

Aktivitas fisik sebagai bagian pengelolaan glukosa darah pada lansia

Dea Restu Ahmad Fadzilla, Lutfi Nurdian Asnindari*, Diyah Candra Anita

Program Studi Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta
Korespondensi penulis: Lutfi Nurdian Asnindari. *Email: lutfi.asnindari@unisayogyakarta.ac.id

Abstract

Background: Population ageing is accompanied by growing burden of non-communicable diseases, including impaired glucose regulation among older adults. Physical activity may improve insulin sensitivity and skeletal muscle glucose uptake, yet community-based evidence remains limited in some settings.

Purpose: To association between physical activity and fasting blood glucose among older adults in a community setting.

Method: A quantitative cross-sectional study was conducted among 46 older adults attending an elderly community health post in Plembon Kidul, Gunung Kidul, selected using simple random sampling. Physical activity was assessed with the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) and classified into low, moderate, and high categories according to WHO criteria. Fasting blood glucose was measured using an Easy Touch device. The association was tested using Spearman's rank correlation.

Results: Most participants reported moderate physical activity (47.8%) and had normal fasting blood glucose (53.0%). Spearman's correlation analysis showed a significant association between physical activity and fasting blood glucose ($p=0.003$; $r=-0.429$), indicating a moderate negative correlation.

Conclusion: Higher physical activity was associated with lower fasting blood glucose in older adults. These findings support strengthening community-based, non-pharmacological approaches-particularly physical activity promotion within elderly health posts-to help maintain glucose control in later life.

Keywords: Fasting Blood Glucose; Older Adults; Physical Activity Level; Primary Health Care.

Pendahuluan: Peningkatan usia harapan hidup diikuti bertambahnya beban penyakit tidak menular pada lansia, termasuk gangguan regulasi glukosa. Aktivitas fisik berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan pemanfaatan glukosa oleh otot, namun bukti pada tingkat komunitas masih perlu diperkaya.

Tujuan: Untuk menganalisis hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah puasa pada lansia di komunitas Gunung Kidul.

Metode: Studi kuantitatif dengan desain potong lintang dilakukan pada 46 lansia di Posyandu Lansia Dusun Plembon Kidul, Gunung Kidul, yang dipilih dengan simpel random sampling. Aktivitas fisik diukur menggunakan Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) dan diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi sesuai kriteria WHO. Kadar gula darah puasa diukur menggunakan glukometer Easy Touch. Analisis hubungan menggunakan uji korelasi Spearman.

Hasil: Mayoritas responden memiliki aktivitas fisik sedang (47.8%) dan kadar gula darah puasa normal (53.0%). Uji Spearman menunjukkan hubungan negatif bermakna antara aktivitas fisik dan kadar gula darah puasa ($p=0.003$; $r=-0.429$), dengan kekuatan korelasi sedang.

Simpulan: Aktivitas yang lebih tinggi berasosiasi dengan kadar gula darah puasa yang lebih rendah pada lansia. Temuan ini mendukung penguatan program promotif-preventif berbasis aktivitas fisik di layanan komunitas, khususnya posyandu lansia, sebagai strategi non-farmakologis untuk membantu menjaga kontrol glukosa.

Kata Kunci: Aktivitas Fisik; Kadar Gula Darah Puasa; Lansia; Pelayanan Kesehatan Primer.

PENDAHULUAN

Peningkatan angka harapan hidup merupakan capaian penting dalam pembangunan kesehatan, namun pada saat yang sama memunculkan pergeseran pola masalah kesehatan menuju dominasi penyakit tidak menular pada kelompok lanjut usia (lansia). Salah satu kondisi yang sering muncul pada

populasi ini adalah gangguan regulasi glukosa darah, yang berpotensi berkembang menjadi diabetes melitus serta berdampak pada peningkatan morbiditas, penurunan kualitas hidup, dan tingginya beban pembiayaan kesehatan (Roglic, 2016; Sinclair, Saeedi, Kaundal, Karuranga, Malanda, & Williams, 2020).

Proses penuaan secara fisiologis berkaitan dengan berbagai perubahan metabolik termasuk penurunan massa dan fungsi otot rangka, peningkatan resistensi insulin, serta perubahan efisiensi pemanfaatan energi (National Institutes of Health, 2021; Samir, Malireddi, & Kanneganti, 2018). Kombinasi perubahan tersebut menyebabkan kemampuan tubuh dalam mempertahankan homeostasis glukosa darah menjadi semakin terbatas. Kondisi ini kerap diperburuk oleh pola hidup sedentari yang banyak dijumpai pada lansia di komunitas, sehingga risiko hiperglikemia dan komplikasi metabolik meningkat (Burtscher, Millet, & Burtscher, 2023; Piercy, Troiano, Ballard, Carlson, Fulton, Galuska, George, & Olson, 2018).

Aktivitas fisik diketahui memiliki peran sentral dalam pengendalian glukosa darah. Melalui peningkatan sensitivitas insulin dan stimulasi pengambilan glukosa oleh otot rangka, aktivitas fisik dapat memperbaiki regulasi glikemik, bahkan melalui mekanisme yang sebagian bersifat independen dari insulin. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas ringan hingga sedang yang dilakukan secara konsisten berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa serta perbaikan kontrol glikemik pada lansia (Castorino & Tate, 2016; Rietz, Lehr, Mino, Lang, Szczerba, Schiemann, Herder, Saatmann, Geidl, Barbaresko, Neuenschwander, & Schlesinger, 2022). Selain itu, temuan dari studi meta-analisis memperkuat adanya hubungan terbalik antara tingkat aktivitas fisik dan risiko gangguan glukosa maupun diabetes melitus tipe-2 (Aune & Vatten, 2016; Honda, Melo, Silva, Batista, Gehren, Nascimento Júnior, & Oliveira, 2025).

Meskipun bukti ilmiah mengenai manfaat aktivitas fisik telah banyak dilaporkan, sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada setting klinis atau intervensi terkontrol. Bukti empiris yang menggambarkan kondisi nyata di tingkat komunitas, khususnya pada wilayah pedesaan, masih relatif terbatas. Padahal karakteristik aktivitas fisik lansia di komunitas sangat dipengaruhi oleh konteks sosial, budaya, dan lingkungan setempat, serta seringkali tidak terstruktur sebagai olahraga formal (Jiang, Li, Sun, Wang, Sun, & Pang, 2022; Kidd, Mold, Jones, Ream, Grosvenor, Sund-Levander, Tingström, & Carey, 2019).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan potong lintang (*cross-sectional*) untuk menganalisis hubungan antara tingkat aktivitas fisik dan kadar glukosa darah puasa pada lansia.

Penelitian dilaksanakan di Posyandu Lansia Dusun Plembon Kidul, Gunung Kidul, pada periode April hingga September 2025. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan kesesuaian karakteristik populasi dengan tujuan penelitian serta ketersediaan jumlah lansia yang memenuhi kriteria sampel.

Populasi penelitian mencakup seluruh lansia yang secara rutin mengikuti kegiatan Posyandu Lansia di Dusun Plembon Kidul, dengan total sebanyak 84 orang. Besaran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10%. Pemilihan tingkat kesalahan ini didasarkan pada pertimbangan homogenitas populasi dalam satu wilayah dusun serta keterbatasan waktu dan sumber daya penelitian. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh jumlah sampel minimal sebesar 45.65 yang kemudian dibulatkan menjadi 46 responden. Pengambilan responden dilakukan menggunakan teknik acak sederhana (*simple random sampling*). Seluruh anggota populasi dimasukkan ke dalam kerangka sampel (*sampling frame*), diberi nomor urut 1 hingga 84, dan dipilih secara acak hingga jumlah sampel terpenuhi.

Pengukuran aktivitas fisik dilakukan menggunakan *Global Physical Activity Questionnaire* (GPAQ) versi 2.0 yang dikembangkan oleh *World Health Organization* (WHO). Instrumen ini telah terbukti memiliki validitas dan reliabilitas yang baik berdasarkan berbagai studi validasi internasional. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terpandu oleh peneliti guna memastikan pemahaman responden terhadap jenis, frekuensi, dan durasi aktivitas fisik yang dilakukan. Skoring aktivitas fisik mengikuti pedoman analisis GPAQ WHO, dengan perhitungan total aktivitas fisik dalam satuan MET menit per minggu (*MET-minutes/week*). Perhitungan dilakukan berdasarkan tiga domain, yaitu aktivitas kerja, aktivitas perjalanan atau transportasi, dan aktivitas rekreasi. Perhitungan untuk setiap domain menggunakan rumus: $MET-minutes/week = \text{Nilai MET} \times \text{menit per hari} \times \text{hari per minggu}$. Nilai MET yang digunakan mengacu pada panduan GPAQ, yaitu 4 MET untuk aktivitas intensitas sedang dan berjalan, serta 8 MET untuk aktivitas berat. Selanjutnya, total *MET-minutes/week* diklasifikasikan menjadi tiga tingkat (rendah, sedang, tinggi) berdasarkan kategori baku dari WHO GPAQ *Analysis Guide*.

Kadar glukosa darah puasa diukur menggunakan alat glukometer *Easy Touch* dengan strip sekali pakai. Pemeriksaan dilakukan pada pagi hari setelah responden berpuasa minimal 8 jam (hanya diperbolehkan air putih). Prosedur pemeriksaan diawali dengan membersihkan ujung jari menggunakan alkohol *swab*, dilanjutkan dengan

penusukan menggunakan *lancet* steril. Tetesan darah pertama dibuang, sedangkan tetesan darah berikutnya digunakan untuk pemeriksaan dengan menempelkan darah pada strip glukometer. Hasil pengukuran ditampilkan secara otomatis dalam satuan mg/dL. Untuk menjaga keakuratan hasil, alat dikalibrasi sebelum digunakan dan *strip* disimpan sesuai dengan petunjuk pabrik.

Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden, meliputi jenis kelamin, usia, agama, pekerjaan, pendidikan, aktivitas fisik, dan kadar gula darah. Analisis bivariat dilakukan menggunakan uji korelasi Spearman untuk menilai hubungan antara total aktivitas fisik (*MET-minutes/week*) dengan kadar glukosa darah puasa. Nilai kemaknaan statistik ditetapkan pada $p < 0,05$. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Universitas Aisyiyah Yogyakarta dengan nomor 4755/KEP-UNISA/VIII/2025.

HASIL

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Responden (N=46)

Variabel	Hasil
Umur (Mean$\pm$SD)(Rentang)	(68.41$\pm$4.92)(60-79)
60-69	28/60.9
70-79	18/39.1
Jenis Kelamin (n/%)	
Laki-laki	17/37.0
Perempuan	29/63.0
Agama (n/%)	
Islam	40/87.0
Katolik	4/8.6
Hindu	1/2.2
Budha	0/0.0
Protestan	1/2.2
Pekerjaan (n/%)	
Wirausaha	2/4.3
IRT	16/34.8
Pensiunan	17/37.0
Petani	11/23.9
Pendidikan (n/%)	
SD	10/21.7
SMP	14/30.4
SMA	15/32.6
Diploma	2/4.3
Sarjana	5/10.9
Tingkat Aktivitas Fisik (n/%)	
Ringan	16/32.5
Sedang	21/47.8
Tinggi	9/19.7
Kadar Gula Darah Puasa (n/%)	
Normal	24/53.0
Pradiabetes	22/47.0
Diabetes	0/0.0

Tabel 1 menunjukkan distribusi karakteristik responden penelitian. Berdasarkan kelompok usia, mayoritas responden berada pada kategori lansia awal (60-69) sebanyak 28 responden (60.9%) dengan sebagian besar berjenis kelamin perempuan sebanyak 29 responden (63%).

Ditinjau dari aspek agama, sebagian besar responden beragama Islam sebanyak 40 responden (87.0%). Berdasarkan jenis pekerjaan, responden terbanyak merupakan pensiunan sebanyak 17 responden (37.0%). Selanjutnya berdasarkan tingkat pendidikan, sebagian besar responden memiliki pendidikan terakhir SMA sebanyak 15 responden (32.6%) dan paling sedikit berpendidikan Diploma sebanyak 2 responden (4.3%). Selain itu, tingkat aktivitas fisik responden sebagian besar berada pada kategori sedang, yaitu sebanyak 21 responden (47.8%) dengan kadar glukosa darah puasa dalam kategori normal, yaitu sebanyak 24 responden (53%).

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Spearman antara Aktivitas Fisik Dengan Kadar Gula Darah Puasa (N=46)

Variabel	R (uji korelasi spearman)	p-value
Aktivitas Fisik	-0.429	0.003
Kadar Gula Darah		

Hasil analisis bivariat menggunakan uji korelasi *Spearman* menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar $r = -0.429$ dengan $p\text{-value} = 0.003$. Hasil ini mengindikasikan adanya hubungan negatif dengan kekuatan sedang antara tingkat aktivitas fisik dan kadar glukosa darah puasa pada lansia yang artinya semakin tinggi tingkat aktivitas fisik, semakin rendah kadar glukosa darah puasa.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan negatif dengan kekuatan sedang antara tingkat aktivitas fisik dan kadar glukosa darah puasa pada lansia yang mengindikasikan bahwa lansia dengan aktivitas fisik yang lebih tinggi cenderung memiliki kadar glukosa darah puasa yang lebih rendah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa lansia dengan tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi cenderung memiliki kadar glukosa darah puasa yang lebih rendah. Hal ini menegaskan peran penting aktivitas fisik dalam menjaga regulasi glukosa darah, bahkan pada konteks komunitas dengan aktivitas harian yang relatif sederhana.

Secara biologis, aktivitas fisik berkontribusi terhadap peningkatan sensitivitas insulin dan peningkatan ambilan glukosa oleh otot rangka. Mekanisme ini terjadi melalui aktivitas jalur transpor glukosa yang tidak sepenuhnya bergantung pada insulin, sehingga menjadi sangat relevan bagi lansia yang secara alami mengalami penurunan fungsi metabolik. Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin, khususnya dengan intensitas ringan hingga sedang, telah dilaporkan mampu memperbaiki kontrol glikemik melalui peningkatan efisiensi metabolisme jaringan perifer (Bjensø, Olesen, Gliemann, Schmidt, Matzen, Wojtaszewski, Hellsten, & Pilegaard, 2015; Castorino & Tate, 2016; Zhang, Guo, Zhang, Xu, & Yin, 2025). Efek ini menjadi semakin penting seiring bertambahnya usia, mengingat penuaan disertai penurunan massa otot dan peningkatan resistensi insulin (Bartke, Brannan, Hascup, Hascup, & Darcy, 2021; Cummings & Lamming, 2017; De Paola, Paglialonga, Palumbo, Keshavjee, Dabbene, & Borri, 2023).

Temuan penelitian ini konsisten dengan berbagai studi observasional yang melaporkan adanya hubungan terbalik antara tingkat aktivitas fisik dan kadar glukosa darah maupun risiko gangguan glukosa pada populasi lansia. Beberapa studi berbasis populasi menunjukkan bahwa lansia dengan tingkat aktivitas fisik sedang hingga tinggi memiliki risiko hiperglikemia dan pradiabetes yang lebih rendah dibandingkan dengan lansia yang kurang aktif (Aune, Norat, Leitzmann, Tonstad, & Vatten, 2015; Hay, Wittmeier, MacIntosh, Wicklow, Duhamel, Sellers, Dean, Ready, Berard, Kriellaars, Shen, Gardiner, & McGavock, 2016; Hu, Li, Xia, Yin, & Yang, 2024). Namun, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan di wilayah perkotaan atau dalam konteks layanan klinis, sehingga bukti dari komunitas pedesaan masih relatif terbatas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada konteks komunitas lansia di wilayah pedesaan. Aktivitas fisik umumnya tidak terstruktur sebagai olahraga formal, melainkan terintegrasi dalam aktivitas sehari-hari seperti berjalan kaki, berkebun atau bertani, serta pekerjaan rumah tangga. Mayoritas responden dalam penelitian ini berada pada tingkat aktivitas fisik sedang dan memiliki kadar glukosa darah puasa dalam kategori normal. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik fungsional sehari-hari dapat memberikan manfaat metabolik yang bermakna, sejalan dengan pandangan bahwa akumulasi total aktivitas fisik harian memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan metabolik lansia (Burtcher et al., 2020; Piercy et al., 2018).

Meskipun tidak ditemukan responden dengan kategori diabetes, hampir setengah dari responden berada pada kondisi pradiabetes. Temuan ini mencerminkan fase transisi yang masih sangat memungkinkan untuk dimodifikasi melalui perubahan gaya hidup. Sejumlah penelitian longitudinal menunjukkan bahwa peningkatan aktivitas fisik pada individu dengan pradiabetes dapat menunda atau bahkan mencegah progresi menuju diabetes melitus tipe-2 (Meir, Huang, Mahmood, Whiteson, Cohen, & Aronow, 2024; Nathan, Bennett, Crandall, Edelstein, Goldberg, Kahn, Knowler, Mather, Mudaliar, Orchard, Temprosa, & White, 2019). Berdasarkan hal ini, penyandu lansia memiliki potensi strategis sebagai sarana promosi aktivitas fisik yang realistis, kontekstual, dan berkelanjutan (Permata, 2020).

Apabila dilihat dari perspektif kesehatan masyarakat dan keperawatan komunitas, hasil penelitian ini mendukung pendekatan promotif dan preventif berbasis komunitas yang menekankan aktivitas fisik sesuai dengan kemampuan lansia (Fletcher, Landolfo, Niebauer, Ozemek, Arena, & Lavie, 2018; McPhee, French, Jackson, Nazroo, Pendleton, & Degens, 2016; Thomas, Battaglia, Patti, Brusa, Leonardi, Palma, & Bellafigliore, 2019). Intervensi sederhana seperti senam lansia, kegiatan jalan pagi bersama, atau penguatan aktivitas fisik dalam rutinitas harian berpotensi memberikan dampak positif terhadap pengendalian glukosa darah (Farida, Irawandi, Anik Rustini, & Liestyaningrum, 2020; Macera, Cavanaugh, & Bellettiere, 2017). Pendekatan semacam ini dinilai lebih aplikatif dan berkelanjutan, terutama pada komunitas pedesaan dengan keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan formal.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan. Desain potong lintang tidak memungkinkan penarikan kesimpulan kausal, dan pengukuran aktivitas fisik berbasis kuesioner bergantung pada kemampuan ingat responden. Selain itu, faktor lain seperti pola makan dan penggunaan obat belum dianalisis secara mendalam. Meskipun demikian, penggunaan instrumen standar GPAQ serta pengukuran glukosa darah secara objektif menjadi kekuatan penelitian ini dalam menggambarkan kondisi nyata di tingkat komunitas.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan bahwa aktivitas fisik memiliki peran penting dalam menjaga kadar glukosa darah puasa pada lansia di komunitas. Hasil ini memperluas bukti bahwa strategi pencegahan berbasis aktivitas fisik tidak hanya relevan pada *setting* klinis, tetapi juga efektif dan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari lansia di wilayah pedesaan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan negatif dengan kekuatan sedang antara tingkat aktivitas fisik dan kadar gula darah puasa pada

lansia di komunitas. Lansia dengan tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi cenderung memiliki kadar glukosa darah puasa yang lebih rendah. Temuan ini menegaskan bahwa aktivitas fisik, termasuk aktivitas fungsional sehari-hari, berperan penting dalam menjaga regulasi glukosa pada kelompok usia lanjut. Berdasarkan konteks komunitas pedesaan, hasil penelitian ini memperluas bukti bahwa pengendalian glukosa darah dapat dicapai melalui pendekatan non farmakologis yang sederhana dan kontekstual, tanpa ketergantungan pada olahraga terstruktur atau intervensi klinis intensif. Sehingga, promosi aktivitas fisik yang sesuai dengan kemampuan lansia dan terintegrasi dalam rutinitas harian perlu diperkuat pada layanan kesehatan berbasis komunitas, khususnya penyandu lansia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S., & Vatten, L. J. (2015). Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*, 30(7), 529–542.
- Aune, D., & Vatten, L. J. (2016). Diabetes mellitus and the risk of gallbladder disease: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Journal of Diabetes and Its Complications*, 30(2), 368–373.
- Bartke, A., Brannan, S., Hascup, E., Hascup, K., & Darcy, J. (2021). Energy Metabolism and Aging. *The World Journal of Men's Health*, 39(2), 222.
- Biensø, R. S., Olesen, J., Gliemann, L., Schmidt, J. F., Matzen, M. S., Wojtaszewski, J. F. P., Hellsten, Y., & Pilegaard, H. (2015). Effects of Exercise Training on Regulation of Skeletal Muscle Glucose Metabolism in Elderly Men. *The Journals of Gerontology: Series A*, 70(7), 866–872.
- Burtscher, J., Millet, G. P., & Burtscher, M. (2023). Pushing the limits of strength training. *American journal of preventive medicine*, 64(1), 145–146.
- Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079.
- Cummings, N. E., & Lamming, D. W. (2017). Regulation of metabolic health and aging by nutrient-sensitive signaling pathways. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 455, 13–22.

- De Paola, P. F., Paglialonga, A., Palumbo, P., Keshavjee, K., Dabbene, F., & Borri, A. (2023). The Long-Term Effects of Physical Activity on Blood Glucose Regulation: A Model to Unravel Diabetes Progression. *IEEE Control Systems Letters*, 7, 2916–2921.
- Farida, I., Irawandi, D., Anik Rustini, S., & Liestyningrum, W., S. (2020). Aplikasi senam lansia untuk mengontrol tekanan darah dan gula darah. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 16–21.
- Fletcher, G. F., Landolfo, C., Niebauer, J., Ozemek, C., Arena, R., & Lavie, C. J. (2018). Promoting Physical Activity and Exercise: JACC Health Promotion Series. In *Journal of the American College of Cardiology* (Vol. 72, Issue 14, pp. 1622–1639).
- Hay, J., Wittmeier, K., MacIntosh, A., Wicklow, B., Duhamel, T., Sellers, E., Dean, H., Ready, E., Berard, L., Kriellaars, D., Shen, G. X., Gardiner, P., & McGavock, J. (2016). Physical activity intensity and type 2 diabetes risk in overweight youth: a randomized trial. *International Journal of Obesity*, 40(4), 607–614.
- Honda, M. G., Melo, D. D. de, Silva, T. C. da, Batista, C. C., Gehren, A. D., Nascimento Júnior, J. R. A. do, & Oliveira, D. V. de. (2025). Relationship between physical activity level and life satisfaction in young and middle-aged adults and older adults. *Journal of Physical Education*, 36(1).
- Hu, M., Li, B., Xia, J., Yin, C., & Yang, Y. (2024). Causal Relationship between Television Viewing Time, Cardiovascular Diseases, and Potential Mechanisms. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 121(10).
- Jiang, Q., Li, J. T., Sun, P., Wang, L. L., Sun, L. Z., & Pang, S. G. (2022). Effects of lifestyle interventions on glucose regulation and diabetes risk in adults with impaired glucose tolerance or prediabetes: a meta-analysis. *Archives of Endocrinology and Metabolism*.
- Kidd, T., Mold, F., Jones, C., Ream, E., Grosvenor, W., Sund-Levander, M., Tingström, P., & Carey, N. (2019). What are the most effective interventions to improve physical performance in pre-frail and frail adults? A systematic review of randomised control trials. *BMC Geriatrics*, 19(1), 184.
- Macera, C. A., Cavanaugh, A., & Bellettiere, J. (2017). State of the Art Review. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(1), 42–57.
- McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, 17(3), 567–580.
- Meir, J., Huang, L., Mahmood, S., Whiteson, H., Cohen, S., & Aronow, W. S. (2024). The vascular complications of diabetes: a review of their management, pathogenesis, and prevention. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 19(1), 11–20.
- Nathan, D. M., Bennett, P. H., Crandall, J. P., Edelstein, S. L., Goldberg, R. B., Kahn, S. E., Knowler, W. C., Mather, K. J., Mudaliar, S., Orchard, T. J., Tempresa, M., & White, N. H. (2019). Does diabetes prevention translate into reduced long-term vascular complications of diabetes? *Diabetologia*, 62(8), 1319–1328.
- National Institutes of Health. (2021). 12. Older Adults: *Standards of Medical Care in Diabetes—2021*. *Diabetes Care*, 44(Supplement_1), S168–S179. Diakses dari: <https://doi.org/10.2337/dc21-S012>
- Permata, S. P. (2020). The 2 nd International Conference on Social Work Improving The Quality Of Life Of The Elderly Through Participation In The Activities Of Posyandu Lansia (Integrated Community Health Service OF ELDERLY). *The 2nd International Conference on Social Work Faculty of Social and Political Sciences University of Muhammadiyah Jakarta*, 125–132.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, 320(19), 2020.
- Rietz, M., Lehr, A., Mino, E., Lang, A., Szczerba, E., Schiemann, T., Herder, C., Saatmann, N., Geidl, W., Barbaresco, J., Neuenschwander, M., & Schlesinger, S. (2022). Physical Activity and Risk of Major Diabetes-Related Complications in Individuals With Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Diabetes Care*, 45(12), 3101–3111.

- Roglic, G. (2016). WHO Global report on diabetes: A summary. *International Journal of Noncommunicable Diseases*, 1(1), 3.
- Samir, P., Malireddi, R. K. S., & Kanneganti, T.-D. (2018). Food for Training—Western Diet and Inflammatory Memory. *Cell Metabolism*, 27(3), 481–482.
- Sinclair, A., Saeedi, P., Kaundal, A., Karuranga, S., Malanda, B., & Williams, R. (2020). Diabetes and global ageing among 65–99-year-old adults: Findings from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 162, 108078.
- Thomas, E., Battaglia, G., Patti, A., Brusa, J., Leonardi, V., Palma, A., & Bellafore, M. (2019). Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly. *Medicine*, 98(27), e16218.
- Zhang, Q., Guo, Y., Zhang, H., Xu, W., & Yin, L. (2025). Effects of aerobic, resistance, interval, and combined training on glucose metabolism in older adults: insights into type, dose, and mechanism. *Frontiers in Physiology*, 16.