah kesehatan global, termasuk di Indonesia. Menurut analisis data Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) di Indonesia tahun 2018, prevalensi nasional SM pada tahun 2018 adalah sebesar 24,4% dan terus meningkat setiap tahunnya². Penelitian Faktor Risiko Penyakit Tidak Menular (FR-PTM) di daerah padat penduduk di Bogor, Indonesia menemukan peningkatan prevalensi dari 18,2% pada *baseline* (2011-2021) menjadi 28,6% pada tahun 2018^{3,4}. Salah satu gizi mikro yang berhubungan

dengan SM adalah vitamin D. Vitamin D berperan penting dalam sekresi dan sensitivitas insulin yang dapat memengaruhi perkembangan SM⁵. Oleh karena itu, penelitian untuk menghubungkan vitamin D dengan SM sangat penting untuk dilakukan.

Vitamin D merupakan gizi mikro yang berfungsi untuk beberapa fungsi tubuh, seperti mineralisasi dan pertumbuhan tulang⁶. Namun, defisiensi vitamin D merupakan masalah kesehatan global yang signifikan. Sebuah metaanalisis yang dilakukan selama dua tahun (Januari 2019 - Januari 2021) yang melibatkan 472 penelitian dengan 746.564 responden menemukan prevalensi defisiensi vitamin D yang tinggi pada populasi Asia⁷. Meskipun berada di wilayah ekuator yang kaya akan sinar matahari, masyarakat Asia tetap rentan terhadap defisiensi vitamin D karena perubahan gaya hidup, termasuk penggunaan tabir surya untuk

perlindungan kulit, dan pola makan⁸. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa orang yang lebih tua memiliki kadar 25(OH)D yang lebih tinggi daripada orang yang lebih muda. Defisiensi vitamin D di Indonesia telah diidentifikasi sebagai masalah darurat kesehatan masyarakat⁹⁻¹¹. Defisiensi vitamin D terjadi hampir di setiap kelompok usia, dengan prevalensi sebesar 90% pada bayi baru lahir⁹, 33% pada anak usia 6 bulan - 19 tahun¹⁰, dan 63% pada ibu hamil¹¹.

Defisiensi vitamin D yang berhubungan dengan kasus sindrom metabolik (SM) telah banyak dilaporkan oleh para peneliti, bahwa konsentrasi serum 25(OH)D yang lebih tinggi menurunkan risiko SM. Usulan suplementasi vitamin D untuk meningkatkan konsentrasi serum vitamin D pada populasi telah disarankan sebagai strategi pencegahan SM, karena konsentrasi vitamin D yang optimal menunjukkan profil metabolik yang lebih baik^{12,13}. Suplementasi SM dan mengatasi peningkatan penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2, telah diterapkan di negara-negara maju dan juga mulai diadopsi di negara-negara berkembang. Namun, beberapa penelitian terkini tidak menemukan adanya hubungan antara kadar vitamin D serum dengan kejadian SM pada orang dewasa¹⁴⁻¹⁶, dan menyatakan bahwa kadar 25(OH)D serum yang lebih rendah berhubungan secara signifikan dengan salah satu komponen SM, seperti obesitas sentral, hipertensi, dan kelainan homeostasis glukosa, tetapi tidak dengan sindrom metabolik¹⁵. Penelitian pada populasi orang dewasa di Lebanon menemukan bukti yang tidak meyakinkan mengenai hubungan antara vitamin D dan SM¹⁶. Selain itu, manfaat suplementasi vitamin D pada orang dewasa dengan SM tidak meyakinkan¹⁷. Bagaimanapun juga,

solusi untuk mengurangi kasus SM dan defisiensi vitamin D pada masyarakat Indonesia sangat diperlukan. Pelaksanaan suplementasi vitamin D untuk mengurangi kasus SM harus didasarkan pada data pendukung yang kuat.

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kesehatan pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2021 telah melakukan studi longitudinal RF-PTM, yang melibatkan populasi besar dengan responden berusia di atas 25 tahun (dewasa). Penelitian ini menyoroti tingginya kasus SM, yaitu sebesar 28,6% pada tahun 2018⁴. Akan tetapi, penelitian untuk mengeksplorasi hubungan antara kasus SM dan kadar vitamin D pada orang dewasa Indonesia masih terbatas, terutama untuk populasi yang besar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan nilai Vitamin D pada orang dewasa dan menyelidiki profil dan status kadar vitamin D serum pada berbagai kondisi fisiologis (SM, komponen SM, dan orang sehat) dari populasi RF-PTM yang diteliti⁴.

METODE

Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah studi *cross-sectional* yang memanfaatkan data sekunder dan primer (n=956) dari studi longitudinal RF-PTM tahun 2021. Data primer terdiri dari kadar vitamin D, berupa kadar 25(OH)D serum yang diperoleh dari analisis laboratorium terhadap serum Bahan Biologis Tersimpan (BBT). Di sisi lain, data sekunder mencakup informasi tentang kondisi kesehatan responden dengan atau tanpa SM, khususnya berfokus pada semua komponen SM sesuai dengan NCEP-ATP III untuk orang Asia tahun 2005¹ (Tabel 1).

Tabel 1. Cut-off faktor risiko komponen Sindrom Metabolik (SM)*

Faktor Risiko SM	Hasil Pengukuran	Laki-laki	Perempuan
OS	Lingkar Perut	≥90 cm	≥80 cm
C-HDL Rendah	Kadar Kolesterol-HDL	<40 mg/dL	<50 mg/dL
TG Tinggi	Kadar Trigliserida	≥150 mg/dL	≥150 mg/dL
TD Tinggi	Tekanan Darah	≥130/85 mmHg	≥130/85 mmHg
GDP Tinggi	Gula Darah Puasa	≥100 mg/dL	≥100 mg/dL

*) National Cholesterol Education Program Expert Panel and Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III) for Asians in 2005¹.

Perizinan dan Pertimbangan Etik

Izin pemanfaatan data sekunder, SK No. IR.03.01/H.I/5559/2023, 8 Agustus 2023, diperoleh setelah pengajuan surat permohonan resmi data-data penelitian nasional kepada Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan (BKPK) di bawah Kementerian Kesehatan RI untuk pemanfaatan data nasional dari studi longitudinal RF-PTM pada tahun 2021. Izin pemanfaatan serum Bahan Biologis Tersimpan (BBT) diperoleh melalui izin pemanfaatan BBT dan fasilitas laboratorium dengan No. HK.01.03/H.III/12397/2023, 25 September 2023. Serum BBT ini dikumpulkan pada tahun 2021 dan disimpan dengan baik dalam freezer suhu sangat rendah pada suhu -80°C di unit Laboratorium Informatika Manajemen Sistem (LIMS) dan Biorepositori Kementerian Kesehatan RI. Persetujuan etik untuk penelitian yang menggunakan BBT sebagai bahan analisis diperoleh dari komite Etik BRIN, No. 091/KE.03/SK/08/2023, 25 Agustus 2023.

Pemilihan Sampel dan Analisis Data Primer

Analisis semua BBT yang memenuhi kriteria inklusi (1543 sampel) tidak memungkinkan dilakukan karena keterbatasan dana penelitian. Pemilihan sampel untuk analisis data primer didasarkan pada pengolahan data sekunder untuk menemukan informasi tentang kondisi fisiologis responden. Kriteria inklusi untuk sampel SM dan komponen SM adalah 1) memiliki data diagnostik sekunder yang memenuhi kriteria SM (Tabel 1), 2) memiliki serum dengan volume yang cukup dan kualitas yang baik (tidak lisis dan/atau lipemik). Kriteria eksklusi sampel adalah jika serum lisis, lipemik atau tidak cukup untuk analisis lengkap semua parameter. Dari data sekunder, sampel diprioritaskan kepada individu dengan SM, yang memiliki tiga atau lebih faktor risiko untuk gangguan metabolik (n=263). Individu normal yang sehat tanpa komponen SM (n=207) juga dipilih sebagai kontrol. Selain itu, responden yang tidak SM tetapi memiliki satu atau dua faktor risiko SM juga dianalisis sebagai sampel komponen SM dengan metabolisme yang terganggu

(n=486). Secara total, 956 responden diperoleh sebagai data primer. Sampel terdiri dari 278 laki-laki dan 678 perempuan, dengan usia minimal 30 tahun dan maksimal 76 tahun.

Analisis kadar 25(OH)D dilakukan dengan *Enzyme-linked Immune Assay* (ELISA) dari kit *Cortex Diagnostic*, yaitu *AccuDiagTM 25-OH Vitamin D. Lypocheck assayed chemistry control Level 1 C-310-5* dari *Bio-Rad* digunakan sebagai CRM untuk kontrol kualitas selain kit. Batas *cut-off* untuk 25(OH)D mengacu pada *Endocrine Society Practice Guideline* (ESPG)¹⁸, seperti yang disajikan dalam Tabel 3.

Analisis Data

Data primer dan sekunder responden yang diintegrasikan menghasilkan kumpulan data baru. Analisis statistik dilakukan pada kumpulan data gabungan baru ini, menggunakan Perangkat Lunak SPSS Versi 25. Ringkasan statistik yaitu jumlah, persentase, rata-rata, dan deviasi standar perhitungan variabel digunakan untuk meringkas hasil pengujian. Analisis ANOVA dilakukan untuk menentukan perbedaan antar variabel uji. Signifikansi statistik ditentukan oleh nilai *p-value* < 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Sekunder

Proses analisis data sekunder untuk mengidentifikasi data kondisi fisiologis responden mengacu pada NCEP ATP Panel III (2005)¹ (Tabel 1). Responden diklasifikasikan menjadi responden SM jika mereka menunjukkan tiga atau lebih komponen faktor risiko SM. Karena terdapat 5 komponen faktor risiko SM, maka terdapat 16 variasi komponen SM yang berbeda pada profil SM dan 15 pada komponen SM dengan kondisi fisiologis terganggu (dengan satu atau dua

komponen SM). Variasi tersebut bergantung pada faktor risiko SM dari komponen yang ada pada masing-masing responden. Tabel 2 menampilkan kondisi fisiologis responden yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok SM, kelompok komponen SM (dengan 1 atau 2 komponen SM), dan kelompok sehat. Sebanyak 16 kombinasi komponen SM pada responden dalam kelompok SM (≥ 3 komponen SM) kemudian dikelompokkan menjadi 3 sub kelompok, yaitu terdiri dari 5 komponen SM, 4 komponen SM, dan 3 komponen SM. Di sisi lain, komponen SM responden dengan gangguan metabolik terdiri dari 15 kombinasi dan kemudian dibagi menjadi 2 sub kelompok, yaitu 2 komponen SM dan 1 komponen SM.

Secara nasional prevalensi SM di Indonesia pada individu berusia di atas 40 tahun adalah 21,66%¹⁹. Prevalensi SM pada populasi studi longitudinal di Bogor dari tahun 2011-2012 (*baseline*) adalah 18,2%³ dan mengalami peningkatan menjadi sebesar 28,6% pada tahun 2018⁴. Hasil penelitian ini menggunakan populasi studi longitudinal yang sama di tahun 2021, yang menunjukkan bahwa 27,5% subjek dalam populasi mengalami SM. Persentase yang sedikit lebih rendah dari yang ditemukan oleh Rahmawati et al. (2024)⁴ ini tidak berarti penurunan kasus SM pada populasi. Namun, hal ini terjadi karena adanya perbedaan jumlah sampel yang dianalisis. Rahmawati et al. (2024)⁴ menemukan 28,6% pada tahun 2018 dari semua sampel longitudinal penelitian RF-PTM (n=5690) yang diikuti selama 6 tahun. Diketahui pelaksanaan penelitian RF-PTM dibagi menjadi dua tahun (tahun genap dan tahun ganjil)^{3, 4}. Penelitian ini hanya menggunakan data sampel tahun 2021 (tahun ganjil) dengan jumlah responden sebanyak 1554 dengan analisis vitamin D hanya 956. Dengan demikian, data tersebut tidak dapat digunakan untuk membandingkan kasus SM pada populasi.

Tabel 2. Profil kondisi fisiologis responden dari pengolahan data sekunder

Kondisi Fisiologis Responden					
SM (≥ 3 komponen SM)			Komponen SM (2 and 1 Komponen SM)		Sehat
5 Komponen	4 Komponen	3 Komponen	2 Komponen	1 Komponen	
41 (4,3%)	119 (12,4%)	103 (10,8%)	240 (25,1%)	246 (25,7%)	207
263 (27,5%)			486 (50,8%)		(21,7%)

Analisis Data Primer

Analisis ELISA pada BBT responden menghasilkan data primer kadar vitamin D sebagai kadar 25(OH)D dalam serum. Data tersebut diubah menjadi status vitamin D dengan batas yang mengacu pada *Endocrine Society Practice Guideline* (ESPG)¹⁸, seperti yang disajikan dalam Tabel 3. Sebagian besar responden dalam penelitian ini diklasifikasikan sebagai hipovitaminosis vitamin D (Tabel 3). Hanya 31,5% responden yang memiliki kadar 25(OH)D yang normal (mencukupi). Prevalensi 25(OH)D yang tidak mencukupi dengan batas <30 ng/mL dalam populasi penelitian ini sangat tinggi, yaitu 68,5% (defisiensi 38,4%, dan insufisiensi 30,1%) (Tabel 3). Temuan ini mendukung penelitian yang dilakukan di tahun 2000-2020 yang menemukan bahwa 47,95% kadar serum 25(OH)D dalam populasi global diklasifikasikan sebagai hipovitaminosis vitamin D²⁰. Kasus hipovitaminosis vitamin D lebih tinggi di negara

berpendapatan menengah ke bawah dibandingkan di negara berpendapatan tinggi. Penelitian ini juga relevan dengan penelitian di negara Asia, bahwa defisiensi vitamin D di Asia Selatan sekitar 70% dan di Asia Tenggara bervariasi antara 6–70%⁸.

Penelitian ini mengungkapkan bahwa 7 dari 10 orang dewasa dalam populasi yang diteliti mengalami defisiensi 25(OH)D, rata-rata 26,51 ng/mL (Tabel 3). Penelitian ini memperkuat kesimpulan Octavius et al., (2023) yang menyatakan bahwa defisiensi 25(OH)D di Indonesia merupakan masalah darurat kesehatan masyarakat⁹⁻¹¹. Pada populasi Indonesia, defisiensi vitamin D terjadi pada hampir semua kelompok umur, tidak hanya pada anak-anak Indonesia, tetapi juga pada remaja, dewasa, dan kelompok lainnya. Sebuah studi sistematis dan metaanalisis menemukan bahwa prevalensi hipovitaminosis D pada anak usia 6 bulan hingga remaja 19 tahun di Indonesia adalah 33%, dengan

kadar vitamin D serum rata-rata 22,74 ng/mL¹⁰ dan pada ibu hamil 63% dengan kadar vitamin D serum rata-rata 16,24 ng/mL¹¹. Studi lain menemukan bahwa prevalensi

defisiensi vitamin D pada bayi baru lahir di Indonesia adalah 90%⁹.

Tabel 3. Status 25(OH)D masing-masing kondisi fisiologis responden dalam populasi

Status Vitamin D	Cut-off (ng/mL)	Total Frekuensi (%)	Kondisi Fisiologis			
			SM Frekuensi (%)	Komponen SM Frekuensi (%)		Sehat Frekuensi (%)
				2 Komponen SM	1 Komponen SM	
Defisiensi	<20	367 (38,4)	116 (12,1)	76 (7,9)	92 (9,6)	83 (8,7)
Insufficiency	≥20 - <30	288 (30,1)	67 (7,0)	84 (8,8)	75 (7,8)	62 (6,5)
Sufficient	≥30 - ≤100	301 (31,5)	80 (8,4)	80 (8,4)	79 (8,3)	62 (6,5)
Toksik	>100	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total		956 (100)	263 (27,5)	240 (17,2)	246 (25,7)	207 (21,7)

Indonesia merupakan negara tropis, dengan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun, dan menghadapi masalah kekurangan vitamin D yang signifikan. Kekurangan ini dapat disebabkan oleh rendahnya asupan vitamin D dari makanan. Selain disintesis di kulit dengan adanya sinar UV dari matahari, vitamin D juga dapat diperoleh dari makanan yang berasal dari hewan (dalam bentuk *cholecalciferol*) atau dari tanaman (dalam bentuk *ergocalciferol*). Sebuah penelitian di Indonesia menemukan bahwa rata-rata vitamin D pada remaja hanya 25,8% dari asupan makanan yang direkomendasikan²¹. Pada orang lanjut usia (>60 tahun) yang tinggal di unit perawatan institusional, asupan vitamin D yang dikonsumsi jauh lebih sedikit daripada remaja, yang menunjukkan konsumsi vitamin D sebesar 0,6 IU²². Asupan gizi yang rendah atau tidak mencukupi ini terjadi karena pola makan yang tidak seimbang, dan beberapa faktor lain seperti kebiasaan makan, pengetahuan gizi, infeksi, dan status sosial ekonomi²³. Di sisi lain, sebagaimana masyarakat yang tinggal di negara-negara Asia Selatan dan Asia Tenggara seperti Indonesia, status vitamin D di masyarakat juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu pigmentasi kulit, penuaan, penggunaan tabir surya, kepercayaan agama, dan perubahan gaya hidup⁸. Tingkat pigmentasi kulit yang lebih tinggi mengakibatkan peningkatan melanin, yang melindungi terhadap radiasi UV dan menurunkan kemampuan untuk mensintesis vitamin D²⁴. Pelindung tabir surya dengan penggunaan yang tidak tepat juga mengurangi produksi vitamin D karena efek penghambatannya terhadap sinar UV²⁵. Penuaan juga berkontribusi terhadap kadar vitamin D yang lebih rendah karena mengurangi sintesis vitamin D, mengurangi asupan dan penyerapan nutrisi (termasuk vitamin D), dan waktu aktivitas luar ruangan yang rendah^{8,26}. Status vitamin D juga dipengaruhi oleh praktik keagamaan, seperti puasa pada waktu tertentu yang menyebabkan berkurangnya asupan nutrisi, dan mengenakan pakaian tertutup bagi wanita yang mengurangi paparan sinar matahari⁸. Terakhir, perubahan gaya hidup sering kali mendorong orang untuk aktif di dalam ruangan, yang menyebabkan paparan sinar matahari yang lebih rendah dan berkurangnya kadar vitamin D²⁷.

Selain itu, perbedaan *cut-off* yang digunakan sebagai status vitamin D masih menjadi masalah di

beberapa negara. *Cut-off* status vitamin D untuk masyarakat Indonesia yang selama ini digunakan mungkin tidak sesuai. *Cut-off* ini mungkin perlu ditinjau ulang, seperti yang dilakukan oleh pemerintah India untuk rakyatnya. Komite Konsultasi Nasional India yang terdiri dari para dokter, ahli epidemiologi, ahli endokrinologi, dan ahli gizi di India telah mengonfirmasi adanya batas serum 25(OH)D yang digunakan secara khusus untuk masyarakat India. *Cut-off* serum 25(OH)D yang digunakan untuk masyarakat India lebih rendah daripada *cut-off* yang digunakan di negara-negara barat, untuk defisiensi, *insufficiency*, dan *sufficient* yaitu masing-masing <12 ng/mL, 12-20 ng/mL, dan >20 ng/mL²⁸. *Cut-off* baru status defisiensi masyarakat India mungkin cocok untuk Indonesia karena kedua negara tersebut tinggal di negara tropis, yang berbeda dengan negara-negara barat.

Tabel 3 mengilustrasikan tidak adanya pola spesifik antara status 25(OH)D dan kondisi fisiologis tertentu. Sementara prevalensi defisiensi 25(OH)D lebih tinggi di antara individu dengan SM apabila dibandingkan dengan kondisi fisiologis lainnya (komponen SM dengan dua atau satu komponen SM, dan orang dewasa sehat), status *sufficient* di antara responden SM juga lebih tinggi. Responden yang sehat tidak menunjukkan tingkat kecukupan 25(OH)D yang lebih tinggi daripada kondisi fisiologis lainnya dalam populasi.

Profil Nilai 25(OH)D pada Kasus SM, Komponen SM, dan Orang Sehat

Tabel 4 menggambarkan hubungan antara rata-rata 25(OH)D dan kasus SM dengan analisis varians (ANOVA), yang menggabungkan nilai vitamin D dari data primer dan kasus SM dari data sekunder. Analisis ANOVA mengungkapkan bahwa rata-rata kadar 25(OH)D berkisar antara 25,1 hingga 27,7 ng/mL. Semua kelompok kondisi fisiologis memiliki rata-rata kadar 25(OH)D yang masih termasuk kategori hipovitaminosis vitamin D (*insufficiency*) (Tabel 2 dan 4). Analisis lebih lanjut dengan ANOVA tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok kasus SM dan kelompok lain. Nilai 25(OH)D di antara responden SM (≥3 komponen SM) dan responden komponen SM dengan 2 dan 1 komponen SM (baik secara total atau individual) cukup mirip, seperti halnya pada responden sehat (tanpa komponen SM sama sekali).

Table 4. Nilai 25(OH)D dan Kasus SM

Kondisi Fisiologis	n	Rata-rata	Min	Maks	p-value
SM (≥3 Komponen SM)	263	25,1±15,2	1,8	82,8	0,301
Komponen SM dengan Dua (2) Komponen SM	240	27,7±15,8	2,3	86,3	
Komponen SM dengan Satu (1) Komponen SM	246	26,8±16,2	2,2	88,6	
Sehat	207	26,6±16,1	1,1	80,6	
Total	956	26,5±15,8	1,1	88,6	

Studi ini menunjukkan kadar 25(OH)D tidak signifikan berbeda antara kelompok SM, komponen SM, dan orang dewasa yang sehat. Hasil ini memperkuat dan sejalan dengan studi lain yaitu oleh Mansouri *et al.*, (2018)¹⁴ and About *et al.*, (2023)¹⁶. Namun, Mansouri *et al.*, (2018)¹⁴ mencatat bahwa vitamin D yang lebih rendah dalam serum secara signifikan meningkatkan risiko beberapa komponen SM yaitu obesitas sentral, hipertensi, dan kelainan homeostasis glukosa. Sebuah studi yang menghubungkan kadar vitamin D dan parameter SM menemukan bahwa peningkatan konsentrasi serum glukosa, kolesterol total, lipoprotein densitas rendah (LDL), dan trigliserida, telah dikaitkan secara negatif dengan kadar vitamin D^{21,29}.

Profil status Vitamin D pada penderita SM dan Komponen SM baru dilakukan pertama kali di Indonesia melalui penelitian ini dengan jumlah sampel yang besar. Namun penelitian ini memiliki keterbatasan karena tidak memeriksa hubungan antara masing-masing komponen SM dan kadar 25(OH)D, baik secara individual maupun kombinasi di antara individu dengan SM. Akibatnya, penelitian ini tidak dapat menentukan apakah hipertensi atau salah satu komponen SM lebih dipengaruhi oleh kadar 25(OH)D yang rendah atau sebaliknya. Penelitian ini hanya menjelaskan perbedaan kadar 25(OH)D antara kelompok SM, mereka yang memiliki gangguan fisiologis (dengan 2 atau 1 komponen SM), dan orang dewasa yang sehat tanpa menilai kontribusi 25(OH)D terhadap kondisi masing-masing komponen SM baik secara tunggal maupun kombinasi. Keterbatasan ini muncul dari rentang frekuensi yang luas yang diamati dalam profil fisiologis responden yang dikelompokkan dalam kategori SM, yaitu bervariasi dari hanya 2 responden hingga 57 responden. Selain itu, dalam penelitian ini, kondisi fisiologis SM dengan tiga komponen, yaitu hipertensi, obesitas sentral, dan C-HDL serta hipertensi, glukosa darah puasa tinggi, dan trigliserida tinggi, menunjukkan nilai nol (tidak ditemukannya). Penelitian lebih lanjut harus bertujuan untuk menyelidiki kontribusi kadar 25(OH)D terhadap setiap komponen SM, di antara individu dengan SM, baik secara individu maupun kombinasinya.

KESIMPULAN

Hal penting dari penelitian ini adalah tujuh dari sepuluh responden dewasa memiliki kadar 25(OH)D yang tidak mencukupi sementara kadar rata-rata 25(OH)D berkisar antara 25,1 hingga 27,7 ng/mL, namun, nilai 25(OH)D tidak berbeda secara signifikan antara kasus SM, komponen SM, dan orang dewasa sehat. Penelitian selanjutnya tentang hubungan antara nilai 25(OH)D dengan diantara komponen SM atau semua kombinasi dari lima komponen SM dan faktor gizi mikro lain yang memengaruhi kasus SM dan komponen SM perlu dilakukan.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan (BKPK) Kementerian Kesehatan Indonesia atas penyediaan BBT dan Data Sekunder tanpa biaya, dan Badan Riset dan Inovasi Nasional Indonesia atas pendanaan data primer. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian RF-PTM (peneliti, teknisi, semua responden dan lainnya) kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

KONFLIK KEPENTINGAN DAN SUMBER PENDANAAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan. Penelitian ini mendapatkan pendanaan dari BRIN, SK No. 23/III.9/HK/2023, 3 April 2023.

KONTRIBUSI PENULIS

EE, FE: konseptualisasi; EE, FE, NN, EDJ, DS, FR: sampel dan kurasi data; EE, FE, NN, EDJ, GKA, DS, FR: investigasi; EE, FE, GKA: supervisi; EE: penulisan—draft asli; EE, FE, GKA, FR, AYA, NN, EDJ, DS: penulisan—review dan penyuntingan.

REFERENSI

1. Grundy, S. M. *et al.* Diagnosis and Management of the Metabolic Syndrome. *Circulation* **112**, 2735–2752 (2005). doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404
2. Ginting, D. A., Julianto, E. & Lumbanraja, A. Literature Review Analisis Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan. *Jurnal Kedokteran Methodist* **12**, 19–23 (2019). <https://ejournal.methodist.ac.id/index.php/jkm/article/view/668>
3. Sihombing, M. & Dwi Hapsari Tjandrarini. Faktor Risiko Sindrom Metabolik Pada Orang Dewasa Di Kota Bogor (Risk Factors Metabolic Syndrome Among Adults In Bogor). *Penel Gizi Makan* **38**, 21–30 (2015). <https://pgm.persagi.org/index.php/pgm/article/view/56>
4. Rahmawati, N. D. *et al.* Body Mass Index as a Dominant Risk Factor for Metabolic Syndrome Among Indonesian Adults: A 6-Year Prospective Cohort Study of Non-Communicable Diseases. *BMC Nutr* **10**, (2024). doi:10.1186/s40795-024-00856-8
5. Schmitt, E. B. *et al.* Vitamin D Deficiency is Associated with Metabolic Syndrome in Postmenopausal women. *Maturitas* **107**, 97–102 (2018). doi:10.1016/j.maturitas.2017.10.011
6. Jaruratanasirikul, S. Vitamin D: An Essential Micronutrient for Bone Health. *PSU Med J* **1**, 29–37 (2021). doi:10.31584/psumj.2021246040

7. Jiang, Z. *et al.* High Prevalence of Vitamin D Deficiency in Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* vol. 63 3602–3611 Preprint at <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1990850> (2023). doi:10.1080/10408398.2021.1990850
8. Nimitphong, H. & Holick, M. F. Prevalence of Vitamin D Deficiency in Asia Vitamin D Status and Sun Exposure in Southeast Asia. *Dermato-endocrinology journal* **5**, (2013). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24494040/>
9. Oktaria, V. *et al.* The Prevalence and Determinants of Vitamin D Deficiency in Indonesian Infants at Birth and Six Months of Age. *PLoS One* **15**, (2020). doi:10.1371/journal.pone.0239603
10. Octavius, G. S., Shakila, A., Meliani, M. & Halim, A. Vitamin D deficiency is a public health emergency among Indonesian children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prevalence. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* **28**, 10–19 (2023). doi:10.6065/apem.2244170.085
11. Octavius, G. S., Daleni, V. A., Angeline, G. & Virliani, C. A systematic review and meta-analysis of prevalence of vitamin D deficiency among Indonesian pregnant women: a public health emergency. *AJOG Global Reports* **3**, 100189 (2023). doi:10.1016/j.xagr.2023.100189
12. Melguizo-Rodríguez, L. *et al.* Role of Vitamin D in the Metabolic Syndrome. *Nutrients* **13**, 830 (2021). doi:10.3390/nu13030830
13. Zhu, W. & Heil, D. P. Associations of Vitamin D Status with Markers of Metabolic Health: A Community-Based Study in Shanghai, China. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews* **12**, 727–732 (2018). doi:10.1016/j.dsx.2018.04.010
14. Mansouri, M. *et al.* Association of Vitamin D status with Metabolic Syndrome and Its Components: A Cross-Sectional Study in a Population of High Educated Iranian Adults. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews* **12**, 393–398 (2018). doi:10.1016/j.dsx.2018.01.007
15. Pathania, M., Dhar, M., Kumar, A., Saha, S. & Malhotra, R. Association of Vitamin D Status With Metabolic Syndrome and Its Individual Risk Factors: A Cross-Sectional Study. *Cureus* (2023) doi:10.7759/cureus.38344.
16. Abboud, M., Rizk, R., Haidar, S., Mahboub, N. & Papandreou, D. Association between Serum Vitamin D and Metabolic Syndrome in a Sample of Adults in Lebanon. *Nutrients* **15**, (2023). doi:10.3390/nu15051129
17. Qi, K. J., Zhao, Z. T., Zhang, W. & Yang, F. The Impacts of Vitamin D Supplementation in Adults with Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Pharmacology* vol. 13 Preprint at <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1033026> (2022).
18. Ramasamy, I. Vitamin D Metabolism and Guidelines for Vitamin D Supplementation. *Clinical Biochemist Reviews* **41**, 103–126 (2020). doi:10.33176/aacb-20-00006
19. Herningtyas, E. H. & Ng, T. S. Prevalence and Distribution of Metabolic Syndrome and Its Components Among Provinces and Ethnic Groups in Indonesia. *BMC Public Health* **19**, (2019). doi:10.1186/s12889-019-6711-7
20. Angelino, D. *et al.* Global and Regional Prevalence of Vitamin D Deficiency in Population-Based Studies from 2000 to 2020: A Pooled Analysis of 7.8 Million Participants. *Nutritional Epidemiology* **10**, 01–13 (2023). doi:10.3389/fnut.2023.1070808
21. Anwar K, H. D. E. S. D. View of Probability Method for Analyzing the Prevalence of Calcium, Iron, Zinc, and Vitamin D Deficiencies among Indonesian Adolescents. *Gizi Pangan* **13**, 93–102 (2018).
22. Setiati, S. Vitamin D Status among Indonesian Elderly Women Living in Institutionalized Care Units. *Acta Med Indones* **40**, (2008).
23. Allen, B. & Saunders, J. Malnutrition and Undernutrition: Causes, Consequences, Assessment and Management. *Nutrition* **51**, 461–468 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.04.004>
24. Chailurkit, L. O., Aekplakorn, W. & Ongphiphadhanakul, B. Regional Variation and Determinants of Vitamin D Status in Sunshine-Abundant Thailand. *BMC Public Health* **11**, 1–7 (2011). doi:10.1186/1471-2458-11-853
25. Divyalakshmi, C., Golda, J., Sukumaran, P., Selvadurai, S. & Lourdurajan, R. Vitamin D Levels in Non-Users of Sunscreen Versus Once-Daily Sunscreen Users: A Retrospective Analysis from A Cosmetic Dermatology Center in South India. *Cosmoderma* **2**, 10 (2022). doi:10.25259/csdm_3_2022
26. Ernawati, F. & Budiman, B. Status Vitamin D Terkini Anak Indonesia Usia 2,0-12,9 Tahun. *Gizi Indonesia* **38**, 73 (2015). <https://doi.org/10.36457/gizindo.v38i1.169>
27. Chee, W. S. S. *et al.* Vitamin D Status is Associated with Modifiable Lifestyle Factors in Pre-Adolescent Children Living in Urban Kuala Lumpur, Malaysia. *Nutrients* **13**, (2021). doi:10.3390/nu13072175
28. Gupta, P. *et al.* Indian Academy of Pediatrics Revised (2021) Guidelines on Prevention and Treatment of Vitamin D Deficiency and Rickets. *Indian Pediatr* **59**, 142–158 (2022).
29. Gradillas-García, A., Álvarez, J., Rubio, J. A. & de Abajo, F. J. Relationship between Vitamin D Deficiency and Metabolic Syndrome in Adult Population of the Community of Madrid. *Endocrinología y Nutrición* **62**, (2015). doi:10.1016/j.endonu.2014.12.008