

Peran Vitamin D pada Penderita Obesitas Dewasa: Kajian Pustaka

Widia Rachmawati*, Ieva B Akbar, Yuli Susanti

Prodi Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*widiarachma187@gmail.com,
yulisusaniramandha@gmail.com

ieva.b.akbar@gmail.com,

Abstract. Obesity is one of the biggest global health challenges that is growing rapidly. According to WHO, obesity is abnormal or excess fat accumulation and has the potential to interfere with health. BMI in obesity 30 kg/m². Meanwhile, according to the Asia Pacific standard for obesity is a BMI of 25 kg/m². The causes of obesity are very complex, including genetic factors, environmental factors in terms of diet and decreased physical activity. Various efforts that can be done in tackling obesity are being healthier, physical activity such as exercise, pharmacological therapy, namely offering anti-obesity drugs and giving vitamin D supplements. Obese people generally have lower levels of vitamin D than those who are not obese. Giving vitamin D to obese patients is thought to be able to lose weight and return the body's vitamin D levels to normal. Therefore a literature review was conducted regarding the administration of vitamin D in adult obese patients. The type of data used is secondary data. The method of data collection is literature study. From this literature review study, it was found that the administration of vitamin D can lose weight in obese adults through a direct mechanism, directly through the role of Vitamin D Dependent Receptor (VDDR) and indirectly through the role of parathyroid hormone.

Keywords: *Adult, Obesity, Vitamin D.*

Abstrak. Obesitas merupakan salah satu tantangan terbesar kesehatan global yang berkembang pesat saat ini. Obesitas adalah akumulasi lemak yang tidak normal atau berlebih serta berpotensi mengganggu kesehatan. IMT pada obesitas ≥ 30 kg/m². Sedangkan menurut Asia Pasifik *standard* untuk obesitas adalah IMT ≥ 25 kg/m². Penyebab obesitas sangat kompleks yaitu mencakup faktor genetik, faktor lingkungan dari segi pola makan dan penurunan aktivitas fisik. Berbagai upaya yang dapat dilakukan dalam menanggulangi obesitas adalah modifikasi makanan menjadi lebih sehat, aktivitas fisik seperti olahraga, terapi farmakologi yaitu pemberian obat anti obesitas dan pemberian suplemen vitamin D. Penderita obesitas umumnya memiliki kadar vitamin D yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak obesitas. Pemberian vitamin D pada penderita obesitas diperkirakan dapat menurunkan berat badan dan mengembalikan kadar vitamin D tubuh menjadi normal. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan cara *literature review* mengenai pemberian vitamin D pada penderita obesitas dewasa. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Metode pengumpulan data adalah studi pustaka. Dari studi *literature review* ini, didapatkan kesimpulan bahwa pemberian vitamin D dapat menurunkan berat badan pada penderita obesitas dewasa melalui mekanisme secara langsung yaitu peran dari *Vitamin D Dependent Receptor* (VDDR) dan secara tidak langsung melalui peran hormon parathyroid.

Kata Kunci: *Dewasa, Obesitas, Vitamin D.*

A. Pendahuluan

Obesitas saat ini berkembang pesat dan menjadi tantangan terbesar kesehatan masyarakat global. Obesitas merupakan penyebab kematian kelima secara global. Berdasarkan data *World Health Organisation* (WHO) pada tahun 2016, lebih dari 1,9 milyar orang dewasa, berusia 18 tahun ke atas mengalami obesitas. Obesitas adalah penimbunan lemak yang tidak normal atau berlebih dan berpotensi mengganggu kesehatan. IMT (Indeks Massa Tubuh) untuk obesitas adalah 30 kg/m². Sedangkan, menurut standar Asia-Pasifik untuk obesitas, IMT untuk orang dewasa adalah 25 kg/m².

Obesitas disebabkan karena ketidakseimbangan antara kalori yang dikonsumsi dan kalori yang dikeluarkan. Obesitas dapat menyebabkan berbagai penyakit terutama penyakit *cardiovascular*, diabetes melitus, kanker, dan penyakit lain seperti hipertensi, kolesterol tinggi, gangguan muskuloskeletal, dan kesehatan mental yang buruk. Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya obesitas, beberapa di antaranya seperti faktor lingkungan, genetik, dan psikis. Manajemen obesitas bisa dilakukan dengan berbagai hal seperti olahraga rata-rata 1 jam setiap hari, modifikasi makanan menjadi lebih sehat, pemberian obat anti obesitas seperti Orlistat dan terdapat opsi penunjang yaitu pemberian suplemen vitamin D karena obesitas juga berkaitan dengan defisiensi mikronutrien tertentu, salah satunya vitamin D. Rendahnya kadar vitamin D pada penderita obesitas disebabkan akibat meningkatnya 25(OH)D yang diserap kedalam jaringan lemak, gaya hidup penderita obesitas yang kurang melakukan aktivitas di luar rumah sehingga kurangnya paparan sinar matahari yang menjadi salah satu sumber vitamin D.

Vitamin D disebut juga *calciferol* merupakan vitamin yang larut dalam lemak. Dua bentuk utama vitamin D yaitu vitamin D2 (*ergocalciferol*) dan vitamin D3 (*cholecalciferol*). Peran vitamin D dalam kesehatan adalah membantu penyerapan kalsium dan fosfor sehingga tulang akan tumbuh lebih padat dan kuat, berperan dalam sistem kekebalan tubuh melalui ekspresi enzim lisosom dan pelepasan nitric oxide yang juga berperan dalam melawan infeksi. Vitamin D mencegah obesitas dengan mengatur regulasi sel pada jaringan adiposa. Peran vitamin D secara langsung dalam menurunkan berat badan adalah berkaitan dengan Vitamin D Reseptor (VDR) selanjutnya vitamin D akan menghambat lipogenesis dan menghambat PPAR gamma (*Peroxisome Proliferator Activated Receptor gamma*) yang selanjutnya akan mencegah perubahan dari preadiposit menjadi adiposit. Peran vitamin D secara tidak langsung dalam menurunkan berat badan adalah mencegah peningkatan *parathyroid hormone* yang selanjutnya akan mencegah masuknya kalsium ke adiposit sehingga tidak terjadi lipogenesis dan menstimulasi katekolamin untuk menginduksi lipolisis sehingga mengakibatkan penurunan berat badan.

Penelitian Khosravi *et al* mengungkapkan bahwa terdapat penurunan Indeks Massa Tubuh (IMT), berat badan dan lingkar pinggang pada kelompok yang diberi suplemen vitamin D dengan dosis 50.000 IU/minggu selama 6 minggu pemberian. Penelitian lain dilakukan oleh Roosta *et al* yang melakukan investigasi efek suplemen vitamin D pada pengukuran indeks antropometri pada 66 wanita obesitas dengan memberikan intervensi suplemen vitamin D 50.000 IU dan hasilnya adalah penurunan Indeks Masa Tubuh (IMT), lingkar pinggang dan pinggul.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dilakukan *literature review* dari kajian pustaka mengenai pemberian vitamin D pada penderita obesitas dewasa.

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan metode *literature review*. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Metode pengumpulan data adalah studi pustaka.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Vitamin D

Vitamin D disebut juga *calciferol* merupakan vitamin yang larut dalam lemak, dan memiliki peran penting dalam metabolisme tulang dan keseimbangan kalsium. Dua bentuk utama vitamin D yaitu vitamin D2 (*ergocalciferol*) dan vitamin D3 (*cholecalciferol*). Vitamin D2

berasal dari iradiasi *ergosterol*, biasanya terdapat dalam steroid tanaman atau sumber nabati, sedangkan vitamin D3 disintesis di kulit dari *7-dehidrokolesterol* dan berasal dari sumber hewani seperti ikan, susu, dan kuning telur. Beberapa sumber vitamin D yaitu pada makanan seperti kuning telur dan ikan seperti salmon atau sarden, vitamin D dari cahaya matahari dan suplemen yang digunakan untuk membantu mencukupi kebutuhan vitamin D pada tubuh.

Peran Vitamin D dalam Kesehatan

Target utama dari vitamin D adalah sistem pencernaan, ginjal, dan tulang. Peran pada tulang yaitu membantu absorpsi kalsium dan fosfor sehingga tulang akan tumbuh lebih padat dan kuat. Peran vitamin D pada sistem metabolisme adalah mencegah obesitas dengan cara mengatur regulasi sel dari jaringan adiposa. Konsentrasi rendah vitamin D umum terjadi pada penderita obesitas. Hubungan antara vitamin D dan obesitas adalah terperangkapnya vitamin D di jaringan adiposa yang membuat bioavailabilitas yang lebih rendah untuk diubah menjadi bentuk $1,25(\text{OH})_2\text{D}$. Vitamin D memiliki peran dalam menekan PTH sehingga mencegah penumpukan lemak di jaringan adiposa melalui peningkatan kalsium intraseluler. Vitamin D juga akan menghambat lipogenesis melalui VDRD (*Vitamin D Reseptor Dependent*) dan menghambat PPAR gamma (*Peroxisome Proliferator Activated Receptor gamma*) yang akan mencegah perubahan dari preadiposit menjadi adiposit. Vitamin D juga memengaruhi massa lemak tubuh dengan menghambat transkripsi adipogenik sehingga menghambat perkembangan adiposit.

Peran vitamin D pada sistem imun yaitu dengan cara berikatan pada VDR yang selanjutnya mengaktifasi reseptor tersebut secara langsung atau dengan reseptor retinoid x dan translokasi ke nukleus untuk mengikutsertakan vitamin D reseptor elemen (VDRE). VDRE meregulasi beberapa gen seperti cathelicidin yang berperan dalam aktivasi makrofag, *neutrophils*, *sel dendritic*, dan *beta defensin* yang bisa langsung memecah membran virus. Vitamin D memengaruhi imun *innate* melalui ekspresi enzim lisosomal dan rilis nitrit oksida yang juga berperan dalam melawan infeksi.

Obesitas

Menurut WHO, obesitas adalah akumulasi lemak yang tidak normal atau berlebih serta berpotensi mengganggu kesehatan. IMT pada obesitas $\geq 30 \text{ kg/m}^2$. Sedangkan menurut Asia Pasifik *standard* untuk obesitas adalah $\text{IMT} \geq 25 \text{ kg/m}^2$. Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah indeks sederhana dari berat untuk tinggi yang biasa digunakan untuk mengklasifikasikan kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa. Berat seseorang dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tingginya dalam meter persegi (kg/m^2) merupakan cara menghitung IMT.

Penyebab obesitas yaitu ketidakseimbangan antara kalori yang dikonsumsi dan yang dikeluarkan. Peran faktor genetik yaitu terdapat dua belas lokus gen yang berkaitan dengan obesitas menurut penelitian yang dilakukan Li dkk. Hasilnya bervariasi, setiap alel meningkatkan risiko obesitas sebanyak 10,8%. Peran faktor nutrisi seperti pola makan tidak sehat memiliki kaitan erat dengan terjadinya obesitas. Asupan minuman manis juga terlibat dalam peningkatan berat badan. Penurunan aktivitas fisik, faktor sosioekonomi dan penyakit tertentu seperti Cushing Sindrom, hipotiroidisme dan sindrom ovarium polikistik berhubungan dengan peningkatan berat badan. Obat-obatan tertentu seperti obat antidiabetes, antidepresan dan glukokortikoid juga meningkatkan risiko peningkatan berat badan. Pengukuran obesitas dapat diukur menggunakan IMT (Index Massa Tubuh).

Tabel 2.2. Indikator Obesitas Berdasarkan Pedoman Gizi Nasional 2014

Klasifikasi Status Gizi	IMT (kg/m^2)
Sangat kurus	<17

Kurus ringan	17–18,4	Sumber: Kemenkes. Standar d untuk
Normal	18,5–25,0	
Gemuk ringan	25,1–27,0	
Sangat gemuk	>30	

obesitas adalah $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$.

Klasifikasi Status Gizi	IMT (kg/m^2)
<i>Underweight</i>	<18,5
Normal	18,5–24,9
<i>Overweight</i>	25–29,9
<i>Obese class I</i>	30–34,9
<i>Obese class II</i>	35–39,9
<i>Obese class III</i>	≥ 40

Tabel 2. 3 Indeks Masa Tubuh Dewasa Menurut WHO

Sumber: Ruban.

Patogenesis Obesitas

Obesitas merupakan suatu kondisi yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti genetik, metabolisme, perilaku, budaya dan lingkungan.

Mekanisme neurohumoral yang mengatur keseimbangan energi dan berat badan, dapat dibagi menjadi tiga komponen:

1. Sistem Aferen atau Perifer

Komponen utamanya adalah leptin dan adiponektin yang diproduksi sel lemak berperan dalam mengurangi asupan makanan, lambung memproduksi ghrelin yang merangsang nafsu makan, ileum dan kolon menghasilkan peptida YY yang menstimulasi rasa kenyang dan insulin dari pankreas. Tiga komponen sistem aferen yang mengatur nafsu makan dan rasa kenyang:

a. Leptin

Gangguan produksi adipokin dapat terjadi pada pasien obesitas akibat stress oksidatif. Leptin merupakan salah satu adipokin yang berperan dalam menjaga homeostasis energi tubuh. Fungsi dari leptin adalah meningkatkan energi yang dikeluarkan melalui sinyal spesifik pada hipotalamus, menjaga berat badan, dan menurunkan asupan makanan yang masuk.

b. Hormon Usus

Ghrelin dan *peptide YY* (PYY) merupakan komponen dari hormon usus. Ghrelin diproduksi di lambung yang memicu peningkatan asupan makanan. Ghrelin akan merangsang saraf NPY/AgRP di hipotalamus. PYY disekresi oleh sel endokrin ileum dan kolon akibat dari konsumsi makanan. Hormon tersebut akan merangsang saraf POMC / CART di hipotalamus, akibatnya mengurangi asupan makanan.

2. *Arcuate Nucleus* di Hipotalamus

Memproses sinyal perifer dan membentuk sinyal yang kemudian ditransmisi oleh POMC (*pro-opiomelanocortin*) dan CART (*cocaine-and amphetamine-regulated transcript*), dan NPY (*neuropeptide Y*) dan AgRP (*agouti-related peptide*).

3. Sistem Eferen

Terdiri dari saraf hipotalamik yang diatur oleh nucleus arkuatus. Sinyal yang ditransmisi oleh saraf eferen juga berkomunikasi dengan otak depan (*forebrain*) dan otak tengah (*midbrain*). Saraf NPY/AgRP mengaktifkan saraf eferen, yang meningkatkan asupan makanan dan menambah berat badan sedangkan saraf POMC/CART mengaktifkan saraf eferen yang meningkatkan pengeluaran energi dan turunya berat badan.

Dampak Obesitas

Setiap tahun terjadi 9.000 kematian *premature* akibat obesitas, jumlah tersebut menyumbang 8,7% dari keseluruhan jumlah kematian. Obesitas berkaitan dengan masalah kesehatan lainnya, seperti stroke, kanker, hipertensi, *metabolic* sindrom, *osteoarthritis*, gangguan *musculoskeletal*, dan diabetes melitus. Obesitas juga memengaruhi harapan hidup, hasilnya adalah harapan hidup yang lebih rendah pada penderita obesitas.

Manajemen obesitas

1. Terapi Nutrisi

Komposisi makanan yang direkomendasikan yaitu rendah lemak (<30%), tinggi protein (sampai dengan 25%), tinggi serat (25 gram/hari), dan tinggi karbohidrat (sekitar 55%).

2. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik tidak hanya berkontribusi pada peningkatan pengeluaran energi dan hilangnya lemak tetapi juga mencegah hilangnya massa otot, dan meningkatkan kardiorespirasi. Aktivitas fisik dengan durasi 30 menit yang dilakukan 5 hari setiap minggu dianjurkan. Aktivitas tersebut berkontribusi terhadap penurunan 0,5 kg berat badan.

3. Terapi Farmakologi

Obat anti obesitas dikembangkan untuk membantu menurunkan berat badan dengan kombinasi manajemen gaya hidup. Orlistat sudah disetujui sebagai obat antiobesitas oleh *Food and Drug Administration*.

4. Terapi Suplemen

Bentuk vitamin D yang digunakan dalam produk suplemen dapat berupa vitamin D2 atau vitamin D3. Defisiensi vitamin D Menurut *Endocrine Society Of Clinical Practice* (ESCP) adalah saat 25(OH)D dibawah 20 ng/mL (50 nmol/L).

Profil Pasien	Kelompok Umur	Dosis
Bayi dan anak-anak	0–1 tahun	1000 IU/hari
Anak-anak	1 tahun lebih	1000 IU/hari
Dewasa	19–50 tahun	1500-2000 IU/hari
Orang tua	50–70 tahun	1500-2000 IU/hari
Wanita hamil dan menyusui	–	1500-2000 IU/hari

Tabel 2. 4. Rekomendasi Asupan Vitamin D untuk Pasien dengan Risiko Defisiensi Vitamin D

Sumber: Nair.

Hubungan Vitamin D dengan Obesitas

Ketika tubuh memiliki kelebihan energi dibanding dengan yang dibutuhkan, jaringan adiposa akan mulai menyimpan energi tersebut sebagai trigliserida pada *droplet lipid*. Bentuk aktif vitamin D yaitu 1,25 *dihydroxyvitamin D* bisa memberi dampak terhadap mobilisasi asam lemak bebas dari jaringan adiposa. Vitamin D dosis tinggi dapat menyebabkan peningkatan pengeluaran energi karena pelepasan fosforilasi oksidatif di jaringan adiposa.

Dua teori yang menjelaskan penurunan kadar vitamin D pada pasien obesitas:

1. Teori Sekuestrasi

Dilakukan penelitian oleh Lin dkk yang mendukung hipotesis teori sekuestrasi dengan mengukur kadar 25(OH)D3 pada orang dewasa obesitas setelah operasi *gastric by pass*. Mereka menemukan konsentrasi serum 25(OH)D3 meningkat seiring dengan hilangnya jaringan adiposa. Individu obesitas mengalami kegagalan mengkonversi pre-vitamin D menjadi vitamin D di jaringan kulitnya, sehingga tidak dapat menyimpan vitamin D di jaringan adiposa yang selanjutnya bermanifestasi rendahnya kadar 25(OH)D3.

2. Teori Degradasi

Teori ini berkaitan dengan inflamasi yang terjadi pada jaringan lemak. Peningkatan lemak menginisiasi infiltrasi sel imun yang dapat merilis sitokin pro-inflamasi yang akan menurunkan ekskresi dari vitamin D. Saat ini, jaringan adiposa bisa mensekresi sitokin pro-inflamasi, dan anti inflamasi. Semakin banyak sel B dan sel T yang teraktivasi, sel tersebut akan mengekspresikan lebih banyak vitamin D reseptor. Penurunan kadar vitamin D pada pasien obesitas diakibatkan dari degradasi vitamin D akibat banyaknya jaringan lemak yang merangsang infiltrasi sel-sel imun sehingga terjadi inflamasi dan degradasi dari vitamin D.

Mekanisme Vitamin D dalam Menurunkan Berat badan pada Penderita Obesitas

Pemberian suplemen vitamin D pada pasien obesitas dapat mencukupi kebutuhan vitamin D yang diperlukan. Vitamin D memberikan pengaruh terhadap penurunan berat badan melalui penekanan pada PTH dan oleh peran 1,25 (OH)2D3 secara langsung. Peran vitamin D dalam mencegah obesitas secara langsung adalah dengan cara berikatan dengan Vitamin D Reseptor (VDR) selanjutnya vitamin D akan menghambat lipogenesis dan menghambat PPAR gamma (*Peroxisome Proliferator Activated Receptor gamma*) yang selanjutnya akan mencegah perubahan dari preadiposit menjadi adiposit. Vitamin D juga memengaruhi massa lemak tubuh dengan menghambat transkripsi adipogenik sehingga menghambat perkembangan adiposit. Vitamin D yang berikatan dengan reseptornya juga akan menginisiasi adipolisis dan peningkatan pengeluaran energi akibat fosforilasi oksidatif di jaringan adiposa. Vitamin D yang tercukupi kebutuhannya akan mencegah hipotalamus agar tidak memicu rilisnya ghrelin yaitu hormon usus yang memicu rasa lapar.

Peran vitamin D dalam menurunkan berat badan secara tidak langsung yaitu melalui PTH. Kalsium melalui PTH memiliki peran pada deposisi lemak dan obesitas, sehingga pemberian vitamin D akan menurunkan kalsium intrasel di adiposa atau melalui insulin yang selanjutnya akan menurunkan ekspresi *Fatty Acid Synthase* (FAS) yang merupakan enzim untuk regulasi deposisi *lipid*. Penurunan PTH akibat suplemen vitamin D akan meningkatkan sensitivitas insulin sehingga menekan rasa lapar dan pada akhirnya menurunkan asupan makanan. Kalsium dan vitamin D mengurangi asupan makanan dan memperpanjang *interval* rasa kenyang sehingga mengurangi asupan makanan 24 jam pada hari berikutnya. Peran kalsium melalui PTH selanjutnya adalah akan meningkatkan oksidasi lemak dan termogenesis melalui *uncoupling* protein sehingga akan menurunkan berat badan dan meningkatkan pengeluaran energi. Penekanan PTH dalam jangka panjang merupakan kunci dalam pencegahan obesitas. Penurunan PTH secara kronis memungkinkan sistem saraf simpatis untuk merangsang *thermogenesis* dan lipolisis. Maka pemberian suplemen vitamin D dapat menjadi pilihan untuk menekan konsentrasi PTH. Beberapa pengaruh tersebut akan menyebabkan penurunan berat badan pada penderita obesitas dewasa setelah diberi suplemen vitamin D.

D. Kesimpulan

Vitamin D memiliki berbagai peran dalam kesehatan seperti dalam pertumbuhan tulang,

regulasi imun tubuh dalam menurunkan infeksi virus, penyerapan kalsium usus dan menangani obesitas dengan mengatur regulasi sel dari jaringan adiposa. Vitamin D dapat menurunkan berat badan pada penderita obesitas secara langsung melalui *Vitamin D Dependent Receptor* dan secara tidak langsung melalui hormon parathyroid. Penderita obesitas juga umumnya mengalami defisiensi vitamin D, sehingga pemberian suplemen vitamin D dapat menjadi salah satu pilihan dalam menangani penderita obesitas.

Acknowledge

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung, tim skripsi dan pembimbing yang telah mendukung dan membantu dalam penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] World Health Organization [homepage pada internet]. WHO Obesity and overweight Dashboard [diunduh 02 Februari 2021]. Tersedia dari: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [2] Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI tahun 2018. [homepage pada internet]. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013 [diunduh 02 Februari 2021]. tersedia dari https://kesmas.kemkes.go.id/assets/upload/dir_519d41d8cd98f00/files/Hasil1-riskesdas-2018_1274.pdf
- [3] Oddo VM, Maehara M, Rah JH. Overweight in Indonesia: An observational study of trends and risk factors among adults and children. *BMJ Open*. 2019;9(9).
- [4] Djalalinia S, Qorbani M, Peykari N, Kelishadi R. Health impacts of obesity. *Pakistan J Med Sci*. 2015;31(1):239–42.
- [5] Rahma A, Claudia D, Yulianto FA. Systematical Review : Pengaruh Olahraga Sepeda terhadap Penurunan Berat Badan Pada Dewasa Muda. *Jurnal Integrasi Kesehatan dan Sains (JKS)*. 2021;3(1):117–123.
- [6] Hainer V, Toplak H, Mitrakou A. Treatment modalities of obesity: what fits whom? *Diabetes Care*. 2008;31 Suppl 2.
- [7] Sundari LPR. Defisiensi Vitamin D pada Obesitas. *Sport Fit J*. 2018;6(1):1–5.
- [8] Green MA, Rowell JC, Kane M, Dearborn R, Baker J, Bradshaw N, et al. Understanding nutrition. 2011;585–602.
- [9] Salehpour A, Hosseinpanah F, Shidfar F, Vafa M, Razaghi M, Dehghani S, et al. A 12-week double-blind randomized clinical trial of vitamin D3 supplementation on body fat mass in healthy overweight and obese women. *Clin Nutr Interface Between Metab Diet, Dis*. 2013;3–20.
- [10] Cashman KD. Vitamin D in childhood and adolescence. *Postgrad Med J*. 2007;83(978):230–5.
- [11] Weydert J. Vitamin D in Children's Health. *Children*. 2014;1(2):208–26.
- [12] Lee JY, So T-Y, Thackray J. A Review on Vitamin D Deficiency Treatment in Pediatric Patients. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2013;18(4):277–91.
- [13] Cipriani C, Pepe J, Piemonte S, Colangelo L, Cilli M, Minisola S. Vitamin D and its relationship with obesity and muscle. *Int J Endocrinol*. 2014.
- [14] Marwaha RK, Garg MK, Mahalle N, Bhadra K, Tandon N. Role of parathyroid hormone in determination of fat mass in patients with Vitamin D deficiency. *Indian J Endocrinol Metab*. 2017;21(6):848–53.
- [15] Khosravi ZS, Kafeshani M, Tavasoli P, Zadeh AH, Entezari MH. Effect of Vitamin D supplementation on weight loss, glycemic indices, and lipid profile in obese and overweight women: A clinical trial study. *International Journal of Preventive Medicine*. 2018;9(1):63.
- [16] Roosta S, Kharadmand M, Teymouri F, Birjandi M, Adine A, Falahi E. Effect of vitamin D supplementation on anthropometric indices among overweight and obese women: A

- double blind randomized controlled clinical trial. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* 2018 Jul 1;12(4):537–41.
- [17] Zittermann A, Frisch S, Berthold HK, Götting C, Kuhn J, Kleesiek K, et al. Vitamin D supplementation enhances the beneficial effects of weight loss on cardiovascular disease risk markers. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(5):1321–7.
- [18] Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Valle HB Del. (2011), *Overview of Vitamin D*, The National Academies Press, Washington D.C.
- [19] Christakos S, Dhawan P, Verstuyf A, Verlinden L, Carmeliet G. Vitamin D: Metabolism, molecular mechanism of action, and pleiotropic effects. *Physiol Rev.* 2015;96(1):365–408.
- [20] Direktorat P2PTM. [homepage pada internet]. Tabel Batas Ambang indeks Massa tubuh (IMT) [diunduh 10 Februari 2021]. Tersedia dari: <http://www.p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/tabel-batas-ambang-indeks-massa-tubuh-imt>.
- [21] Danquah FI, Ansu-Mensah M, Bawontuo V, Yeboah M, Kuupiel D. Prevalence, incidence, and trends of childhood overweight/obesity in Sub-Saharan Africa: a systematic scoping review. *Arch Public Heal.* 2020;78(1):1–20.
- [22] Ruban A, Stoenchev K, Ashrafian H, Teare J. Current treatments for obesity. *Clin Med J R Coll Physicians London.* 2019;19(3):205–12.
- [23] Ricci R, Bevilacqua F. The potential role of leptin and adiponectin in obesity: A comparative review. *Vet J.* 2012;191(3):292–8.
- [24] Kumar, P. & Clark, M. (2009), *Clinical Medicine*, Saunders Elsevier, Spain.
- [25] Ruban A, Stoenchev K, Ashrafian H, Teare J. Current treatments for obesity. *Clin Med J R Coll Physicians London.* 2019;19(3):205–12.
- [26] Nair R, Maseeh A. Vitamin D: The sunshine vitamin. *J Pharmacol Pharmacother.* 2012;3(2):118–26.
- [27] Cannon CP, Kumar A. Treatment of overweight and obesity: Lifestyle, pharmacologic, and surgical options. *Clin Cornerstone.* 2009;9(4):55–71.
- [28] Fadhilah, Yosa Nursidiq, Tanuwidjaja, Suganda, Aji, Hidayat Wahyu (2021). *Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Obesitas Pada Anak Sekolah Dasar Negeri 113 Banjarsari Kota Bandung Tahun 2019-2020.* 1(2). 80-84