

Vitamin D sebagai Pencegahan Penyakit Degeneratif hingga Keganasan: Tinjauan Pustaka

Riskita Fiannisa¹Winda Trijayanti Utama²Sofyan Musyabiq³

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Departemen Ilmu Kedokteran Forensik dan Medikolegal, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Vitamin D merupakan vitamin sering kali dilupakan namun memiliki banyak manfaat yang sangat berguna bagi tubuh. Vitamin D atau disebut juga *sunshine vitamin* didapatkan dari dalam tubuh dan luar tubuh. Sumber yang berasal dari dalam tubuh vitamin D berasal dari 7-dehidroksilase yang berada di lapisan epidermis dan dermis yang akan bertransformasi menjadi bentuk vitamin D aktif yang disebabkan oleh radiasi sinar UVB. Vitamin D yang disintesis dengan bantuan sinar matahari merupakan pasokan vitamin D utama tubuh dan bertahan lebih lama dibandingkan vitamin D yang berasal dari sumber makanan. Faktor-faktor penyebab defisiensi vitamin D diantaranya seperti penggunaan tabir surya, pigmentasi kulit, cara berpakaian, lansia, musim dan suhu wilayah tersebut, kondisi medis seperti gangguan hepar, gangguan ginjal kronik, penggunaan antikonvulsan, malabsorpsi lemak, dan obesitas dapat menyebabkan berkurangnya kadar vitamin D dalam tubuh. Terdapat banyak penyakit yang dikaitkan dengan kadar vitamin D dalam tubuh, yaitu seperti osteoporosis, rakitis, fraktur, kelemahan otot, kanker, diabetes, malabsorpsi lemak, gangguan ginjal kronik, gangguan hepar dan obesitas. Dewasa ini semakin banyak penelitian yang membahas tentang pentingnya manfaat vitamin D bagi tubuh dan juga dapat peran vitamin D dalam mencegah berbagai penyakit. Manfaat dari vitamin D bagi tubuh yaitu dapat mencegah diabetes, mencegah kanker, mencegah penyakit kardiovaskuler, osteoporosis, dan rakitis.

Kata kunci: Defisiensi vitamin D, vitamin D, vitamin D3, 25(OH)-D.

Vitamin D as a Prevention of Degenerative to Malignancy Disease: Article Review

Abstract

Vitamin D is a vitamin that is often forgotten but has many benefits that are very beneficial for our body. Vitamin D or also called a sunshine vitamin is obtained from inside the body and outside the body. The source from the body that vitamin D comes from 7-dehydroxylase which is in the epidermis and dermis layer which will transform into an active form of vitamin D produced by UVB radiation. Vitamin D which is synthesized with the help of sunlight is the main supply of vitamin D and that lasts longer than vitamin D which comes from food sources. Factors causing vitamin D deficiency such as sunscreen, skin pigmentation, dress code, elderly, season and temperature of the region, medical conditions such as liver disorders, chronic kidney disorders, and use of anticonvulsants, fat malabsorption, and obesity can use their use of vitamin D content inside the body. There are many diseases related to vitamin D in the body, such as osteoporosis, rickets, fractures, weakness, cancer, diabetes, fat malabsorption, chronic kidney disorders, liver disorders and obesity. This research discusses the importance of vitamin D for the body and can also help vitamin D in preventing various diseases. The benefits of vitamin D for the body can prevent diabetes, prevent cancer, and prevent cardiovascular disease, osteoporosis, and rickets.

Keyword: Deficiency of vitamin D, vitamin D, vitamin D3, 25(OH)-D.

Korespondensi: Riskita Fiannisa Jl. Pangeran Antasari, Bandar Lampung HP 082113064996, e-mail : riskitafiannisa19@gmail.com

Pendahuluan

Vitamin D merupakan salah satu mikronutrien yang bersifat larut dalam lemak yang berperan dalam metabolisme kalsium dan fosfat, homeostasis kalsium, kesehatan vaskuler,

diferensiasi dan proliferasi sel.^{1,2} Vitamin D, yang juga disebut "*sunshine vitamin*", sering dikaitkan dengan beberapa penyakit mulai dari penyakit degeneratif sampai keganasan.^{3,4} Bukti menunjukkan apabila kadar vitamin D lebih tinggi

dari yang dibutuhkan untuk menjaga homeostasis kalsium dapat mengurangi risiko resistensi insulin, obesitas, sindrom metabolik, dan keganasan.²

Berdasarkan studi yang dilakukan di Indonesia oleh Maryantoro dkk, prevalensi defisiensi vitamin D pada wanita usia 45-55 tahun sebesar 50%.⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Setiati dkk di Jakarta dan Bekasi menunjukkan bahwa 74 subjek wanita yang berusia 60-75 tahun mengalami defisiensi vitamin D sebesar 35,1%.⁶ Selain itu, berdasarkan penelitian kolaborasi antara Indonesia dan Malaysia yang dilakukan oleh TJ Green dkk menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi serum vitamin D 25-OH peserta penelitian sebesar 48 nmol/L dan prevalensi defisiensi vitamin D di Indonesia sebesar 63%. Berdasarkan studi yang dilakukan di Indonesia dan Malaysia dapat disimpulkan bahwa orang yang tinggal di dekat garis ekuator atau negara tropis tidak menjanjikan kecukupan vitamin D dalam tubuh.⁷

Menjaga kadar vitamin D selalu adekuat dapat membantu mengurangi risiko fraktur osteoporotik. Kadar vitamin D tidak adekuat selain menyebabkan gangguan kesehatan skeletal seperti riketsia, osteoporosis, dan osteomalasia juga dikaitkan dengan penyakit non-skeletal seperti kesehatan gigi yang buruk, meningkatkan risiko diabetes tipe 1, dan juga kanker.^{8,9} Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiati, paparan sinar matahari yang mengandung UVB yang akan mengawali sintesis vitamin D juga dapat menurunkan konsentrasi hormone paratiroid.⁶ Defisiensi vitamin D hanya akan terjadi ketika kulit kekurangan paparan sinar matahari dan kurangnya asupan sumber vitamin D dalam kondisi diet.^{2,3} Seiring berkembangnya jaman, tidak sedikit orang yang mengurangi paparan sinar matahari karena perubahan lingkungan dan takut akan kanker kulit. Penggunaan tabir surya, pakaian yang tertutup, dan bekerja di dalam ruangan akan menyebabkan menurunnya sintesis vitamin D dalam tubuh.³

Kadar Vitamin D

Pegukuran kadar vitamin D dalam tubuh paling diukur dengan mengukur kadar vitamin D 25-OH yang merupakan bentuk aktif dari vitamin D yang tersebar diseluruh tubuh.^{2,3} Kadar Vitamin D 25-OH dalam serum dianjurkan diantara 30–100 ng/ml. Sumber yang berbeda menyantumkan kadar optimal vitamin D 25-OH berkisar 25–80 ng/ml. Sedangkan kadar dalam darah yang baik berkisar diantar 40–60 ng/ml atau 100–150 nmol/L.^{3,10} Kadar normal vitamin D 25-OH setiap laboratorium dapat terjadi sedikit perbedaan yang wajar. Status kadar vitamin D 25-OH dapat dilihat pada tabel 1. Kadar D 25-OH dengan rentang 21–29 ng/ml (52–72 nmol/L) dapat dikatakan insufisiensi relatif vitamin D dan kadar ≥ 30 ng/ml merupakan kadar optimal/normal. Apabila kadar D 25-OH >150 ng/ml (374 nmol/L) dapat dikatakan kemungkinan toksisitas vitamin D.^{9,11} Terdapat beberapa sumber yang mengatakan bahwa semakin tinggi asupan vitamin D dengan terutama melalui paparan sinar matahari semakin baik untuk mencegah berbagai penyakit seperti kanker prostat, kanker kolorektal, dan sindrom metabolik lainnya.^{2,12,13}

Tabel 1 Kadar Vitamin D 25-OH dalam serum¹⁴

| Interpretasi | Kadar D 25-OH | |
|--------------|---------------|---------------|
| Defisiensi | < 25 nmol/L | <10 ng/mL |
| Insufisiensi | 25–50 nmol/L | 10 – 30 ng/mL |
| Sufisien | > 50 nmol/L | >30ng/mL |

Sumber

Terdapat dua sumber vitamin D yaitu sumber endogen dan eksogen. Sumber endogen merupakan sumber dominan yaitu vitamin D yang disintesis ketika sinar ultraviolet B (UVB) dari sinar matahari mengenai lapisan epidermis dan dermis kulit. Sumber eksogen yaitu berasal dari makanan yang dikonsumsi dan suplemen vitamin D, namun sumber yang berasal dari makanan saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan vitamin D dalam tubuh.^{3,13,15}

1. Sinar Matahari

Paparan sinar matahari yang mengandung sinar UVB pada kulit akan mengawali sintesis vitamin D ketika panas tubuh mengubah previtamin D yaitu 7-

dehidrokolesterol yang tersebar di seluruh tubuh menjadi bentuk akhir yang lebih aktif.^{9,13,15} Vitamin D yang berasal dari dalam tubuh akan berada di kapiler kulit lebih lama dibandingkan dengan vitamin D yang berasal dari makanan dan suplemen.¹⁶ Terpapar sinar matahari 5-30 menit setiap 2-3 kali perminggu sangat cukup untuk memenuhi kebutuhan vitamin D tubuh.^{12,16} Waktu yang baik untuk berjemur di bawah sinar matahari yaitu mulai pukul 11.00—14.00 ketika sinar UVB memuncak dan relatif stabil yakni 1-2 MED/jam. Ketika sinar UVB memuncak waktu untuk berjemur dapat semakin singkat.⁶ Kebutuhan vitamin D pada tubuh dapat dipenuhi sebesar 80-100% oleh vitamin D yang disintesis pada kulit ketika terpapar sinar matahari secara langsung. Untuk menjaga kadar vitamin D dalam tubuh tetap tercukupi, minimal 20% permukaan kulit harus terpapar sinar matahari secara langsung tanpa terhalang pakaian atau tabir surya.¹⁷

2. Makanan

Vitamin D yang berasal dari makanan dapat dibedakan menjadi tiga, yakni yang berasal dari sumber asli, ASI, dan suplemen¹¹. Sumber vitamin D yang berasal dari sumber asli di antaranya ikan salmon, ikan makarel, ikan tuna, minyak hati ikan cod, jamur, dan kuning telur.⁹ Mengonsumsi minyak ikan minimal 3-4 kali/minggu dapat membantu mengoptimalkan kebutuhan vitamin D dalam tubuh.¹⁸

ASI yang kandungannya baik mengandung vitamin D sekitar 22 IU/L. Dengan rata-rata tiap hari anak mendapatkan ASI sebanyak ± 750 mL/hari dan tanpa bantuan sinar matahari belum dapat mencukupi kebutuhan vitamin D dalam yang dibutuhkan oleh tubuh.⁹

Pemberian suplemen vitamin D biasanya untuk mengatasi kondisi defisiensi vitamin D³. Terdapat pula makanan-makanan yang difortifikasi dengan vitamin D untuk meningkatkan asupan vitamin D lebih

adekuat lagi yaitu seperti mentega, sereal, susu, jus jeruk, keju, dan makanan bayi.¹⁹

Namun, asupan vitamin D yang didapat dari makanan yang mengandung vitamin D saja tidak mencukupi kebutuhan kadar normal plasma dan makanan yang difortifikasi vitamin D tidak pasti tersedia disetiap kota. Sehingga vitamin D yang disintesis pada kulit ketika terpapar sinar matahari merupakan sumber utama bagi tubuh.¹⁷

Sintesis

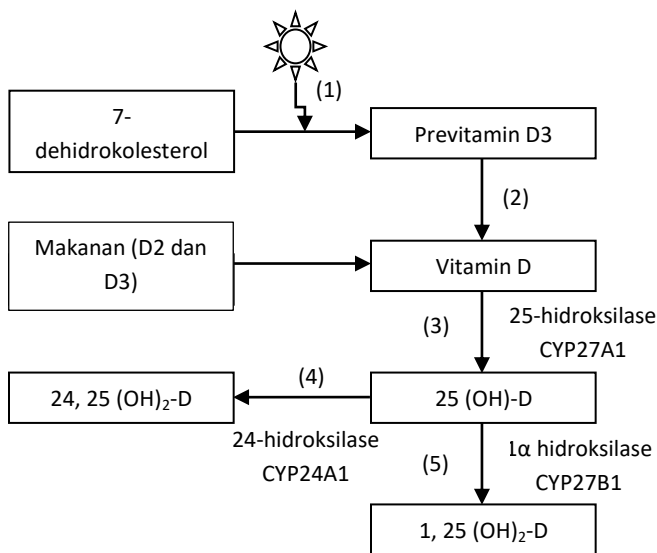
Mekanisme fotoproduksi vitamin D diawali dengan sintesis 7-dehidrokolesterol (provitamin D3).¹⁸ Pada hewan vertebratae dan juga manusia, 7-dehidrokolesterol dibentuk dalam jumlah yang banyak pada kulit bagian epidermis dan dermis dan tergabung bersama membran plasma lipid bilayer.^{18,20} Saat kulit terpapar oleh sinar matahari, 7-dehidrokolesterol akan menyerap radiasi sinar UVB dengan panjang gelombang 290-315 nm yang kemudian memecah dan mengubah ikatan cincin kimia pada 7-dehidrokolesterol menjadi previtamin D3. Previtamin D3 secara termodinamik bersifat tidak stabil yang menyebabkan isomerisasi menjadi vitamin D3 akibat induksi suhu.^{18,20}

Radiasi sinar UVB akan tetap terabsorpsi setelah previtamin D3 dan vitamin D3 terbentuk yang menyebabkan hasil samping fotoproduk lainnya. Setelah terpapar oleh radiasi sinar UVB dalam waktu lama, perubahan 7-dehidrokolesterol akan mencapai keadaan tunak yaitu ketika 7-dehidrokolesterol yang berada di kulit diubah sebanyak 10-15%. Sehingga dapat disimpulkan walaupun terpapar oleh sinar matahari yang berlebih tidak akan menyebabkan intoksikasi vitamin D3.²⁰

Vitamin D3 secara struktur tidak cocok berada di lapisan lemak pada membran plasma, yang kemudian dipindahkan ke ruang ekstraseluler dan kapiler kulit oleh vitamin D *Binding Protein* (DBP).^{9,18} Masuknya vitamin D3 bersama DBP ke sirkulasi tubuh akan meningkatkan kadar vitamin D3 dalam serum hingga 48 jam selanjutnya. Selanjutnya kadar

vitamin D3 akan menurun dengan waktu paruh mulai 36 jam hingga 48 jam. Distribusi vitamin D3 yang bersifat larut dalam lemak ke jaringan adipose akan memperpanjang waktu paruh menjadi hingga 2 bulan.²⁰

Metabolisme vitamin D3 terjadi di hepar yang merubah vitamin D3 menjadi 25(OH)-D oleh enzim vitamin D-25 hidroksilase. Kadar 25(OH)-D digunakan untuk pemeriksaan penilaian kadar vitamin D3 dalam tubuh. Waktu paruh 25(OH)-D dalam serum yaitu 15 hari.²⁰ Selanjutnya 25(OH)-D akan diangkut ke ginjal dan mengalami hidroksilasi dengan bantuan CYP27B2 menjadi 24,25 (OH)₂D. 1 yang memiliki fungsi terbatas dan 1,25 (OH)₂D yang merupakan bentuk aktif vitamin D yang akan dihambat oleh kadar kalsium dan fosfat yang tinggi dan dirangsang oleh hormon paratiroid.⁹



Gambar 1 - Sintesis Vitamin D

(1) Radiasi sinar UVB dengan gelombang 290-315 nm akan mengubah 7 dehidroksilase menjadi previtamin D3; (2) Previtamin D3 terisomerisasi; (3) Diubah oleh 25-hidroksilase dan CYP27A1; (4) Diubah oleh 24-hidroksilase dan CYP24A1; (5) Diubah oleh 1α hidroksilase dan CYP27B1;

Faktor Penyebab Defisiensi Vitamin D

Penyebab terjadinya defisiensi vitamin D dapat disebabkan oleh banyak faktor. Penurunan asupan, sintesis, dan cadangannya, ibu menyusui, degradasi 25(OH)-D merupakan beberapa penyebab yang mempengaruhi kadar

vitamin D dalam tubuh.⁹ Untuk mempermudah, faktor penyebab defisiensi vitamin D dapat dibedakan menjadi dua: defisiensi terkait radiasi UVB dan defisiensi terkait kondisi medis/fisik.¹⁹

1. Defisiensi terkait UVB

- Lansia

Penyebab utama defisiensi vitamin D pada lansia yaitu menurunnya jumlah 7-dehidrokolesterol di kulit yang merupakan prekursor sintesis vitamin D dengan bantuan UVB. Berkurangnya mobilitas yang menyebabkan kurang terpapar sinar matahari, berkurangnya produksi 1,25 dihidroksivitamin dari ginjal, juga penurunan asupan makanan sumber vitamin D menjadi faktor risiko defisiensi vitamin D pada lansia.¹⁹

- Pigmentasi kulit

Orang yang berkulit gelap memiliki jumlah melanin yang banyak pada epidermis. Melanin bersifat kompetitif terhadap 7-dehidrokolesterol dalam menyerap radiasi UVB.¹⁹ Melanin bersifat sebagai tabir surya alami untuk kulit sehingga dapat menghalangi sintesis vitamin D. Dibandingkan dengan orang yang berkulit cerah, untuk menyintesis vitamin D dengan kadar yang sama, orang berkulit gelap membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terpapar sinar matahari.^{9,19}

- Pakaian

Cara berpakaian dapat mempengaruhi sintesis vitamin D. Pada kulit yang tertutup pakaian, 7-dehidrokolesterol tidak terpapar radiasi UVB sehingga tidak terjadi perubahan menjadi vitamin D. Terdapat perbedaan kadar vitamin D yang signifikan antara paparan sinar matahari hanya di bagian wajah, tangan, dan lengan dengan paparan UVB di seluruh bagian tubuh. Untuk meningkatkan kadar vitamin D dalam serum dibutuhkan paling sedikit 20% bagian tubuh terpapar langsung oleh

sinar matahari.^{9,19} Pada studi yang dilakukan oleh Buyukuslu, terdapat perbedaan kadar vitamin D yang signifikan antara wanita yang menggunakan pakaian tertutup (pakaian muslim) dengan wanita yang menggunakan pakaian kasual.⁴

- Tabir Surya

Pemakaian tabir surya akan menyerap UVB dan UVA sehingga akan menghalangi radiasi UVB langsung ke dalam kulit. Terhambatnya interaksi UVB langsung terhadap kulit akan menghalangi perubahan 7-dehidrokolesterol menjadi bentuk vitamin D yang lebih aktif, dimana radiasi UVB diperlukan. Pemakaian tabir surya dapat menghambat pembentukan vitamin D hingga 98%.^{9,19}

- Musim, garis lintang, waktu

Setiap negara memiliki musim yang berbeda, tergantung garis lintangnya.¹⁹ Tidak semua negara mendapatkan sinar matahari setiap harinya. Namun, negara yang berada di dekat garis khatulistiwa juga tidak menjamin kecukupan kadar vitamin D dalam tubuh. Kecukupan kadar vitamin D dalam tubuh bergantung pada aktivitas masing-masing.²¹

Waktu terpaparnya sinar matahari juga berperan dalam sintesis vitamin D. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Setiati dkk, sinar matahari pukul 07.00 berada pada intensitas terendah. Pada pukul 11.00 sampai pukul 13.00 sinar matahari berada diintensitas tertinggi dan stabil yaitu 1-2 MED (*minimal erythematol dose*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu terbaik untuk mendapatkan kadar vitamin D yang adekuat yaitu terpapar sinar matahari pada pukul 11.00-13.00.⁶

2. Defisiensi terkait kondisi medis/fisik

- Malabsorpsi lemak

Keadaan medis seperti *Crohn's disease*, fibrosis kistik, penyakit *celiac*,

pengangkatan bagian usus atau lambung dapat dikaitkan dengan malabsorpsi lemak yang dapat mengakibatkan defisiensi vitamin D. Vitamin D yang bersifat larut dalam lemak membutuhkan lemak untuk dapat diserap. Sehingga gangguan penyerapan lemak dapat menuju ke defisiensi vitamin D.¹⁹

- Penggunaan antikonvulsan

Penggunaan obat anti konvulsan, atau obat anti epilepsi, seperti fenobarbital, phenytoin, dan karbamazepin yang digunakan untuk pasien kejang epilepsi dan juga gangguan bipolar memiliki efek samping yang dapat menyebabkan osteomalasia. Induksi katabolisme 1,25-dihidroksivitamin akibat obat-obat ini dapat menyebabkan efek samping demikian.¹⁹

- Gangguan ginjal kronik

Ginjal memiliki peran penting pada metabolisme vitamin D. Pada pasien dengan gangguan ginjal kronik yang membutuhkan hemodialisis akan mengalami ketidakmampuan mencukupi 1,25-dihidroksivitamin D yang dapat berefek langsung menghambat hormon paratiroid.^{19,20}

- Gangguan hepar

Hepar berperan penting dalam menjaga kadar vitamin D. Pada penderita penyakit hepatobilier sering dengan kondisi kadar 25(OH)-D rendah dan terdapat gangguan metabolisme tulang. Pada penyakit kolestatik terjadi penurunan jumlah ketersediaan garam empedu. Keadaan tersebut menyebabkan malabsorpsi vitamin D yang bersifat larut dalam lemak. Pada keadaan kerusakan parenkim hepar berat, terjadi malabsorpsi vitamin D dan menurunnya kapasitas 25-hidroksilasi yang akan menyebabkan defisiensi 25(OH)-D. Gangguan hepar juga menyebabkan penurunan kadar DBP serum yang dikaitkan dengan mortalitas.²⁰

- **Obesitas**

Vitamin D didapatkan dari asupan makanan dan sintesis pada kulit yang disimpan di jaringan adiposa yang selanjutnya digunakan saat produksi vitamin D berkurang. Dari penelitian, orang obesitas cenderung memiliki konsentrasi serum vitamin D3 dan 25(OH)-D lebih rendah dibanding dengan yang berbobot normal. Obesitas dikaitkan dengan penurunan bioavailabilitas makanan dan vitamin D yang mana lemak subkutan diketahui menyimpan vitamin D lebih banyak dari yang dilepaskan ke dalam sirkulasi.^{19,20}

Penyakit terkait Defisiensi Vitamin D

1. Osteoporosis

Mayoritas wanita lanjut usia menderita osteoporosis. Osteoporosis dikaitkan dengan defisiensi vitamin D yang mengakibatkan penekanan absorpsi kalsium pada usus dan gangguan keseimbangan kalsium yang menyebabkan rendahnya kandungan mineral dan massa jenis tulang.^{9,19}

Berkurangnya kepadatan mineral tulang/*Bone Mass Density* (BMD) dapat meningkatkan risiko patah tulang yang berkontribusi terhadap morbiditas dan mortalitas lansia.^{13,19}

2. Rakitis

Pada anak-anak dengan defisiensi vitamin D dapat ditemukan riketsia yaitu kelainan tulang yang disebabkan oleh defisiensi vitamin D, kalsium, dan folat. Pada anak yang diberikan ASI eksklusif dan suplemen vitamin D, rikitis sangat jarang ditemukan. Kekurangan vitamin D pada anak-anak dapat menyebabkan terjadinya defek pada tulang yang akan menyebabkan rakitis.^{19,22}

3. Kelemahan otot

Defisiensi vitamin D meningkatkan risiko kelemahan otot dan jatuh. Pada pasien

dengan kelemahan otot yang tidak spesifik ditemukan kadar defisiensi vitamin D dalam tubuhnya rendah.^{9,19}

Ketika seseorang anak mengalami defisiensi vitamin D, tubuh tidak dapat menyerap kalsium yang cukup dari makanan yang mengandung kalsium untuk memenuhi kebutuhan kalsium tubuh. Keadaan tersebut akan menyebabkan peningkatan produksi hormon paratiroid (PTH). Untuk menjaga kadar kalsium dalam darah, PTH akan mengeluarkan kalsium yang ada di tulang.¹⁵

4. Keganasan

Dari hasil studi Zhang dan Naughton, ditemukan bukti bahwa paparan terhadap sinar matahari secara langsung dapat menurunkan risiko kanker. Kadar vitamin D dalam tubuh yang rendah berkontribusi langsung untuk meningkatkan risiko kanker.¹⁹ Semakin tingginya kadar serum 25(OH)-D dapat mengurangi kejadian banyak tipe kanker.¹¹ Pada konversi 25(OH)-D menjadi 1,25(OH)₂-D pada hepar yang sehat, payudara yang sehat, dan prostat yang sehat dapat mengurangi risiko keganasan.¹⁰

Kadar vitamin D yang tercukupi diketahui dapat mencegah berbagai macam keganasan. Pada pria, UVB memiliki korelasi yang signifikan dengan 14 tipe kanker seperti kolon, prostat, faring, rektal, usus. Pada wanita, tingkat UVB yang dapat berkorelasi terhadap beberapa jenis kanker seperti payudara, kandung kemih, dan kolon.¹⁰

5. Kardiovaskular

Pajanan radiasi UVB pada pasien kardiovaskular dengan tekanan darah tinggi dapat menyebabkan penurunan yang signifikan dibandingkan dengan terpajan radiasi UVA, dimana UVB akan mengawali sintesis vitamin D dalam tubuh. Pada penderita infark miokard didapatkan pasien menderita hipovitaminosis D.^{9,13}

6. Diabetes Mellitus

Defisiensi vitamin D juga dapat mempengaruhi penyakit diabetes mellitus.⁹

Banyak bukti yang muncul bahwa vitamin D dapat membantu mencegah diabetes tipe 1 dan tipe 2. Keadaan defisiensi vitamin D akan menyebabkan penurunan sekresi insulin.³ Sel beta pada pankreas yang berfungsi menyekresi insulin ditemukan mengandung VDR dan juga enzim 1-alfahidroksilase. Bukti juga menunjukkan bahwa pengobatan vitamin D dapat meningkatkan toleransi glukosa dan resisten insulin.³

Simpulan

Vitamin D sangat bermanfaat untuk kesehatan tubuh. Dengan terpapar sinar matahari dalam waktu yang cukup tubuh akan mendapatkan vitamin D yang adekuat. Kadar vitamin D dalam tubuh yang adekuat juga berperan dalam pencegahan berbagai penyakit, mulai dari penyakit degeneratif hingga keganasan

Daftar Pustaka

1. Koolman J, Roehm KH. Color atlas of biochemistry 2nd ed. Stuttgart: Thieme; 2005.
2. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Harper's illustrated biochemistry 13th ed. New York: The McGraw-Hill Education; 2015.
3. Martin T, Campbell RK. Vitamin D and diabetes. *Diabetes Spectr*. 2011;24(2):113-118.
4. Buyukuslu N, Esin K, Hizli H, Sunal N, Yigit P, Garipagaoglu M. Clothing preference affects vitamin D status of young women. *Nutr Res*. 2014;34(8):688-693.
5. Oemardi M, Horowitz M, Wishart JM, et al. The effect of menopause on bone mineral density and bone-related biochemical variables in Indonesian women. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2007;67(1):93-100.
6. Setiati S, Oemardi M, Sutrisna B. The role of ultraviolet-B from sun exposure on vitamin D3 and parathyroid hormone level in elderly women in Indonesia. *Asian J Gerontol Geriatr*. 2007;2(3):126-132.
7. Green TJ, Skeaff CM, Rockell JEP, et al. Vitamin D status and its association with parathyroid hormone concentrations in women of child-bearing age living in Jakarta and Kuala Lumpur. *Eur J Clin Nutr*. 2008;62(3):373-378.
8. Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(6 Suppl):1678-1688.
9. Pusparini. Defisiensi vitamin D terhadap penyakit. *Indones J Clin Pathol Med Lab*. 2014;21(1):90-95.
10. Grober U, Spitz J, Reichrath J, Kisters K, Holick MF. Vitamin D: update 2013 - from rickets prophylaxis to general preventive healthcare. *Dermatoendocrinol*. 2013;5(3):331-347.
11. Hossein-nezhad A, Holick MF. Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clin Proc*. 2013;88(7):720-755.
12. Mead MN. Benefits of sunlight: a bright spot for human health. *Environ Health Perspect*. 2008;116(4).
13. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357(3):266-281.
14. Vera, Setiati S, Govinda A. Determinan diagnostik klinis defisiensi vitamin D pada wanita berusia lebih dari 50 tahun. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*. 2015;2(1):38-48.
15. Holick MF. Vitamin D: a D-lightful solution for health. *J Investig Med*. 2011;59(6):872-880.
16. Paramita, Louisa M. Berbagai manfaat Vitamin D. *Cdk-257*. 2017;44(10):736-740.
17. Cuhaci-Cakir B, Demirel F. Effects of seasonal variation and maternal clothing style on vitamin d levels of mothers and their infants. *Turk J Pediatr*. 2014;56(5):475-481.
18. Holick MF. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis. 2004;79:362-371.
19. Zhang R, Naughton DP. Vitamin D in health and disease: Current perspectives. *Nutr J*. 2010;9(1):1-13.
20. Tsiaras WG, Weinstock MA. Factors influencing vitamin D status. *Acta Derm*

Venereol. 2011;91(2):115-124.

21. Fitria CN, Prabowo A. Efektifitas paparan ultra violet sinar matahari terhadap kepadatan massa tulang dan kadar kolesterol pada lansia. PROFESI. 2016;14(1):1-4.
22. Al-Yatama FI, Alotaibi F, Al-Bader MD, Al-Shoumer KA. The effect of clothing on vitamin D status, bone turnover markers, and bone mineral density in young kuwaiti females. Int J Endocrinol. 2019:1-10