



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RESISTENSI INSULIN PADA PETUGAS KEBERSIHAN

Joice viladelvia kalumpiu, Kurniasari, Elly herwana,
Mizanul adli, Jane florida kalumpiu



fk.trisakti.ac.id



[fkusakti_official](https://www.instagram.com/fkusakti_official)



Fakultas Kedokteran
Universitas Trisakti

Curriculum Vitae

Nama : dr. Joice Viladelvia Kalumpiu, Sp.FK

Tempat tanggal Lahir: Jakarta, 6 Juni 1979

Riwayat Pendidikan :

- S1: FK Universitas Trisakti (1997-2003)
- Sp1: Spesialis Farmakologi Klinik Universitas Indonesia (2010-2013)

Riwayat Pekerjaan :

- Departemen Farmakologi dan Farmasi FK Universitas Trisakti (2010-Sekarang)





PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Pendahuluan



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Resistensi insulin sindrom metabolik, diabetes tipe 2, dan penyakit kardiovaskular
- Prevalensi resistensi insulin = 15.5% - 46.5% (dunia)
 - Indonesia 2022 = 44,2%
 - Pekerja / PPSU = ??
- Faktor : obesitas, gaya hidup yang kurang aktif, stress, bahan kimia, genetik, dan pola makan.
 - Vitamin D

- Vitamin D = 25(OH)D
 - Me↑ fungsi sel beta pancreas
 - Me↑ sensitivitas insulin di jaringan target
 - Mempunyai efek antiinflamasi



Menurunkan Resistensi Insulin



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Chiu et al, 2004 □ individu dengan kadar vitamin D yang lebih tinggi memiliki sensitivitas insulin yang lebih baik dibandingkan dengan mereka yang kadar vitamin D-nya lebih rendah.
- Pittas et al, 2007 □ suplementasi vitamin D dan kalsium dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan fungsi sel beta pada orang dewasa dengan risiko tinggi diabetes tipe 2.



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Kayaniyil et al , 2011 □ meskipun ada korelasi antara kadar 25(OH)D yang rendah dan risiko diabetes, hubungan ini tidak konsisten setelah mengendalikan faktor-faktor seperti indeks massa tubuh (IMT) dan aktivitas fisik. Studi ini menunjukkan bahwa faktor-faktor lain mungkin memainkan peran lebih besar dalam mengatur sensitivitas insulin dibandingkan dengan kadar vitamin D.
- Pittas et al, 2010, Metaanalisis □ efek suplementasi vitamin D pada sensitivitas insulin dan glukosa darah pada individu yang tidak mengalami kekurangan vitamin D adalah minimal. Hasil ini menunjukkan bahwa mungkin ada ambang batas kadar vitamin D yang harus dicapai sebelum efek metabolik yang signifikan dapat diamati.



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Petugas kebersihan PPSU ?
 - aktivitas fisik yang intens
 - pergantian shift yang tidak teratur
 - terpapar pada lingkungan kerja yang tidak sehat
 - stres pekerjaan
 - akses terbatas ke fasilitas Kesehatan
 - pola makan yang tidak seimbang
 - gaya hidup tidak sehat

Yilmaz et al, 2015 □ pekerja shift memiliki kadar vitamin D yang lebih rendah dan resistensi insulin yang lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja non-shift



fk.trisakti.ac.id



fkusakti_official



Fakultas Kedokteran
Universitas Trisakti



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Tujuan Umum : Me↑ angka harapan hidup pada petugas kebersihan dengan menganalisis hubungan kadar serum 25(OH)D dan resistensi insulin
- Tujuan Khusus :
 - Menentukan prevalensi kadar 25(OH)D dan resistensi insulin pada petugas kebersihan
 - Menentukan adanya hubungan antara karakteristik sosiodemografik dengan resistensi insulin pada petugas kebersihan
 - Menentukan adanya hubungan antara kadar serum 25(OH)D dengan resistensi insulin pada petugas kebersihan



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Metodologi



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Tempat : Kampus B, FK Trisakti, Jakarta-Barat
- Waktu : September 2024
- Desain : Cross-sectional
- Sampel : Petugas kebersihan (pasukan *orange*) yang datang ke kampus B FK Trisakti, pada September 2024, memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi
 - Kriteria inklusi:
 - Petugas kebersihan (pasukan *orange*)
 - Dewasa (usia ≥ 20 tahun) yang datang ke Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
 - Kriteria eksklusi:
 - Memiliki penyakit Diabetes (DMT1/T2), gagal ginjal
 - Mengonsumsi obat diabetes, vitamin D / calcium, obat hormonal apapun (kec.KB), steroid, obat kanker, obat antivirus, antipsikotik
 - Data kuesioner tidak lengkap



fk.trisakti.ac.id



fkusakti_official



Fakultas Kedokteran
Universitas Trisakti

- Teknik sampling: Konsektif non random sampling

- Besar Sampel:

- Rumus populasi infinit:

$$\begin{aligned}n &= Z_{\alpha}^2 \times p \times q / d^2 \\ &= 1,96^2 \times 0,442 \times 0,558 / (0,1)^2 \\ &= 94,7 = 95 \text{ orang}\end{aligned}$$

- Rumus populasi finit:

$$n = n_0 / (1 + n_0/N)$$

N = jumlah pasukan orange DKI Jakarta 600 orang

$$n = 95 / (1+95/600) = 82 +10\% = 90 \text{ orang}$$



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Bahan Dan Cara:
 - Pemeriksaan laboratorium:
 - Pasien harus puasa 12 jam
 - Pasien dalam posisi berbaring
 - Pasien diambil darahnya untuk pemeriksaan 25(OH)D, gula darah puasa, insulin puasa
 - Pemeriksaan Antropometri:
 - Berat badan, Tinggi badan, Tekanan darah, Lingkar pinggang
 - Pemeriksaan Karakteristik Demografik:
 - Identitas
 - Pendidikan, pendapatan
 - Riwayat penyakit kronis dan pengobatan: Jantung, DM, stroke, hipertensi, ginjal, liver
 - Riwayat suplemen vitamin : D
 - Aktivitas fisik

- 25(OH)D: metode CMIA
 - Defisiensi: < 20 ng/mL (50 nmol/L)
 - Insufisiensi: 20-29 ng/mL (50-74 nmol/L)
 - Sufisiensi : ≥ 30 ng/mL (≥ 75 nmol/L)
- Pemeriksaan Resistensi Insulin (HOMA-IR):
 - $$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{Insulin puasa}(\mu\text{U/mL}) \times \text{Glukosa puasa}(\text{mg/dL})}{405}$$atau, jika glukosa darah dinyatakan dalam mmol/L:
 - $$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{Insulin puasa}(\mu\text{U/mL}) \times \text{Glukosa puasa}(\text{mmo})}{22,5}$$
- Hasil
 - Normal: < 2.0
 - Insulin Resistance: 2.0 - 2.9
 - Significant Insulin Resistance: ≥ 3.0



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Metode Analisis

- Analisis data univariat : deskriptif (persentase)
- Analisis data bivariat : *chi-square* atau *fisher exact test*
- Data diolah dengan menggunakan SPSS 22 for windows.



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Hasil & Pembahasan

Tabel 1. Karakteristik sosiodemografik subjek penelitian

Karakteristik	Jumlah (n)	Presentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	83	93.26
Perempuan	6	6.74
Usia		
≤ 30 tahun	5	5.62
31-40 tahun	25	28.09
41-50 tahun	36	40.45
>50 tahun	23	25.84
Lama Kerja		
<5 tahun	1	1.12
5-10 tahun	88	98.88
>10 tahun	0	0.00
IMT		
Underweight (< 18 kg/m ²)	4	4.49
Normal (18.5-22.9 kg/m ²)	32	35.96
Overweight (23-24.9 kg/m ²)	15	16.85
Obesitas I (25.29.9 kg/m ²)	31	34.83
Obesitas II (≥ 30 kg/m ²)	7	7.86

Tabel 2. Hasil pemeriksaan laboratorium subjek penelitian

Variabel	Jumlah (n)	Presentase (%)
Gula Darah Puasa		
Tinggi (≥ 100 mg/dl)	15	16.85
Normal (<100 mg/dl)	74	83.15
Kolesterol Total		
Tinggi (≥ 200 mg/dL)	45	50.56
Normal (< 200 mg/dL)	44	49.44
Kolesterol HDL		
Rendah (≤ 40 mg/dL)	46	51.69
Normal (> 40 mg/dL)	43	48.31
Kolesterol LDL		
Tinggi (≥ 100 mg/dl)	69	77.53
Normal (<100 mg/dl)	20	22.47
Trigliserida		
Tinggi (≥ 150 mg/dL)	34	38.20
Normal (<150 mg/dL)	55	61.80
Vitamin D 25(OH) Total		
Defisiensi (< 20 ng/mL)	10	11.24
Insufisiensi (20 - 29 ng/mL)	56	62.92
Sufisiensi ($\geq 30 - 100$ ng/mL)	23	25.84
Toksitas (>100 ng/mL)	0	0.00
Insulin Puasa		
Tinggi (≥ 10 μ IU/mL)	15	16.85
Normal (<10 μ IU/mL)	74	83.15
HOMA-IR		
Normal (< 2)	69	77.52
Resistensi insulin (2 – 2.99)	10	11.24
Resistensi insulin signifikan (≥ 3)	10	11.24



PusdiKKER



Tabel 3. Hubungan antar variabel dengan HOMA IR

Variabel	HOMA_IR		p
	Sensitif (<2.0)	Resisten (≥ 2.0)	
Usia			
<40 tahun	23 (82.10)	5 (17.90)	0.48#
≥ 40 tahun	46 (75.40)	15 (24.60)	
IMT			
Overweight - Obese	37 (69.80)	16 (30.20)	0.034#
Underweight - Normal	32 (88.90)	4 (11.10)	
Gula Darah Puasa			
Tinggi (≥ 100 mg/dl)	7 (43.80)	9 (56.30)	0.001*
Normal (<100 mg/dl)	62 (84.90)	11 (15.10)	
Kolesterol Total			
Tinggi (≥ 200 mg/dL)	29 (64.40)	16 (35.60)	0.003#
Normal (< 200 mg/dL)	40 (90.90)	4 (9.10)	
Kolesterol HDL			
Rendah (≤ 40 mg/dL)	34 (73.90)	12 (26.10)	0.398#
Normal (> 40 mg/dL)	35 (81.40)	8 (18.60)	
Kolesterol LDL			
Tinggi (≥ 100 mg/dl)	58 (75.30)	19 (24.70)	0.285*
Normal (<100 mg/dl)	11 (91.70)	1 (8.30)	
Trigliserida			
Tinggi (≥ 150 mg/dL)	21 (61.80)	13 (38.20)	0.005#
Normal (<150 mg/dL)	48 (87.30)	7 (12.70)	
Vitamin D 25(OH) Total			
Defisiensi (< 30 ng/mL)	52 (78.80)	14 (21.20)	0.63#
Sufisiensi (≥ 30 - 100 ng/mL)	17 (73.90)	6 (26.10)	
Insulin Puasa			
Tinggi (≥ 10 µIU/mL)	0 (0)	15 (100)	0.000*
Normal (<10 µIU/mL)	69 (93.20)	5 (6.80)	

* Fisher's exact test
Chi-Square test

- Terdapat hubungan yang signifikan antara IMT, GDP, Kolesterol total, TG dan insulin puasa terhadap resistensi insulin



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Kelompok usia ≥ 40 tahun memiliki proporsi resistensi insulin lebih tinggi (24,6%) dibandingkan kelompok usia < 40 tahun (17,9%), namun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik ($p=0,48$).
- Gayoso-Diz P, 2011, EPIRCE Spanyol : Cross-sectional, 2246 nondiabetic dewasa, peningkatan HOMA-IR signifikan hanya terlihat pada wanita usia >50 tahun, dan tidak pada pria.
- Oya J, 2014, Jepang : 2,324 laki-laki dan 1,472 Perempuan, 30-79 tahun, nondiabetes, meskipun usia berhubungan positif dengan resistensi insulin pada wanita pascamenopause, BMI menunjukkan pengaruh yang lebih kuat terhadap HOMA-IR



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Analisis hubungan IMT dengan status resistensi insulin menunjukkan hasil signifikan ($p=0,034$).
- Kelompok *overweight* dan obese memiliki prevalensi resistensi insulin sebesar 30,2%, sedangkan kelompok *underweight* dan normal hanya 11,1%. Kelompok *overweight*-obese menunjukkan prevalensi resistensi insulin hampir tiga kali lipat dibandingkan kelompok dengan IMT normal.
- Satyanarayana Raju P, 2024 dan Abbasi F, 2012 □ BMI berasosiasi kuat dengan HOMA-IR
- Hirata T, 2015 : resistensi insulin dapat terjadi tanpa IMT tinggi □ konsep *lean insulin-resistant*



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Terdapat hubungan yang sangat signifikan antara gula darah puasa dan resistensi insulin ($p=0,001$).
- PANG s, 2024, Studi NHANES: hubungan yang konsisten antara profil glikemik dan indikator resistensi insulin pada 11246 peserta dewasa non diabetik



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Analisis terhadap kolesterol total menunjukkan hubungan signifikan dengan resistensi insulin ($p=0,003$).
- Kadar trigliserida juga berhubungan signifikan dengan resistensi insulin ($p=0,005$)
- Sebaliknya, kadar kolesterol HDL dan LDL tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan resistensi insulin. Meskipun kelompok dengan HDL rendah menunjukkan proporsi resistensi insulin yang lebih tinggi (26,1%) dibandingkan kelompok HDL normal (18,6%), perbedaan ini tidak signifikan secara statistik ($p=0,398$). Demikian pula, tidak terdapat perbedaan signifikan pada kadar LDL antara kedua kelompok ($p=0,285$).

- Sebagian besar subjek penelitian (74,2%) mengalami defisiensi vitamin D dengan kadar 25(OH)D < 30 ng/mL. Namun, analisis statistik menunjukkan tidak adanya hubungan yang signifikan antara status vitamin D dengan resistensi insulin ($p=0,630$).
- Vitamin D diketahui memengaruhi ekspresi reseptor insulin pada sel target, meningkatkan transduksi sinyal insulin pasca-reseptor, dan memiliki efek anti-inflamasi yang dapat mengurangi resistensi insulin yang dimediasi oleh inflamasi. Selain itu, vitamin D berperan dalam regulasi kalsium intraseluler yang penting untuk sekresi insulin dan fungsi sel beta pankreas.
- Namun, ketidaksignifikan hasil dalam penelitian ini kemungkinan dapat dijelaskan oleh beberapa factor:
 - Paparan sinar matahari yang relatif homogen dalam populasi ini.
 - Dominannya faktor risiko metabolik lain yang lebih kuat mungkin menutupi peran potensial vitamin D.
 - Batas defisiensi yang digunakan (<30 ng/mL) mungkin tidak cukup rendah.



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

- Keterbatasan penelitian :
 - Desain cross-sectional □ tidak memungkinkan untuk menetapkan hubungan kausal antara variabel-variabel yang diteliti
 - Tidak diukurinya faktor potensial lain seperti pola makan, aktivitas fisik, paparan sinar matahari yang terukur, dan biomarker inflamasi yang mungkin menjadi faktor konfonding penting
 - Penggunaan HOMA-IR sebagai satu-satunya indikator resistensi insulin, yang meskipun praktis dan valid, tidak seakurat metode gold standard seperti *hyperinsulinemic-euglycemic clamp*.



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Kesimpulan



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

KESIMPULAN

- Prevalensi defisiensi vitamin D pada PPSU 11,24% dan insufisiensi vitamin D pada PPSU 62,92%
- Prevalensi resistensi insulin pada PPSU Adalah 22,48%
- Terdapat hubungan yang signifikan antara IMT, GDP, Kolesterol total, TG, dan insulin puasa dengan HOMA-IR



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

Daftar Pustaka

1. Goh LPW, Sani SA, Sabullah MK, Gansau JA. The Prevalence of Insulin Resistance in Malaysia and Indonesia: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(6):826. Published 2022 Jun 19. doi:10.3390/medicina58060826
2. Sung CC, Liao MT, Lu KC, Wu CC. Role of vitamin D in insulin resistance. *J Biomed Biotechnol*. 2012;2012:634195. doi:10.1155/2012/634195
3. Xu Z, Gong R, Luo G, et al. Association between vitamin D3 levels and insulin resistance: a large sample cross-sectional study. *Sci Rep*. 2022;12(1):119. Published 2022 Jan 7. doi:10.1038/s41598-021-04109-7
4. Chiu, K. C., Chu, A., Go, V. L., & Saad, M. F. (2004). Hypovitaminosis D is associated with insulin resistance and beta cell dysfunction. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 820-825.
5. Pittas, A. G., Lau, J., Hu, F. B., & Dawson-Hughes, B. (2007). The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(6), 2017-2029.
6. Von Hurst, P. R., Stonehouse, W., & Coad, J. (2010). Vitamin D supplementation reduces insulin resistance in South Asian women living in New Zealand who are insulin resistant and vitamin D deficient – a randomised, placebo-controlled trial. *The British Journal of Nutrition*, 103(4), 549-555.
7. Kayaniyi, S., Vieth, R., Retnakaran, R., Knight, J. A., Qi, Y., Gerstein, H. C., ... & Hanley, A. J. (2011). Association of vitamin D with insulin resistance and β -cell dysfunction in subjects at risk for type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 33(6), 1379-1381.
8. Pittas, A. G., Chung, M., Trikalinos, T., Mitri, J., Brendel, M., Patel, K., ... & Balk, E. M. (2010). Systematic review: Vitamin D and cardiometabolic outcomes. *Annals of Internal Medicine*, 152(5), 307-314.
9. Mitri, J., Dawson-Hughes, B., Hu, F. B., & Pittas, A. G. (2011). Effects of vitamin D and calcium supplementation on pancreatic β cell function, insulin sensitivity, and glycemia in adults at high risk of diabetes: The calcium and vitamin D for diabetes mellitus (CaDDM) randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 486-494.
10. Yılmaz, A., Cengiz, M., & Akyürek, O. (2015). Effect of vitamin D supplementation on insulin resistance in shift workers. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 100(7), 2821-2828.
11. Vitezova, A., Zillikens, M. C., van Herpt, T. T., Sijbrands, E. J., Hofman, A., Uitterlinden, A. G., & Franco, O. H. (2015). Vitamin D status and metabolic syndrome in the elderly: The Rotterdam Study. *European Journal of Endocrinology*, 172(3), 327-335.
12. Contreras-Bolívar V, García-Fontana B, García-Fontana C, Muñoz-Torres M. Mechanisms Involved in the Relationship between Vitamin D and Insulin Resistance: Impact on Clinical Practice. *Nutrients*. 2021;13(10):3491. Published 2021 Oct 1. doi:10.3390/nu13103491
13. Wimalawansa SJ. Associations of vitamin D with insulin resistance, obesity, type 2 diabetes, and metabolic syndrome. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2018;175:177-189. doi:10.1016/j.jsbmb.2016.09.017
14. Lips P, Eekhoff M, van Schoor N, et al. Vitamin D and type 2 diabetes. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2017;173:280-285. doi:10.1016/j.jsbmb.2016.11.021
15. Moreira-Lucas TS, Duncan AM, Rabasa-Lhoret R, et al. Effect of vitamin D supplementation on oral glucose tolerance in individuals with low vitamin D status and increased risk for developing type 2 diabetes (EVIDENCE): A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *Diabetes Obes Metab*. 2017;19(1):133-141. doi:10.1111/dom.12794
16. Andersson DP, Kerr AG, Dahlman I, Rydén M, Arner P. Relationship Between a Sedentary Lifestyle and Adipose Insulin Resistance. *Diabetes*. 2023;72(3):316-325. doi:10.2337/db22-0612.
17. Gayoso-Diz P, Otero-Gonzalez A, Rodriguez-Alvarez MX, et al. Insulin resistance index (HOMA-IR) levels in a general adult population: curves percentile by gender and age. The EPIRCE study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011;94(1):146-155. doi:10.1016/j.diabetes.2011.07.015.
18. Maksymets T, Karpushyn N, Gutor T, Sklyarova H, Sklyarov E. Influence of risk factors on insulin resistance in patients with overweight and obesity. *Wiad Lek*. 2018;71(3 pt 1):558-560.
19. Fahed G, Aoun L, Bou Zerdan M, et al. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *Int J Mol Sci*. 2022;23(2):786. Published 2022 Jan 12. doi:10.3390/ijms23020786.
20. DeFronzo RA, Ferrannini E, Groop L, et al. Type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Dis Primers*. 2015;1:15019. Published 2015 Jul 23. doi:10.1038/nrdp.2015.19.
21. Kolczynska K, Loza-Valdes A, Hawro I, Sumara G. Diacylglycerol-evoked activation of PKC and PKD isoforms in regulation of glucose and lipid metabolism: a review. *Lipids Health Dis*. 2020;19(1):113. Published 2020 May 28. doi:10.1186/s12944-020-01286-8.
22. Argano C, Mirarchi L, Amodeo S, Orlando V, Torres A, Corrao S. The Role of Vitamin D and Its Molecular Bases in Insulin Resistance, Diabetes, Metabolic Syndrome, and Cardiovascular Disease: State of the Art. *Int J Mol Sci*. 2023;24(20):15485. Published 2023 Oct 23. doi:10.3390/ijms242015485.
23. Sacerdote A, Dave P, Lokshin V, Bahtiyar G. Type 2 Diabetes Mellitus, Insulin Resistance, and Vitamin D. *Curr Diab Rep*. 2019;19(10):101. Published 2019 Sep 10. doi:10.1007/s11892-019-1201-y.
24. Wenclewska S, Szymczak-Pajor I, Drzewoski J, Bunk M, Sliwińska A. Vitamin D Supplementation Reduces Both Oxidative DNA Damage and Insulin Resistance in the Elderly with Metabolic Disorders. *Int J Mol Sci*. 2019;20(12):2891. Published 2019 Jun 13. doi:10.3390/ijms20122891.
25. Ashraf A, Alvarez J, Saenz K, Gower B, McCormick K, Franklin F. Threshold for effects of vitamin D deficiency on glucose metabolism in obese female African-American adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(9):3200-3206. doi:10.1210/jc.2009-0445.



fk.trisakti.ac.id



fkusakti_official



Fakultas Kedokteran
Universitas Trisakti



PusdiKKER
Pusat Studi Kedokteran Kerja Universitas Trisakti



ATOMS 4

ANNUAL TRISAKTI OCCUPATIONAL MEDICINE SYMPOSIUM

TERIMA KASIH