

Prediktivitas Usia dan Gula Darah Puasa terhadap Kelemahan Kekuatan Genggaman Tangan pada Perempuan Dewasa. Studi Multicenter di DKI Jakarta

Predictability of Age and Fasting Blood Sugar on Hand Grip Strength Weakness in Adult Women. A Multicenter Study in DKI Jakarta

Julia Herdiman¹, Alexander Halim Santoso², Stanislas Kotska Marvel Mayello Teguh³, Ayleen Nathalie Jap³

¹Universitas Tarumanagara, Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

²Universitas Tarumanagara, Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

³Universitas Tarumanagara, Program Studi Profesi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

Kata Kunci :

Disfungsi metabolik, Gula darah puasa, Kekuatan genggaman tangan, Wanita, Usia

ABSTRAK

Pendahuluan: Kekuatan genggaman tangan merupakan indikator penting dari status fungsional dan kesehatan otot secara umum. Penurunan kekuatan otot, khususnya pada perempuan dewasa, berkaitan erat dengan risiko disabilitas, penurunan kemandirian, dan peningkatan kejadian sindrom geriatrik. Usia dan gangguan metabolik seperti hiperglikemia diketahui turut memengaruhi fungsi otot, namun bukti empiris pada populasi perempuan dewasa di Indonesia masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prediktivitas usia dan kadar gula darah puasa terhadap kelemahan kekuatan genggaman tangan pada perempuan dewasa. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi potong lintang multicenter yang melibatkan 325 perempuan dewasa di DKI Jakarta. Data dikumpulkan melalui pengukuran kekuatan genggaman tangan menggunakan dinamometer digital dan pemeriksaan kadar gula darah puasa (GDP) melalui metode kapiler. Analisis Receiver Operating Characteristic (ROC) dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan prediktif usia dan GDP terhadap kelemahan kekuatan otot (cut-off <18 kg), dengan interpretasi nilai Area Under the Curve (AUC). Uji beda antar kelompok juga digunakan untuk membandingkan rerata usia dan GDP antara kelompok dengan kekuatan otot lemah dan normal. **Hasil:** Usia menunjukkan kemampuan prediktif yang baik terhadap kelemahan kekuatan genggaman dengan AUC tinggi dan signifikansi statistik kuat. Sementara itu, GDP juga berhubungan signifikan dengan kelemahan otot, namun memiliki AUC lebih rendah, mengindikasikan kekuatan prediksi yang lebih lemah. Kelompok dengan kelemahan genggaman tangan cenderung memiliki usia dan kadar GDP yang lebih tinggi dibandingkan kelompok dengan kekuatan normal. **Kesimpulan:** Usia merupakan faktor prediktif utama kelemahan kekuatan otot pada perempuan dewasa, sedangkan GDP memberikan kontribusi lebih rendah tapi signifikan. Hasil ini menegaskan pentingnya skrining multifaktorial, sebagai pencegahan dini penurunan fungsi otot.

Keywords :

Adipose, Body composition, Body fat, Skeletal muscle, Vitamin D

ABSTRACT

Background: Handgrip strength is an important indicator of functional status and overall muscle health. Muscle weakness, especially in adult women, is closely associated with disability, reduced independence, and increased risk of geriatric syndromes. Age and metabolic disturbances such as hyperglycemia are known to influence muscle function, but empirical evidence in Indonesian adult female populations remains limited. This study aims to analyze the predictability of age and fasting blood sugar levels on handgrip strength weakness in adult women.

Methods: This was a multicenter cross-sectional study involving 325 adult women in Jakarta. Data collection included handgrip strength measurement using a digital dynamometer and fasting blood glucose (FBG) levels using capillary sampling. Receiver Operating Characteristic (ROC) analysis was used to assess the predictive ability of age and FBG on muscle weakness (cut-off <18 kg), interpreted by the Area Under the Curve (AUC). Comparative tests were also performed to evaluate differences in mean age and FBG between groups with weak and normal handgrip strength. **Results:** Age demonstrated a strong predictive value for handgrip weakness, with a high AUC and strong statistical significance. In contrast, FBG showed a significant but weaker predictive power with a lower AUC. Participants with weaker grip strength tended to be older and had higher fasting glucose levels compared to those with normal strength. **Conclusion:** Age is the primary predictive factor for muscle weakness in adult women, while fasting blood glucose contributes a smaller yet significant role. These findings underscore the importance of multifactorial screening, especially in older populations, to support early prevention of muscle function decline in women.

Copyright © 2025 JKBD

All rights reserved

Corresponding Author:

Julia Herdiman

Universitas Tarumanagara, Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Jakarta, Indonesia

Email: juliah@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 26 Juli 2025

Revised date : 28 Juli 2025

Accepted date : 31 Juli 2025

PENDAHULUAN

Kekuatan genggam tangan (*handgrip strength*) merupakan indikator penting yang digunakan untuk mengevaluasi status fungsional dan kesehatan muskuloskeletal seseorang, khususnya pada populasi dewasa dan lanjut usia. Penurunan kekuatan otot, yang dikenal sebagai dynapenia, tidak hanya berdampak pada aktivitas sehari-hari, tetapi juga berkaitan dengan peningkatan risiko morbiditas, penurunan kualitas hidup, dan kematian dini. Dalam konteks kesehatan masyarakat, identifikasi dini terhadap faktor-faktor yang berkontribusi pada kelemahan otot memiliki nilai strategis dalam upaya promotif dan preventif terhadap penuaan yang sehat^{1,2}.

Sarkopenia merupakan kondisi degeneratif yang ditandai dengan penurunan progresif massa otot, kekuatan, dan fungsi fisik yang dapat berdampak signifikan pada kualitas hidup wanita^{3,4}. Penelitian menunjukkan bahwa prevalensi sarkopenia pada wanita bervariasi secara global tergantung pada kriteria diagnostik yang digunakan, dengan kisaran antara 0.3% hingga 91.2%⁵.

Berdasarkan tinjauan sistematis yang komprehensif, prevalensi sarkopenia pada wanita secara global adalah 10% (95% CI: 8-13%)⁶. Namun, ketika diklasifikasikan berdasarkan kriteria diagnostik yang berbeda, prevalensi dapat bervariasi secara signifikan. Menggunakan kriteria EWGSOP2 terbaru, prevalensi pada wanita adalah 2%, sementara dengan definisi massa otot secara keseluruhan mencapai 27%⁵.

Prevalensi sarkopenia pada wanita Asia menunjukkan variasi yang cukup besar. Studi pada lansia Cina menunjukkan bahwa prevalensi sarkopenia pada wanita adalah 21.6%, yang lebih tinggi dibandingkan pria (19.2%)⁷. Penelitian di Korea menunjukkan prevalensi sebesar 11.4% pada wanita lansia⁸, sedangkan di Jepang prevalensi pada wanita adalah 10.1%⁹.

Data Asia Tenggara menunjukkan prevalensi yang bervariasi. Studi pada wanita postmenopause di Thailand menunjukkan prevalensi pre-sarkopenia sebesar 11.8% dan sarkopenia sebesar 2.7%¹⁰. Penelitian di Malaysia pada wanita postmenopause menemukan prevalensi berbagai tahap sarkopenia sebesar 29.4%¹¹. Sementara itu, di

Indonesia, prevalensi sarkopenia pada populasi lansia secara keseluruhan adalah 50.25%, dengan 53.92% pada wanita dan 46.57% pada pria¹².

Studi terbaru yang dilakukan di Semarang, Indonesia, menunjukkan bahwa prevalensi sarkopenia pada lansia adalah 44.44% dengan prevalensi sarkopenia berat sebesar 50.33%. Yang mengkhawatirkan adalah bahwa 79.2% dari individu dengan sarkopenia berat adalah wanita. Penelitian ini menggunakan kriteria AWGS 2019 dan menunjukkan bahwa jenis kelamin wanita merupakan faktor risiko independen untuk sarkopenia berat dengan *adjusted prevalence ratio* (APR) sebesar 2.341 (95% CI: 1.003-5.460).¹³

Usia telah lama dikenal sebagai determinan utama terhadap penurunan kekuatan otot, seiring dengan perubahan komposisi tubuh, penurunan massa otot (sarkopenia), serta gangguan neuromuskular yang terjadi secara progresif. Namun, studi terbaru menunjukkan bahwa variabel metabolik seperti kadar gula darah puasa (GDP) juga memiliki hubungan yang signifikan terhadap fungsi otot. Hiperglikemia kronik dapat memicu stres oksidatif dan inflamasi sistemik yang berdampak negatif pada struktur dan fungsi otot rangka, termasuk otot-otot tangan. Penelitian yang menggabungkan aspek metabolik dan usia sebagai prediktor kelemahan otot, khususnya pada perempuan dewasa, masih terbatas, terutama di konteks populasi Asia, termasuk Indonesia^{14,15}.

Perempuan dewasa, terutama yang telah memasuki masa perimenopause dan menopause, mengalami perubahan hormonal dan metabolik yang kompleks, yang dapat memperburuk penurunan kekuatan otot. Di DKI Jakarta, sebagai wilayah metropolitan dengan populasi heterogen dan gaya hidup urban, studi mengenai faktor-faktor yang memengaruhi fungsi otot masih belum banyak dilakukan secara sistematis, terlebih pada populasi perempuan dewasa. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi relevan untuk mengisi kekosongan data lokal yang dapat dijadikan dasar intervensi berbasis bukti^{16,17}.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prediktivitas usia dan kadar gula darah puasa terhadap kelemahan kekuatan genggam tangan pada perempuan dewasa

melalui studi multisenter di wilayah DKI Jakarta.

METODE

Penelitian ini merupakan studi observasional dengan pendekatan potong lintang yang dilaksanakan di enam lokasi kelurahan di DKI Jakarta, meliputi Menteng Dalam, Cengkareng Timur, Tanjung Duren Selatan, Grogol, Duri Kosambi, dan Ujung Menteng. Penelitian berlangsung dari Agustus 2024 hingga Mei 2025, dengan partisipan yang terdiri dari perempuan dewasa. Sampel diperoleh melalui metode purposive sampling, dengan pemilihan responden yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu perempuan berusia minimal 18 tahun yang sehat secara fungsional dan bersedia mengikuti seluruh rangkaian pemeriksaan. Responden dengan riwayat gangguan otot atau saraf perifer, cedera tangan, atau kondisi yang dapat memengaruhi kekuatan otot dikeluarkan dari penelitian.

Pengukuran kadar gula darah puasa dilakukan melalui pengambilan darah vena pada pagi hari setelah berpuasa selama minimal delapan jam, kemudian dianalisis menggunakan metode strip kimia. Evaluasi kekuatan otot dilakukan dengan *Hand Dynamometer digital merek Camry*, di mana setiap peserta melakukan tiga kali genggam maksimal dan nilai tertinggi digunakan sebagai hasil akhir. Batas normal kekuatan genggam untuk perempuan ditetapkan sebesar 18 kg, dan nilai di bawah ambang ini dikategorikan sebagai kelemahan otot. Informasi usia diperoleh melalui verifikasi dokumen identitas resmi.

Analisis statistik dilakukan menggunakan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) untuk menilai kemampuan diskriminatif dari usia dan gula darah puasa dalam memprediksi kelemahan kekuatan otot, yang ditunjukkan melalui nilai *Area Under the Curve* (AUC). Selanjutnya, perbandingan rerata antara kelompok dengan dan tanpa kelemahan otot dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney. Signifikansi statistik ditentukan dengan batas kemaknaan $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 325 partisipan perempuan dewasa dengan rerata usia 38,7 tahun dan rentang usia yang cukup luas, yaitu antara 19 hingga 83 tahun. Nilai median usia adalah 48 tahun. Kadar gula darah puasa

menunjukkan rerata sebesar 102,75 mg/dL dengan deviasi standar 47,08, mencerminkan variasi kadar glukosa yang cukup tinggi di antara responden, dengan nilai minimum 52 mg/dL dan maksimum mencapai 558 mg/dL. Dari aspek kekuatan otot tangan, sebanyak

24,9% perempuan tergolong memiliki kekuatan genggam yang lemah (<18 kg), sedangkan sisanya (75,1%) menunjukkan kekuatan yang masih dalam batas normal, dengan rerata kekuatan genggam sebesar 21,23 kg. (Tabel 1)

Tabel 1. Karakteristik Dasar Responden Penelitian

Parameter	N (%)	Mean (SD)	Med (Min-Max)
Usia		48,70 (13,26)	48 (19 – 83)
Jenis Kelamin			
• Perempuan	325 (100%)		
Gula Darah Puasa		102,75 (47,08)	90 (52 – 558)
Rerata Kekuatan Genggaman Tangan		21,23 (6,06)	21,15 (7 – 60,6)
• Kurang	81 (24,9%)		
• Normal	244 (75,1%)		

Analisis ROC menunjukkan bahwa usia merupakan prediktor yang cukup kuat terhadap kelemahan kekuatan genggam tangan, dengan nilai AUC sebesar 0,763 ($p < 0,001$), yang berada dalam kategori baik. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tua usia seseorang, semakin besar kemungkinan mengalami penurunan kekuatan otot. Sebaliknya, gula darah puasa memiliki nilai

AUC yang lebih rendah yaitu 0,583 ($p = 0,024$), menunjukkan kemampuan diskriminatif yang rendah, meskipun secara statistik tetap signifikan. Nilai ini menandakan bahwa kadar gula darah puasa memiliki hubungan yang lemah namun bermakna dalam memprediksi kelemahan otot pada populasi ini. (Tabel 2, Gambar 1)

Tabel 2. Nilai Area Under The Curve Berbagai Parameter Prediktor Terhadap Kelemahan Kekuatan Genggaman Tangan Area Under the Curve

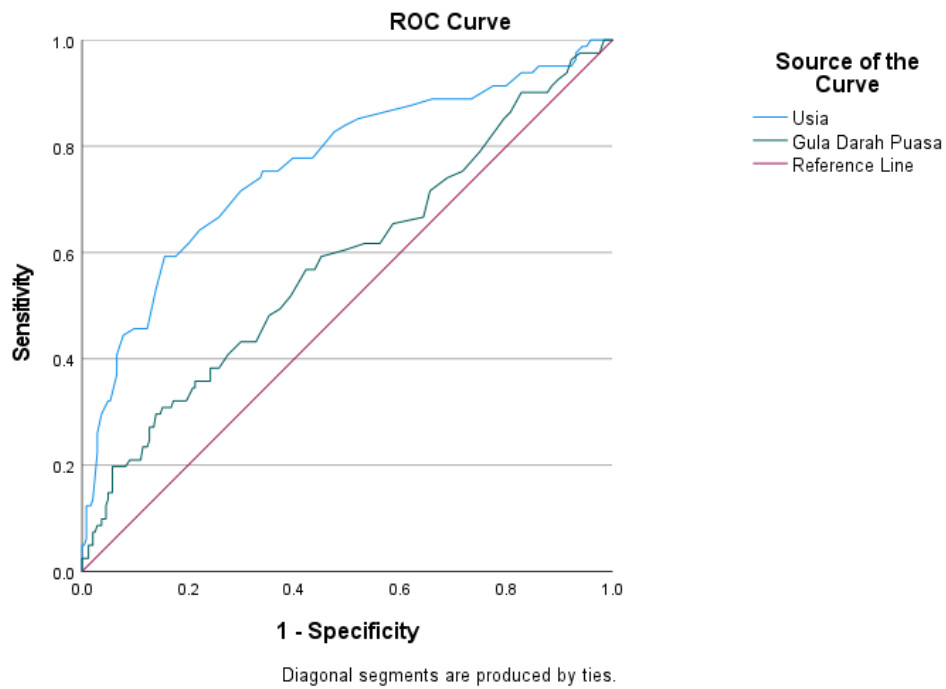
Test Result Variable(s)	Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Usia	0.763	0.033	0.000	0.698	0.827
Gula Darah Puasa	0.583	0.038	0.024	0.509	0.658

The test result variable(s): Usia, Gula Darah Puasa has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

a. Under the nonparametric assumption

b. Null hypothesis: true area = 0.5

Larger Test Results Indicates More Positive Test



Gambar 1. Visualisasi Area Under The Curve Kemampuan Prediktor Usia dan Gula Darah Puasa Terhadap Kelemahan Kekuatan Genggaman Tangan Wanita Dewasa (Studi Multicenter)

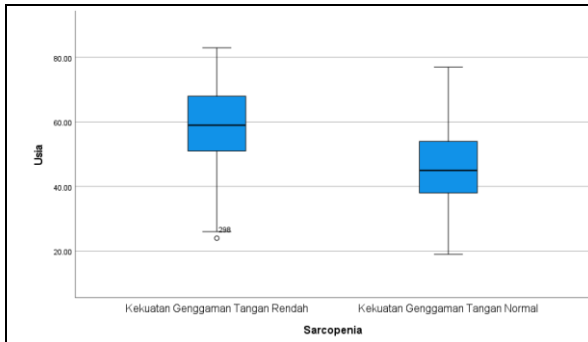
Terdapat perbedaan signifikan antara kelompok dengan kekuatan genggaman lemah dan normal. Kelompok dengan kekuatan lemah memiliki rerata usia yang lebih tinggi, yaitu 57,88 tahun dibandingkan dengan kelompok normal yang rata-rata berusia 45,65 tahun. Perbedaan ini signifikan secara statistik ($p < 0,001$), memperkuat temuan bahwa usia merupakan faktor risiko utama terhadap penurunan kekuatan otot. Sementara itu, kadar

gula darah puasa juga lebih tinggi pada kelompok dengan kelemahan otot (116,02 mg/dL) dibandingkan kelompok normal (98,34 mg/dL), dan perbedaan ini juga bermakna ($p = 0,024$). Temuan ini mengindikasikan bahwa disfungsi metabolik, terutama glukosa puasa yang meningkat, dapat berkontribusi terhadap kelemahan otot meskipun tidak sekuat pengaruh usia. (Tabel 3, Gambar 2-3)

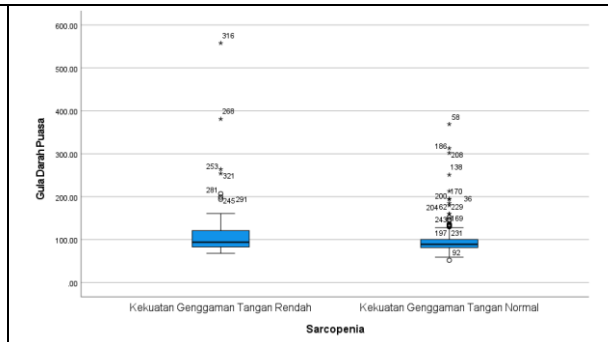
Tabel 3. Perbedaan Rerata Usia dan Gula Darah Puasa Antara 2 Kelompok Status Kekuatan Genggaman Tangan pada Kelompok Wanita Dewasa

Parameter	Kekuatan Genggaman Otot Lemah		Kekuatan Genggaman Otot Baik		Mean Rank <i>p-value</i>
	Mean (SD)	Med (Min – Max)	Mean (SD)	Med (Min – Max)	
Usia	57,88 (13,36)	59 (24 – 83)	45,65 (11,75)	45 (19 – 77)	227,06 vs 141,73 < 0,001
Gula Darah Puasa	116,02 (69,65)	94 (68 – 558)	98,34 (35,78)	89 (52 – 369)	183,36 vs 156,24 0,024

*Analisis statistik menggunakan Mann Whitney



Gambar 2. Perbedaan Usia Antara 2 Kelompok Status Kekuatan Genggaman Tangan pada Kelompok Wanita Dewasa



Gambar 3. Perbedaan Kadar Gula Darah Puasa Antara 2 Kelompok Status Kekuatan Genggaman Tangan pada Kelompok Wanita Dewasa

Kekuatan genggaman tangan telah lama diakui sebagai indikator fungsional penting dalam menilai status kesehatan otot dan prediktor berbagai kondisi kesehatan, termasuk kerentanan fisik, penurunan fungsi metabolik, dan risiko mortalitas pada populasi dewasa. Usia menjadi salah satu determinan utama dalam penurunan massa dan fungsi otot, suatu kondisi yang dikenal sebagai sarkopenia. Penurunan anabolisme otot seiring bertambahnya usia, ditambah dengan gangguan regenerasi otot dan perubahan hormon anabolik seperti testosteron dan IGF-1, turut mempercepat hilangnya kekuatan otot. Selain itu, perubahan pada sistem saraf perifer dan motor unit juga memperburuk efisiensi neuromuskular, yang pada akhirnya berdampak pada kemampuan fungsional individu^{24,25}.

Beberapa studi terdahulu secara konsisten melaporkan bahwa usia berkorelasi negatif dengan kekuatan otot, termasuk genggaman tangan. Seiring bertambahnya usia, terjadi perubahan fisiologis yang progresif pada sistem muskuloskeletal, termasuk penurunan jumlah dan ukuran serabut otot tipe II (*fast-twitch fibers*) yang bertanggung jawab terhadap kekuatan dan kecepatan kontraksi. Penurunan ini berkontribusi langsung terhadap menurunnya kapasitas otot untuk menghasilkan gaya yang memadai. Selain itu, terjadi penurunan aktivitas motor neuron alfa, sehingga mengurangi rekrutmen unit motorik yang dibutuhkan dalam aktivitas fungsional harian^{26,27}.

Hal ini diperkuat oleh temuan dalam berbagai populasi yang menunjukkan bahwa penurunan kekuatan otot tidak hanya berdampak pada kemandirian fungsional,

tetapi juga berkaitan dengan peningkatan risiko sindrom geriatrik seperti jatuh, imobilitas, dan penurunan kognitif. Sindrom ini sering kali terjadi secara bersamaan dan memperburuk kondisi kesehatan secara umum, menciptakan lingkaran setan antara kelemahan fisik dan kerentanan sistemik. Konsep frailty atau kerentanan pada lansia bahkan menempatkan penurunan kekuatan otot sebagai salah satu komponen utama, bersama dengan penurunan stamina dan aktivitas fisik^{28,29}.

Efek ini bisa menjadi lebih nyata pada perempuan karena adanya penurunan hormon estrogen pasca-menopause yang juga berpengaruh signifikan terhadap integritas jaringan otot. Estrogen diketahui memiliki peran penting dalam regulasi metabolisme otot, termasuk stimulasi sintesis protein otot dan perlindungan terhadap stres oksidatif. Penurunan kadar estrogen setelah menopause menyebabkan penurunan massa otot (*sarcopenia*) yang lebih cepat dibandingkan pada pria di usia yang sama. Di sisi lain, estrogen juga memengaruhi aktivitas mitokondria dan fungsi endotel, yang keduanya berkontribusi pada kualitas dan daya tahan otot^{30,31}.

Selain faktor usia, disfungsi metabolik seperti gangguan regulasi glukosa darah juga dianggap turut berkontribusi terhadap penurunan kekuatan otot. Kondisi hiperglikemia kronis yang terjadi pada individu dengan prediabetes atau diabetes tipe 2 dapat memicu berbagai mekanisme patologis, termasuk stres oksidatif, inflamasi sistemik, dan resistensi insulin di jaringan perifer, terutama otot rangka. Resistensi insulin ini berdampak langsung pada terganggunya transpor glukosa ke dalam sel otot dan

menurunnya stimulasi terhadap jalur anabolik seperti PI3K/Akt/mTOR, yang sangat penting dalam proses sintesis protein otot. Akibatnya, terjadi penurunan kapasitas regeneratif otot serta peningkatan degradasi protein otot melalui aktivasi jalur ubiquitin-proteasome^{32,33}.

Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa individu dengan gangguan metabolik cenderung mengalami percepatan penurunan massa otot (*sarcopenia*) dan penurunan fungsi muskular, termasuk kekuatan genggam tangan. Kondisi ini dikenal *sebagai sarcopenic diabetic*, yakni kondisi komorbid yang menggabungkan defisiensi otot dan gangguan metabolisme glukosa, dan semakin banyak disoroti dalam kajian gerontometabolik. Perubahan ini tidak hanya memengaruhi kekuatan otot secara langsung, tetapi juga berkontribusi pada penurunan aktivitas fisik dan kelelahan kronis, yang memperparah disfungsi otot secara progresif^{34,35}.

Namun demikian, hubungan antara glukosa darah dan kekuatan otot tidak selalu konsisten di seluruh studi. Beberapa penelitian menunjukkan asosiasi yang lemah atau bahkan tidak signifikan, terutama pada individu tanpa komplikasi metabolik berat. Variabilitas ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti asupan nutrisi, tingkat aktivitas fisik, status inflamasi, komorbiditas lain, dan durasi paparan hiperglikemia. Oleh karena itu, meskipun disfungsi metabolik merupakan salah satu faktor risiko penting, pengaruhnya terhadap kekuatan otot bersifat multifaktorial dan sangat dipengaruhi oleh konteks klinis masing-masing individu^{36,37}.

Penurunan kekuatan genggam tangan tidak hanya mencerminkan proses penuaan fisiologis, tetapi juga dapat menjadi indikator dini dari penurunan fungsi sistemik yang lebih luas, termasuk gangguan metabolik kronis. Pemeriksaan kekuatan otot sederhana seperti pengukuran genggam tangan dapat dimanfaatkan sebagai alat skrining fungsional dalam praktik klinis, khususnya untuk mendeteksi risiko kelemahan otot pada populasi perempuan dengan status glukosa yang tidak terkontrol.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasilnya. Desain potong lintang tidak memungkinkan untuk menilai hubungan kausal antara usia, status glukosa darah, dan kekuatan otot. Selain itu, variabel penting lain

yang mungkin memengaruhi kekuatan otot, seperti status gizi, tingkat aktivitas fisik, komposisi tubuh, dan status hormonal, tidak dianalisis secara mendalam dalam studi ini. Ke depan, penelitian longitudinal dengan kontrol variabel yang lebih luas diperlukan untuk memahami dinamika perubahan kekuatan otot dalam kaitannya dengan metabolisme glukosa secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa usia merupakan prediktor yang kuat terhadap kelemahan kekuatan genggam tangan pada perempuan dewasa, sementara kadar gula darah puasa memberikan kontribusi yang lebih rendah namun tetap bermakna. Temuan ini mendukung teori bahwa proses penuaan fisiologis dan disfungsi metabolik berperan penting dalam menurunnya kekuatan otot, khususnya pada populasi perempuan yang lebih rentan terhadap perubahan hormonal dan metabolik. Pengukuran kekuatan genggam tangan dapat digunakan sebagai indikator fungsional yang sensitif dalam menilai risiko kelemahan otot, terutama di kelompok usia lanjut dan individu dengan gangguan metabolik ringan.

Disarankan agar dilakukan studi longitudinal yang dapat menilai hubungan sebab-akibat antara perubahan kadar glukosa darah dan penurunan kekuatan otot dari waktu ke waktu. Selain itu, integrasi variabel lain seperti status nutrisi, aktivitas fisik, komposisi tubuh, dan profil hormonal akan memperkaya pemahaman mengenai mekanisme multifaktorial yang mendasari kelemahan otot. Pendekatan ini juga akan mendukung upaya pengembangan strategi intervensi yang lebih holistik dan personalisasi dalam pencegahan penurunan fungsi otot pada perempuan dewasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Lee DY. Prevalence and Associated Factors of Dynapenia, Pre-Sarcopenia, and Sarcopenia in Korean Adults: A Cross-Sectional Epidemiological Study. *Med* 2025, Vol 61, Page 575. 2025 Mar;61(4):575.
- Noh HM, Park YS. Handgrip strength, dynapenia, and mental health in older Koreans. *Sci Rep*. 2020 Dec;10(1).
- Salari N, Nankali A, Ghanbari A, Jafarpour S, Ghasemi H, Dokaneheifard S, et al.

- Global prevalence of polycystic ovary syndrome in women worldwide: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Arch Gynecol Obstet* [Internet]. 2024 Jun 26;310(3):1303–14. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00404-024-07607-x>
- Gitlin ES, Demetres M, Vaidyanathan A, Palmer N, Lee H, Loureiro S, et al. The prevalence of gestational diabetes among underweight and normal weight women worldwide: a scoping review. *Front Clin Diabetes Healthc* [Internet]. 2024 Jul 10;5. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcdhc.2024.1415069/full>
- Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, Lara J, Ho FK, Pell JP, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2022 Feb 23;13(1):86–99. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcsm.12783>
- Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord* [Internet]. 2017 Dec 16;16(1):21. Available from: <http://link.springer.com/10.1186/s40200-017-0302-x>
- Meng S, He X, Fu X, Zhang X, Tong M, Li W, et al. The prevalence of sarcopenia and risk factors in the older adult in China: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Heal* [Internet]. 2024 Aug 5;12. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2024.1415398/full>
- Choo YJ, Chang MC. Prevalence of Sarcopenia Among the Elderly in Korea: A Meta-Analysis. *J Prev Med Public Heal* [Internet]. 2021 Mar 31;54(2):96–102. Available from: <http://jpmph.org/journal/view.php?doi=10.3961/jpmph.21.046>
- Makizako H, Nakai Y, Tomioka K, Taniguchi Y. Prevalence of sarcopenia defined using the Asia Working Group for Sarcopenia criteria in Japanese community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Res* [Internet]. 2019 Dec 20;22(2):53–7. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ptr/22/2/22_R0005/_article
- Orprayoon N, Wainipitapong P, Champaiboon J, Wattanachanya L, Jaisamrarn U, Chaikittisilpa S. Prevalence of pre-sarcopenia among postmenopausal women younger than 65 years. *Menopause* [Internet]. 2021 Dec;28(12):1351–7. Available from: <https://journals.lww.com/10.1097/GME.0000000000001866>
- Zainol Abidin N. Comparison of Muscle, Bone and Fat Indices between Stages of Sarcopenia in Postmenopausal Malaysian Women. *Malaysian J Med Sci* [Internet]. 2023 Oct 30;30(5):91–105. Available from: http://www.mjms.usm.my/MJMS30052023/MJMS30052023_08.pdf
- Ridwan ES, Wiratama BS, Lin MY, Hou WH, Liu MF, Chen CM, et al. Peak expiratory flow rate and sarcopenia risk in older Indonesian people: A nationwide survey. *Alway SE, editor. PLoS One* [Internet]. 2021 Feb 9;16(2):e0246179. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0246179>
- Rahayu SR, Putriningtyas ND, Candra ARD, Azizan A, Azmi A, Mohamad Shaifuddin SN, et al. Sarcopenia in Indonesian Community-Dwelling Elderly: The Prevalence and Influencing Factors within the Primary Care Setting. *Unnes J Public Heal* [Internet]. 2025 May 4;14(1):31–40. Available from: <https://journal.unnes.ac.id/journals/ujph/article/view/16058>
- Ogawa S, Yakabe M, Akishita M. Age-related sarcopenia and its pathophysiological bases. *Inflamm Regen* [Internet]. 2016 Dec 7;36(1):17. Available from: <http://inflammregen.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41232-016-0022-5>
- Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. *Metabolism*. 2023 Jul;144:155533.
- Buckinx F, Aubertin-Leheudre M. Sarcopenia in Menopausal Women: Current Perspectives. *Int J Womens Health*.

- 2022;14:805.
- Handajani YS, Turana Y, Kristian K, Widjaja NT, Lysandra A, Schröder Butterfill E. Associated factors of sarcopenia among urban community-dwelling older adults in West Jakarta: A cross-sectional study. *Malaysian Fam Physician Off J Acad Fam Physicians Malaysia*. 2025;20:21.
- Kemala Sari N, Stepvia S, Ilyas MF, Setiati S, Harimurti K, Fitriana I. Handgrip strength as a potential indicator of aging: insights from its association with aging-related laboratory parameters. *Front Med*. 2025 Jan;12.
- Vaishya R, Misra A, Vaish A, Ursino N, D'Ambrosi R. Hand grip strength as a proposed new vital sign of health: a narrative review of evidences. *J Heal Popul Nutr [Internet]*. 2024 Jan 9;43(1):7. Available from: <https://jhpn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41043-024-00500-y>
- Taha M, AlNaam YA, Al Maqati T, Almusallam L, Altalib G, Alowfi D, et al. Impact of muscle mass on blood glucose level. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2022 Nov;33(6):779–87.
- Haines MS, Leong A, Porneala BC, Meigs JB, Miller KK. Association between muscle mass and diabetes prevalence independent of body fat distribution in adults under 50 years old. *Nutr Diabetes [Internet]*. 2022 May 28;12(1):29. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41387-022-00204-4>
- Buscemi C, Ferro Y, Pujia R, Mazza E, Boragina G, Sciacqua A, et al. Sarcopenia and appendicular muscle mass as predictors of impaired fasting glucose/type 2 diabetes in elderly women. *Nutrients*. 2021 Jun;13(6):1909.
- Umegaki H. Sarcopenia and diabetes: Hyperglycemia is a risk factor for age-associated muscle mass and functional reduction. *J Diabetes Investig*. 2015 Nov;6(6):623.
- Wu J, Ding P, Wu H, Yang P, Guo H, Tian Y, et al. Sarcopenia: Molecular regulatory network for loss of muscle mass and function. *Front Nutr*. 2023 Feb;10:1037200.
- Damanti S, Senini E, De Lorenzo R, Merolla A, Santoro S, Festorazzi C, et al. Acute Sarcopenia: Mechanisms and Management. *Nutr* 2024, Vol 16, Page 3428. 2024 Oct;16(20):3428.
- Tanganelli F, Meinke P, Hofmeister F, Jarmusch S, Baber L, Mehaffey S, et al. Type-2 muscle fiber atrophy is associated with sarcopenia in elderly men with hip fracture. *Exp Gerontol*. 2021 Feb;144:111171.
- Hunter SK, Pereira XHM, Keenan KG. The aging neuromuscular system and motor performance. *J Appl Physiol*. 2016 Oct;121(4):982.
- Mcgrath R, Robinson-Lane SG, Cook S, Clark BC, Herrmann S, O'connor ML, et al. Handgrip Strength Is Associated with Poorer Cognitive Functioning in Aging Americans. *J Alzheimers Dis*. 2019;70(4):1187.
- Chen KK, Lee SY, Pang BWJ, Lau LK, Jabbar KA, Seah WT, et al. Associations of low handgrip strength and hand laterality with cognitive function and functional mobility – the Yishun Study. *BMC Geriatr*. 2022 Dec;22(1):677.
- Chidi-Ogbolu N, Baar K. Effect of estrogen on musculoskeletal performance and injury risk. *Front Physiol*. 2019 Jan;10(JAN):421933.
- Lee A, Park S. Factors Affecting Handgrip Strength in Menopausal Women at High Risk of Sarcopenia: A National Population-Based Study. *Healthc*. 2024 Dec;12(24).
- Merz KE, Thurmond DC. Role of Skeletal Muscle in Insulin Resistance and Glucose Uptake. *Compr Physiol*. 2020 Jul;10(3):785.
- Evans PL, McMillin SL, Weyrauch LA, Witczak CA. Regulation of Skeletal Muscle Glucose Transport and Glucose Metabolism by Exercise Training. *Nutr* 2019, Vol 11, Page 2432. 2019 Oct;11(10):2432.
- Rubio-Ruiz ME, Guarner-Lans V, Pérez-Torres I, Soto ME. Mechanisms Underlying Metabolic Syndrome-Related Sarcopenia and Possible Therapeutic Measures. *Int J Mol Sci*. 2019 Feb;20(3):647.
- Nishikawa H, Asai A, Fukunishi S, Nishiguchi S, Higuchi K. Metabolic Syndrome and Sarcopenia. *Nutrients*. 2021 Oct;13(10):3519.

- Ioannidou S, Kazeli K, Ventouris H, Amanatidou D, Gkinoudis A, Lymperaki E. Correlation of Vitamin 25(OH)D, Liver Enzymes, Potassium, and Oxidative Stress Markers with Lipid Profile and Atheromatic Index: A Pilot Study. *J Xenobiotics*. 2023 Jun;13(2):193.
- Calvani R, Picca A, Coelho-Júnior HJ, Tosato M, Marzetti E, Landi F. Diet for the prevention and management of sarcopenia. *Metabolism*. 2023 Sep;146:155637.