

Integrasi Skrining Glukosa Darah Puasa sebagai Strategi Promotif dan Preventif dalam Deteksi Dini Diabetes Melitus di Tingkat Komunitas

Integration of Fasting Plasma Glucose Screening as a Promotive and Preventive Strategy for Early Detection of Diabetes Mellitus at the Community Level

Susy Olivia Lontoh^{1*}, Alexander Halim Santoso²

¹Departemen Fisiologi, ²Departemen Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia.

Kata Kunci :

diabetes mellitus, gula darah puasa, pencegahan, skrining

ABSTRAK

Pendahuluan: Gangguan regulasi glukosa merupakan masalah kesehatan yang dapat berkembang secara progresif menjadi Diabetes Mellitus apabila tidak terdeteksi sejak dini. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menggambarkan karakteristik partisipan serta distribusi kadar gula darah puasa dalam skrining berbasis komunitas. **Metode:** Pendekatan *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* digunakan melalui pemeriksaan gula darah puasa dan pengumpulan data demografis. **Hasil:** Partisipan didominasi usia dewasa dengan proporsi perempuan lebih tinggi. Sebagian besar berada dalam kategori normal, namun terdapat kelompok pre-diabetes dan diabetes dengan rentang nilai yang luas, termasuk nilai ekstrem yang mengindikasikan hiperglikemia berat. Hubungan antara usia dan kadar gula darah puasa tampak lemah, sehingga faktor lain seperti pola hidup dan kondisi metabolik kemungkinan lebih berperan. **Kesimpulan:** Secara fisiologis, peningkatan kadar glukosa berkaitan dengan resistensi insulin dan gangguan regulasi produksi glukosa hepatik. Skrining komunitas memungkinkan deteksi dini individu berisiko serta menjadi dasar intervensi preventif untuk mencegah progresivitas penyakit.

Keyword :

diabetes mellitus, fasting blood glucose, prevention, screening

ABSTRACT

Introduction: Impaired glucose regulation is a health issue that can progressively develop into diabetes mellitus if not detected early. This community service project aims to describe the characteristics of participants and the distribution of fasting blood glucose levels in a community-based screening. **Methods:** The *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* approach was used through fasting blood glucose testing and the collection of demographic data. **Results:** Participants were predominantly adults, with a higher proportion of women. Most fell within the normal range, but there were groups with prediabetes and diabetes with a wide range of values, including extreme values indicating severe hyperglycemia. The relationship between age and fasting blood glucose levels appeared weak, suggesting that other factors, such as lifestyle and metabolic conditions, likely play a greater role. **Conclusion:** Physiologically, elevated glucose levels are associated with insulin resistance and impaired regulation of hepatic glucose production. Community-based screening enables the early detection of at-risk individuals and serves as the basis for preventive interventions to halt disease progression.

Copyright © 2026 Jurnal Pengabdian Masyarakat Bunda Delima
All rights reserved

Corresponding Author:

Susy Olivia Lontoh

Email: susyo@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 30 Mei 2026

Revised date : 17 Juni 2026

Accepted date : 17 Juli 2026

1. PENDAHULUAN

Secara global, prevalensi diabetes pada kelompok usia 20–79 tahun diperkirakan mencapai 10,5%, yang setara dengan sekitar 536,6 juta orang di seluruh dunia. Kawasan Asia Tenggara menjadi salah satu wilayah dengan kontribusi beban diabetes yang sangat besar, dengan jumlah penyandang diabetes diperkirakan melebihi 88 juta orang. Indonesia termasuk dalam sepuluh besar negara dengan jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia, menempati peringkat ketujuh dengan sekitar 10,7 juta kasus. Tingginya prevalensi ini mencerminkan kombinasi faktor demografis, transisi epidemiologi, perubahan gaya hidup, serta tantangan dalam upaya pencegahan dan pengendalian diabetes, sehingga diperlukan strategi penanganan yang komprehensif dan berkelanjutan, khususnya pada populasi usia dewasa. (Arifin et al., 2024; Oktora & Butar Butar, 2022; Sun et al., 2022)

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronik dengan prevalensi yang terus meningkat secara signifikan dan kini diakui sebagai salah satu tantangan utama kesehatan masyarakat global. Penyakit ini ditandai oleh gangguan homeostasis glukosa yang bersifat progresif akibat kombinasi resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas. Pada fase awal, diabetes melitus umumnya berkembang secara asimtomatik, sehingga sebagian besar individu tidak menyadari kondisi disglukemia yang dialaminya hingga muncul komplikasi kronik, seperti penyakit kardiovaskular, nefropati, neuropati, dan retinopati. Kondisi tersebut menegaskan bahwa pendekatan pengendalian diabetes harus diarahkan tidak hanya pada aspek kuratif, tetapi juga pada strategi promotif dan preventif berbasis deteksi dini. (Ortiz-Martínez et al., 2022; Sonmez et al., 2022; Yapislar & Gurler, 2024)

Secara biologis, gangguan metabolisme glukosa merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor genetik, lingkungan, dan perilaku. Pola konsumsi tinggi energi dan gula sederhana, rendah serat, serta aktivitas fisik yang tidak adekuat berperan penting dalam memicu resistensi insulin dan mempercepat progresivitas disglukemia. Dalam konteks ini, pemeriksaan glukosa darah puasa (GDP) berfungsi sebagai indikator status glikemik basal, sedangkan hemoglobin terglikasi (HbA1c) mencerminkan rerata kadar glukosa darah dalam jangka waktu dua hingga tiga bulan. Integrasi kedua parameter tersebut memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai status metabolik individu dan meningkatkan akurasi identifikasi risiko diabetes melitus pada tahap awal. (Meigs et al., 2020; Młynarska et al., 2025; Safari et al., 2021)

Meskipun beban penyakit diabetes melitus terus meningkat, pelaksanaan skrining metabolik di tingkat komunitas masih relatif terbatas dan belum terintegrasi secara

sistematis. Pemeriksaan GDP umumnya terfokus pada layanan kesehatan sekunder atau tersier serta pada individu yang telah menunjukkan gejala atau memiliki faktor risiko yang jelas. Akibatnya, sebagian besar populasi usia produktif luput dari upaya deteksi dini. Keterbatasan akses terhadap pemeriksaan laboratorium yang andal, serta rendahnya literasi kesehatan masyarakat mengenai pentingnya skrining metabolik, turut berkontribusi terhadap keterlambatan diagnosis dan tingginya beban komplikasi. (Baroto et al., 2023; Pi et al., 2024; Stanifer et al., 2016)

Berdasarkan kesenjangan tersebut, diperlukan implementasi strategi promotif dan preventif yang lebih terstruktur melalui integrasi skrining GDP di tingkat komunitas, termasuk di lingkungan institusi pendidikan. Program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memperluas akses pemeriksaan metabolik yang akurat, meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai diabetes melitus dan faktor risikonya, serta mendorong perubahan perilaku menuju pola hidup sehat. Pendekatan ini diharapkan dapat mendukung pencegahan diabetes melitus dan komplikasinya secara berkelanjutan, sekaligus memperkuat peran komunitas dalam upaya pengendalian penyakit metabolik.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di lingkungan Sekolah Kalam Kudus sebagai bagian dari upaya sistematis dalam pencegahan penyakit metabolik kronik pada populasi dewasa. Kegiatan ditujukan kepada tenaga pendidik dan staf sekolah yang berpartisipasi secara sukarela dalam rangkaian edukasi kesehatan dan pemeriksaan metabolik. Intervensi difokuskan pada penilaian status glikemik melalui pengukuran glukosa darah puasa (GDP) menggunakan spesimen darah vena, guna memperoleh gambaran yang lebih akurat dan representatif mengenai regulasi glukosa jangka pendek dan jangka panjang.

Tahapan awal kegiatan diarahkan pada peningkatan literasi kesehatan terkait diabetes melitus, dengan penekanan pada mekanisme gangguan metabolisme glukosa, peran resistensi insulin, serta hubungan antara gaya hidup, faktor genetik, dan risiko terjadinya hiperglikemia kronik. Edukasi disusun untuk menegaskan bahwa diabetes melitus kerap berkembang secara perlahan tanpa gejala yang jelas, sehingga deteksi dini melalui pemeriksaan laboratorium yang andal menjadi komponen kunci dalam strategi promotif dan preventif di tingkat komunitas.

Setelah sesi edukasi, peserta menjalani proses administrasi dan etik, meliputi registrasi, penjelasan prosedur pemeriksaan, serta penandatanganan *informed consent*.

Pengambilan sampel darah vena dilakukan oleh tenaga kesehatan terlatih sesuai prinsip keselamatan dan standar praktik laboratorium. Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan menggunakan alat FORA 6. (Gambar 1)



Gambar 1. Pengambilan Darah pada Peserta

Seluruh rangkaian kegiatan disusun dalam kerangka *Plan–Do–Check–Action* (PDCA) untuk menjamin keteraturan dan kesinambungan program. Tahap perencanaan mencakup identifikasi kebutuhan kesehatan komunitas sekolah, penyusunan protokol pemeriksaan, serta koordinasi tim pelaksana. Tahap pelaksanaan meliputi pengumpulan data demografi dan faktor risiko melalui wawancara singkat, diikuti dengan pemeriksaan GDP. Pada tahap evaluasi, hasil pemeriksaan diinterpretasikan berdasarkan kriteria diagnostik yang berlaku untuk mengklasifikasikan status normoglikemia, pradiabetes, dan diabetes melitus. Tahap tindak lanjut dilakukan melalui konseling individual bagi peserta dengan hasil abnormal, yang mencakup edukasi modifikasi gaya hidup, anjuran pemantauan berkala, serta rujukan ke fasilitas kesehatan apabila diperlukan. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya menghasilkan data skrining yang akurat, tetapi juga memperkuat kesadaran dan peran aktif komunitas sekolah dalam pencegahan diabetes melitus secara berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

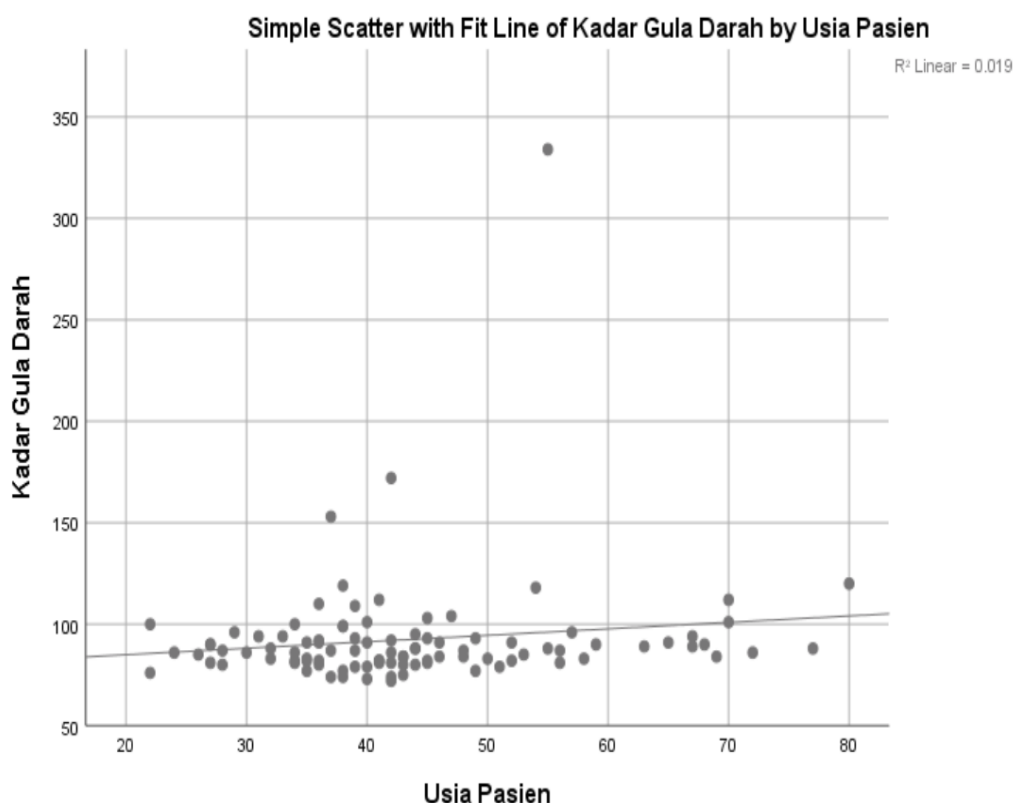
Tabel 1 menyajikan karakteristik dasar partisipan yang mencakup variabel demografis dan parameter metabolik. Rerata usia partisipan adalah $43,67 \pm 12,40$ tahun dengan median 41,50 tahun dan rentang usia antara 22 hingga 80 tahun, yang menunjukkan distribusi subjek didominasi oleh kelompok usia dewasa hingga pra-lansia dengan variasi yang cukup luas. Berdasarkan jenis kelamin, mayoritas partisipan adalah perempuan sebanyak 63 orang (54,3%), sedangkan laki-laki berjumlah 35 orang

(35,7%). Komposisi ini menunjukkan adanya dominasi perempuan dalam populasi studi, yang berpotensi memengaruhi interpretasi hasil terutama pada parameter yang sensitif terhadap perbedaan biologis berbasis jenis kelamin, seperti profil hematologi dan metabolik. Pada parameter gula darah puasa, rerata kadar yang diperoleh adalah $92,53 \pm 28,80$ mg/dL dengan median 87,00 mg/dL dan rentang nilai yang cukup lebar, yaitu 72 hingga 334 mg/dL. Distribusi kategori menunjukkan sebagian besar partisipan berada dalam kategori normal sebanyak 81 orang (82,7%), diikuti oleh kelompok pre-diabetes sebanyak 12 orang (12,2%), dan diabetes sebanyak 4 orang (4,1%).

Tabel 1. Data Karakteristik Partisipan

Variable	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia (tahun)		43.67 (12.40)	41.50 (22-80)
Jenis Kelamin:			
• Laki-laki	35 (35.7)		
• Perempuan	63 (54.3)		
Gula Darah Puasa (mg/dL)		92.53 (28.80)	87.00 (72-334)
• Normal	81 (82.7)		
• Pre-Diabetes	12 (12.2)		
• Diabetes	4 (4.1)		

Gambar 2 memperlihatkan sebaran kadar gula darah puasa berdasarkan usia responden dalam bentuk diagram scatter yang dilengkapi dengan garis regresi linear. Distribusi data menunjukkan bahwa sebagian besar nilai kadar gula darah puasa terkonsentrasi pada rentang normal hingga sedikit meningkat (± 70 – 110 mg/dL), terutama pada kelompok usia dewasa pertengahan. Namun demikian, terdapat beberapa nilai ekstrem (outlier), dengan kadar yang mencapai di atas 300 mg/dL, yang mengindikasikan adanya individu dengan gangguan glikemik berat. Secara analitik, hubungan antara usia dan kadar gula darah puasa tampak sangat lemah, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi yang rendah ($R^2 = 0,019$). Hal ini berarti bahwa hanya sekitar 1,9% variasi kadar gula darah puasa yang dapat dijelaskan oleh faktor usia, sehingga usia bukan merupakan prediktor yang signifikan dalam menentukan kadar glukosa pada populasi ini.



Gambar 2. Sebaran Kadar Gula Darah Responden berdasarkan Jenis Kelamin

Karakteristik partisipan memperlihatkan dominasi kelompok usia dewasa hingga pra-lansia dengan variasi yang luas, mencerminkan heterogenitas populasi komunitas. Proporsi perempuan yang lebih besar dibandingkan laki-laki merupakan pola yang sering dijumpai pada kegiatan berbasis masyarakat, di mana perempuan cenderung lebih aktif dalam mengikuti program kesehatan. Nilai rerata gula darah puasa yang masih berada dalam kisaran normal, disertai mayoritas partisipan dalam kategori normoglikemia, menunjukkan bahwa sebagian besar individu belum mengalami gangguan metabolisme glukosa yang signifikan. Namun, ditemukannya kelompok dengan kondisi pre-diabetes dan diabetes, meskipun dalam proporsi kecil, menunjukkan adanya spektrum gangguan glikemik dalam populasi. Rentang nilai yang sangat lebar hingga mencapai lebih dari 300 mg/dL mengindikasikan adanya individu dengan hiperglikemia berat yang berpotensi belum terdiagnosis atau belum terkontrol dengan baik. Kondisi ini penting karena hiperglikemia kronis berkaitan dengan peningkatan risiko komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular. (Bruun-Rasmussen et al., 2020; Daya et al., 2025; Rodriguez-Segade et al., 2019)

Secara fisiologis, kadar glukosa darah puasa ditentukan oleh keseimbangan antara produksi glukosa hepatic dan pemanfaatannya oleh jaringan perifer. Pada kondisi normal, insulin berperan dalam menekan glukoneogenesis di hati dan meningkatkan

pengambilan glukosa oleh otot dan jaringan adiposa. Gangguan pada mekanisme ini, terutama berupa resistensi insulin, akan menyebabkan peningkatan kadar glukosa dalam sirkulasi. Resistensi insulin sering kali berkaitan dengan akumulasi lemak visceral, inflamasi kronis derajat rendah, serta stres oksidatif yang mengganggu jalur sinyal insulin. Apabila kondisi ini berlangsung progresif, maka dapat berkembang menjadi Diabetes Mellitus. (Barroso et al., 2024; Mastrototaro & Roden, 2021; Yaribeygi et al., 2019)

Analisis hubungan antara usia dan kadar gula darah puasa menunjukkan korelasi yang sangat lemah, dengan kontribusi usia yang minimal terhadap variasi kadar glukosa. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor usia bukan merupakan determinan utama dalam populasi ini, dan kemungkinan terdapat faktor lain yang lebih dominan, seperti pola makan, aktivitas fisik, status gizi, serta faktor genetik. Meskipun demikian, proses penuaan tetap berperan dalam perubahan sensitivitas insulin dan fungsi sel β pankreas, sehingga risiko gangguan glikemik tetap meningkat seiring bertambahnya usia, terutama jika disertai faktor risiko lain. (Curl et al., 2024; Klimontov & Semenova, 2022; Naito et al., 2023)

Skrining gula darah puasa memberikan manfaat penting dalam mengidentifikasi individu dengan gangguan glikemik sejak tahap awal, termasuk kondisi pre-diabetes yang sering kali bersifat asimtomatik. Deteksi dini memungkinkan dilakukannya intervensi segera melalui modifikasi gaya hidup, seperti pengaturan pola makan, peningkatan aktivitas fisik, dan pengendalian berat badan. Selain itu, individu dengan nilai ekstrem memerlukan rujukan lebih lanjut untuk evaluasi dan penatalaksanaan medis. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada penanganan kasus yang sudah ada, tetapi juga berperan dalam pencegahan progresi penyakit dan pengurangan beban Diabetes Mellitus di tingkat komunitas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Secara keseluruhan, hasil skrining menunjukkan bahwa sebagian besar partisipan masih berada dalam kondisi normoglikemia, namun terdapat proporsi individu dengan pre-diabetes dan Diabetes Mellitus yang menandakan adanya spektrum gangguan metabolisme glukosa dalam komunitas. Ditemukannya nilai ekstrem dengan kadar glukosa yang sangat tinggi memperkuat pentingnya deteksi dini, terutama karena kondisi ini dapat berlangsung tanpa gejala pada tahap awal.

Hubungan antara usia dan kadar gula darah yang lemah menunjukkan bahwa faktor lain seperti pola makan, aktivitas fisik, dan status metabolik kemungkinan lebih berperan

dalam menentukan kadar glukosa. Oleh karena itu, diperlukan skrining rutin berbasis komunitas yang disertai edukasi berkelanjutan mengenai gaya hidup sehat, termasuk pengaturan diet, peningkatan aktivitas fisik, serta pengendalian berat badan. Selain itu, individu dengan hasil abnormal perlu mendapatkan tindak lanjut berupa pemeriksaan lanjutan dan rujukan untuk mencegah progresivitas penyakit serta menurunkan risiko komplikasi jangka panjang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, N. A., Shamsudin, J., Abdul Manaf, M., Rasudin, S., & Mohd Yusoff, S. S. (2024). Nutritional Assessment among Type 2 Diabetes Mellitus Patient in Southeast Asian Countries: A Scoping Review. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 19(1), 11–20. <https://doi.org/10.25182/jgp.2024.19.1.11-20>
- Baroto, R. T., Firmansyah, Y., Yogie, G. S., Satyanegara, W. G., & Kurniawan, J. (2023). Profil Demografik, Hematologi, serta Gula Darah Sewaktu Pasien Ulkus Diabetik Pro Amputasi. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 3(10), 3346–3354. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i10.11346>
- Barroso, E., Jurado-Aguilar, J., Wahli, W., Palomer, X., & Vázquez-Carrera, M. (2024). Increased hepatic gluconeogenesis and type 2 diabetes mellitus. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 35(12), 1062–1077. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2024.05.006>
- Bruun-Rasmussen, N. E., Napolitano, G., Kofoed-Enevoldsen, A., Bojesen, S. E., Ellervik, C., Rasmussen, K., Jepsen, R., & Lynge, E. (2020). Burden of prediabetes, undiagnosed, and poorly or potentially sub-controlled diabetes: Lolland-Falster health study. *BMC Public Health*, 20(1), 1711. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09791-2>
- Curl, C. C., Leija, R. G., Arevalo, J. A., Osmond, A. D., Duong, J. J., Huie, M. J., Masharani, U., Horning, M. A., & Brooks, G. A. (2024). Altered glucose kinetics occurs with aging: a new outlook on metabolic flexibility. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 327(2), E217–E228. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00091.2024>
- Daya, N. R., Fang, M., Wang, D., Valint, A., Windham, B. G., Coresh, J., Echouffo-Tcheugui, J. B., & Selvin, E. (2025). Glucose Abnormalities Detected by Continuous Glucose Monitoring in Very Old Adults With and Without Diabetes. *Diabetes Care*, 48(3), 416–421. <https://doi.org/10.2337/dc24-1990>
- Klimontov, V. V., & Semenova, J. F. (2022). Glucose variability in subjects with normal glucose tolerance: Relations with body composition, insulin secretion and sensitivity. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16(1), 102387.

<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102387>

- Mastrototaro, L., & Roden, M. (2021). Insulin resistance and insulin sensitizing agents. *Metabolism*, 125, 154892. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154892>
- Meigs, J. B., Porneala, B., Leong, A., Shiffman, D., Devlin, J. J., & McPhaul, M. J. (2020). Simultaneous Consideration of HbA1c and Insulin Resistance Improves Risk Assessment in White Individuals at Increased Risk for Future Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 43(8), e90–e92. <https://doi.org/10.2337/dc20-0718>
- Młynarska, E., Czarnik, W., Dzieża, N., Jędraszak, W., Majchrowicz, G., Prusinowski, F., Stabrawa, M., Rysz, J., & Franczyk, B. (2025). Type 2 Diabetes Mellitus: New Pathogenetic Mechanisms, Treatment and the Most Important Complications. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(3), 1094. <https://doi.org/10.3390/ijms26031094>
- NAITO, H., KAGA, H., SOMEYA, Y., TABATA, H., KAKEHI, S., YOSHIZAWA, Y., KIYA, M., TAJIMA, T., ITO, N., SATO, M., KADOWAKI, S., FUNAYAMA, T., WATADA, H., & TAMURA, Y. (2023). 1216-P: Effects of Aging after Age 65 on Glucose Tolerance, Insulin Sensitivity, and β -Cell Function in Japanese—The Bunkyo Health Study. *Diabetes*, 72(Supplement_1). <https://doi.org/10.2337/db23-1216-P>
- Oktora, S. I., & Butar Butar, D. (2022). Determinants of Diabetes Mellitus Prevalence in Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(2), 266–273. <https://doi.org/10.15294/kemas.v18i2.31880>
- Ortiz-Martínez, M., González-González, M., Martagón, A. J., Hlavinka, V., Willson, R. C., & Rito-Palomares, M. (2022). Recent Developments in Biomarkers for Diagnosis and Screening of Type 2 Diabetes Mellitus. *Current Diabetes Reports*, 22(3), 95–115. <https://doi.org/10.1007/s11892-022-01453-4>
- Pi, L., Shi, X., Wang, Z., & Zhou, Z. (2024). Integrating Point-of-Care Hemoglobin A1c Screening into China's Rural Community-based Health Check-up for the Older Population. *Journal of the American Medical Directors Association*, 25(2), 278-279.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2023.09.035>
- Rodriguez-Segade, S., Rodriguez, J., Camiña, F., Sanmartín-Portas, L., Gerpe-Jamardo, J., Pazos-Couselo, M., García-López, J. M., Alonso-Sampedro, M., González-Quintela, A., & Gude, F. (2019). Prediabetes defined by HbA1c and by fasting glucose: differences in risk factors and prevalence. *Acta Diabetologica*, 56(9), 1023–1030. <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01342-5>
- Safari, S., Amini, M., Aminorroaya, A., & Feizi, A. (2021). Patterns of changes in fasting plasma glucose, hemoglobin A1c and the area under the curve during oral glucose

- tolerance tests in prediabetic subjects: results from a 16-year prospective cohort study among first-degree relatives of type 2 diabetic patient. *Acta Diabetologica*, 58(3), 371–381. <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01622-5>
- Sonmez, A., Haymana, C., Demirci, I., Cesur, M., Rizzo, M., & Tasci, I. (2022). Critical questions in diabetes management: What are the most compelling challenges and how can we handle them? *International Journal of Cardiology Cardiovascular Risk and Prevention*, 15, 200160. <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2022.200160>
- Stanifer, J. W., Cleland, C. R., Makuka, G. J., Egger, J. R., Maro, V., Maro, H., Karia, F., Patel, U. D., Burton, M. J., & Philippin, H. (2016). Prevalence, Risk Factors, and Complications of Diabetes in the Kilimanjaro Region: A Population-Based Study from Tanzania. *PLOS ONE*, 11(10), e0164428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164428>
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 183, 109119. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
- Yapilar, H., & Gurler, E. B. (2024). Management of Microcomplications of Diabetes Mellitus: Challenges, Current Trends, and Future Perspectives in Treatment. *Biomedicines*, 12(9), 1958. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12091958>
- Yaribeygi, H., Farrokhi, F. R., Butler, A. E., & Sahebkar, A. (2019). Insulin resistance: Review of the underlying molecular mechanisms. *Journal of Cellular Physiology*, 234(6), 8152–8161. <https://doi.org/10.1002/jcp.27603>