



## Korelasi antara Kadar Insulin dalam Darah dengan Kekuatan Otot Tangan Kanan dan Kiri pada Kelompok Lanjut Usia

Robert Kosasih<sup>1\*</sup>, Frisca<sup>2</sup>, Alexander Halim Santoso<sup>3</sup>, Edwin Destra<sup>4</sup>, Farell Christian Gunaidi<sup>5</sup>, Ayleen Nathalie Jap<sup>6</sup>, Gracienne<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Bagian Ilmu Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

<sup>2,3</sup>Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

<sup>4,5</sup>Program Studi Pasca Sarjana, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Atmajaya, Indonesia

<sup>6,7</sup>Program Studi Sarjana Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Indonesia

Alamat: Jalan Letjen S. Parman No. 1, Tomang, Grogol petamburan, RT.6/RW.16, Tomang, Grogol petamburan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11440, Indonesia

Korespondensi penulis: [robertkosasih@fk.untar.ac.id](mailto:robertkosasih@fk.untar.ac.id)

**Abstract.** Muscle strength is the ability of muscles to produce power for physical activity, important for mobility, balance and body function. Decreased muscle strength, especially due to aging, negatively impacts quality of life and increases the risk of diseases such as diabetes and cardiovascular disease. Handgrip is a simple method for measuring muscle strength, especially hand grip strength. This study aims to evaluate the relationship between hand grip strength and blood insulin levels in the elderly. This study used a cross-sectional design at the Bina Bhakti Nursing Home with 93 participants aged 60 years and over. Hand grip strength was measured using a dynamometer, and blood insulin levels were measured from venous blood samples. Data were analyzed using Spearman correlation. The results showed an average right hand grip strength of 10.23 kg and left hand 9.33 kg, with an average blood insulin level of 4.83  $\mu$ U/mL. A significant positive correlation was found between right and left hand grip strength ( $\rho = 0.884$ ,  $p < 0.001$ ), as well as between right ( $\rho = 0.218$ ,  $p = 0.036$ ) and left hand grip strength ( $\rho = 0.290$ ,  $p = 0.005$ ) and insulin levels. blood. These results indicate that hand grip strength can be an indicator of metabolic health in the elderly. Interventions such as strength training and proper nutrition are important for maintaining muscle strength and metabolic health in the elderly.

**Keywords:** Elderly, Insulin, Handgrip, Metabolic Health, Muscle Strength

**Abstrak.** Kekuatan otot adalah kemampuan otot menghasilkan tenaga untuk aktivitas fisik yang penting bagi mobilitas, keseimbangan, dan fungsi tubuh. Penurunan kekuatan otot, terutama karena penuaan, berdampak negatif pada kualitas hidup dan meningkatkan risiko penyakit seperti diabetes dan kardiovaskular. Handgrip adalah metode sederhana untuk mengukur kekuatan otot, khususnya kekuatan genggam tangan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi hubungan antara kekuatan genggam tangan dan kadar insulin darah pada lansia. Penelitian ini menggunakan desain cross-sectional di Panti Werdha Bina Bhakti dengan 93 peserta berusia 60 tahun ke atas. Pengukuran kekuatan genggam tangan menggunakan dinamometer (handgrip), dan kadar insulin darah diukur dari sampel darah vena. Data dianalisis dengan korelasi Spearman. Hasil menunjukkan rata-rata kekuatan genggam tangan kanan 10,23 kg dan kiri 9,33 kg, dengan rata-rata kadar insulin darah 4,83  $\mu$ U/mL. Korelasi positif signifikan ditemukan antara kekuatan genggam tangan kanan dan kiri ( $\rho = 0.884$ ,  $p < 0.001$ ), serta antara kekuatan genggam tangan kanan ( $\rho = 0.218$ ,  $p = 0.036$ ) dan kiri ( $\rho = 0.290$ ,  $p = 0.005$ ) dengan kadar insulin darah. Hasil ini menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan dapat menjadi indikator kesehatan metabolik pada lansia. Intervensi seperti latihan kekuatan dan nutrisi yang tepat penting untuk menjaga kekuatan otot dan kesehatan metabolik pada lansia.

**Kata kunci:** Lansia, Insulin, Handgrip, Kesehatan Metabolik, Kekuatan Otot

## 1. LATAR BELAKANG

Kekuatan otot adalah kemampuan otot untuk menghasilkan tenaga guna melakukan berbagai aktivitas fisik. Kekuatan otot berperan penting dalam menjaga mobilitas, keseimbangan, dan fungsi tubuh secara keseluruhan. Penurunan kekuatan otot dapat berdampak negatif pada kualitas hidup dan meningkatkan risiko berbagai kondisi kesehatan, termasuk diabetes dan penyakit kardiovaskular. Penyebab paling umum dari penurunan kekuatan otot adalah proses penuaan alami. Seiring bertambahnya usia, manusia mulai kehilangan massa otot dan kekuatan secara bertahap sejak usia 30 atau 40 tahun. Proses penurunan ini tidak terjadi secara tiba-tiba tetapi berlangsung secara bertahap dan mulai meningkat lebih cepat antara usia 65 dan 80 tahun. Pada rentang usia tersebut, penurunan kekuatan dan massa otot menjadi lebih signifikan. (Espina et al., 2022; Smith et al., 2023; Zhang et al., 2024)

Tingkat penurunan kekuatan bervariasi antar individu, namun secara umum, seseorang dapat kehilangan hingga 8% dari massa otot setiap dekade. Semua orang akan mengalami penurunan massa otot seiring berjalannya waktu sebagai bagian dari proses penuaan. Faktor-faktor seperti kurangnya aktivitas fisik, pola makan yang tidak adekuat, dan adanya kondisi kesehatan kronis seperti diabetes atau penyakit jantung dapat mempercepat proses penurunan kekuatan otot. Penurunan kekuatan otot ini berdampak signifikan pada kehidupan sehari-hari, karena dapat menyebabkan berkurangnya mobilitas dan keseimbangan, mengurangi kemampuan individu untuk menjalani aktivitas sehari-hari secara mandiri seperti berjalan, mengangkat benda, atau bahkan bangun dari kursi. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi kemampuan fisik, tetapi juga dapat berdampak pada kualitas hidup secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penurunan kekuatan otot dan mencari cara untuk memperlambat proses ini melalui intervensi seperti latihan kekuatan dan nutrisi yang tepat. (Crosignani et al., 2021; Hotta et al., 2020; Li et al., 2018a; Uemura et al., 2019; Widajanti et al., 2022)

*Handgrip* adalah metode sederhana dan efektif untuk mengukur kekuatan otot, khususnya kekuatan genggaman tangan. Kekuatan genggaman tangan adalah tenaga yang diperlukan untuk menggenggam suatu objek dan sangat penting untuk berbagai aktivitas fungsional dalam kehidupan sehari-hari. Kekuatan genggaman tangan merupakan indikator yang berguna dalam berbagai situasi klinis dan dapat diukur dengan mudah dengan biaya rendah. Selain itu, kekuatan genggaman tangan juga dikaitkan dengan beberapa penyakit kronis, penurunan kognitif, lama tinggal di rumah sakit, dan kematian. (S. Y. Lee, 2021; Li et al., 2017; Lontoh et al., 2024)

Penurunan kekuatan otot pada orang tua sering kali dikaitkan dengan faktor-faktor seperti penurunan aktivitas fisik, perubahan metabolik, dan kondisi kesehatan kronis. Salah satu faktor penting yang berperan dalam kekuatan otot adalah insulin. Insulin adalah hormon yang membantu mengatur kadar glukosa dalam darah dan memainkan peran penting dalam metabolisme otot. Insulin membantu dalam penyerapan glukosa oleh otot untuk digunakan sebagai energi dan dalam sintesis protein otot, yang penting untuk pemeliharaan dan perbaikan otot. Penurunan sensitivitas insulin atau resistensi insulin dapat berdampak negatif pada kesehatan otot dan berkontribusi pada penurunan kekuatan otot pada orang tua. (Gepstein & Weiss, 2019; Li et al., 2018a; Widajanti et al., 2022; Zhang et al., 2024)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi hubungan antara kekuatan genggam tangan dan kadar insulin darah pada individu lanjut usia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah ada korelasi signifikan antara kedua variabel tersebut dan bagaimana kekuatan otot yang diukur melalui *handgrip* dapat menjadi indikator kesehatan metabolik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru mengenai kekuatan otot dalam pengelolaan kesehatan metabolik dan pencegahan komplikasi terkait diabetes pada populasi lansia.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Kekuatan otot mengacu pada kemampuan otot untuk menghasilkan daya selama kontraksi. Ini merupakan komponen penting dari kebugaran fisik yang memungkinkan seseorang untuk melakukan aktivitas sehari-hari serta tugas-tugas yang lebih berat. Kekuatan otot dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk usia, jenis kelamin, genetik, dan tingkat aktivitas fisik. Kekuatan otot yang baik penting untuk mempertahankan mobilitas, keseimbangan, dan mengurangi risiko cedera. (Aba Alkhayl et al., 2021; Aruna, 2024; Bawadi et al., 2020)

Kekuatan otot umumnya mengalami penurunan seiring bertambahnya usia. Proses penurunan ini dimulai sejak usia 50 tahun, dengan penurunan kekuatan otot sekitar 1-2% setiap tahunnya. Laju penurunan ini dapat meningkat hingga 3% per tahun setelah usia 60 tahun. Penurunan kekuatan otot ini berdampak signifikan pada kehidupan sehari-hari, karena dapat menyebabkan berkurangnya mobilitas dan keseimbangan, mengurangi kemampuan individu untuk menjalani aktivitas sehari-hari secara mandiri. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi kemampuan fisik, tetapi juga dapat berdampak pada kualitas hidup secara keseluruhan. Orang tua yang mengalami penurunan kekuatan otot mungkin menghadapi kesulitan dalam melakukan tugas-tugas sederhana seperti berjalan, mengangkat benda, atau bahkan bangun dari kursi. (Fhon et al., 2023; Kopecky, 2023; Masanes Toran et al., 2012)

Handgrip adalah metode pengukuran kekuatan otot melalui kekuatan genggam tangan. Alat yang digunakan disebut dinamometer genggam tangan, yang mengukur tekanan yang diberikan oleh tangan saat menggenggam alat tersebut. Handgrip merupakan indikator yang berguna untuk menilai kesehatan otot secara umum karena korelasinya yang kuat dengan kekuatan otot tubuh bagian atas dan bawah. Pengukuran handgrip mudah dilakukan, non-invasif, dan memberikan data yang cepat dan akurat mengenai kondisi otot seseorang. (Bouchi et al., 2017; Tahramuzi, 2023; Tan et al., 2022)

Insulin adalah hormon yang diproduksi oleh pankreas yang berfungsi untuk mengatur kadar glukosa dalam darah. Insulin memungkinkan sel-sel tubuh untuk menyerap glukosa dari aliran darah dan menggunakannya sebagai sumber energi. Selain perannya dalam metabolisme glukosa, insulin juga berpengaruh pada metabolisme lemak dan protein. Sensitivitas insulin yang baik penting untuk kesehatan otot karena insulin mempromosikan sintesis protein otot dan penyerapan glukosa oleh otot. Resistensi insulin, atau penurunan sensitivitas insulin, dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan termasuk penurunan kekuatan otot dan diabetes tipe 2. (Moniaga et al., 2024; Ogawa et al., 2022; Sears & Saha, 2022; Szablewski, 2024)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional* yang dilakukan di Panti Werdha Bina Bhakti. Sampel minimal yang dibutuhkan dalam studi awal ini adalah 30 responden, dengan teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling*. Penelitian ini hanya melibatkan peserta yang berusia di atas 60 tahun dan tinggal di Panti Werdha Bina Bhakti, dengan pengecualian bagi mereka yang tidak bersedia menandatangani formulir persetujuan informasi, mengalami gangguan mental berat atau psikosis, atau tidak mau berpartisipasi sepenuhnya dalam penelitian. Proses penelitian terdiri dari beberapa tahap, termasuk pengajuan proposal ke Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tarumanagara, telaah etik penelitian, kerjasama dan sosialisasi dengan panti asuhan, pelaksanaan penelitian, serta pengumpulan dan pengolahan data.

Variabel dalam penelitian ini meliputi kadar insulin darah dan kekuatan genggam tangan (*handgrip*). Pengukuran kadar insulin darah dilakukan dengan pengambilan darah vena dan diperiksa sesuai dengan standar prosedur laboratorium. Hasil pemeriksaan kadar insulin darah dinyatakan dalam satuan mikro unit per mililiter ( $\mu\text{U/mL}$ ). Pengukuran kekuatan genggam tangan dilakukan menggunakan dinamometer genggam tangan. Hasil pengukuran kekuatan genggam tangan dicatat dalam satuan kilogram (kg). Seluruh proses

pengukuran kekuatan genggam tangan dilaksanakan sesuai dengan standar operasional pelayanan medis yang berlaku.

Analisis statistik dalam penelitian ini melibatkan penyajian deskriptif dengan menampilkan data proporsi (%) untuk data kualitatif dan data distribusi terpusat untuk data kuantitatif. Analisis korelasi Spearman digunakan untuk data numerik-numerik guna menilai hubungan antar variabel. Tingkat signifikansi yang diharapkan dalam penelitian ini adalah 5% dengan kekuatan penelitian sebesar 80%.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan individu berusia minimal 60 tahun yang tinggal di Panti Werdha Bina Bhakti, dengan rata-rata usia peserta adalah 74,19 tahun ( $SD = 7,9$ ), dan usia median 75 tahun (rentang 61-97 tahun). Distribusi jenis kelamin menunjukkan bahwa dari total 93 peserta, 16 orang (17,2%) adalah laki-laki dan 77 orang (82,8%) adalah perempuan, mencerminkan dominasi populasi perempuan di panti tersebut. Pengukuran kekuatan genggam tangan (*handgrip*) dilakukan pada tangan kanan dan kiri. Hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan genggam tangan kanan adalah 10,23 kg ( $SD = 6,41$ ) dengan median 9,8 kg (rentang 1,2-32,3 kg), sementara tangan kiri menunjukkan rata-rata 9,33 kg ( $SD = 6,56$ ) dengan median 10,2 kg (rentang 1-29,7 kg). Variasi yang cukup besar dalam kekuatan genggam tangan ini mencerminkan perbedaan kondisi kesehatan dan tingkat aktivitas fisik di antara para peserta. Pengukuran kadar insulin darah menunjukkan rata-rata 4,83  $\mu U/mL$  ( $SD = 1,81$ ) dengan median 4,33  $\mu U/mL$  (rentang 2,12-11,1  $\mu U/mL$ ). Variasi dalam kadar insulin ini memberikan gambaran mengenai status metabolik peserta dan potensi risiko terhadap penyakit metabolik seperti diabetes. Data klinis ini memberikan wawasan penting mengenai karakteristik demografis dan kesehatan peserta, yang dapat membantu dalam merancang intervensi kesehatan yang lebih tepat sasaran di Panti Werdha Bina Bhakti. Hasil karakteristik dasar responden penelitian terjadi dalam Tabel 1.

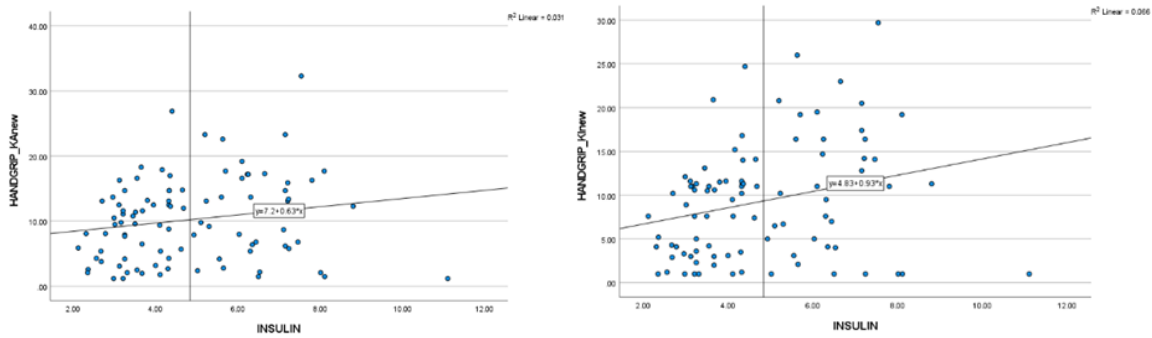
**Tabel. 1 Hasil Karakteristik Dasar Responden Penelitian**

| Parameter       | Kategori  | N (%)     | Mean (SD)    | Med (Min-Max)    |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|------------------|
| Usia            |           |           | 74.19 (7.9)  | 75<br>(61-97)    |
| Jenis Kelamin   | Laki-Laki | 16 (17.2) |              |                  |
|                 | Perempuan | 77 (82.8) |              |                  |
| <i>Handgrip</i> | Kanan     |           | 10.23 (6.41) | 9.8 (1.2-32.3)   |
|                 | Kiri      |           | 9.33 (6.56)  | 10.2 (1-29.7)    |
| Insulin         |           |           | 4.83 (1.81)  | 4.33 (2.12-11.1) |

Analisis korelasi Spearman menunjukkan hubungan yang signifikan antara kekuatan genggam tangan kanan, kekuatan genggam tangan kiri, dan kadar insulin darah pada peserta penelitian. Hasil menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan kanan memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan kekuatan genggam tangan kiri ( $\rho = 0.884$ ,  $p < 0.001$ ). Ini menunjukkan bahwa peningkatan kekuatan pada satu tangan cenderung diikuti oleh peningkatan kekuatan pada tangan yang lain. Selain itu, kekuatan genggam tangan kanan juga memiliki korelasi positif yang signifikan dengan kadar insulin darah ( $\rho = 0.218$ ,  $p = 0.036$ ), yang mengindikasikan bahwa individu dengan kekuatan genggam tangan kanan yang lebih besar cenderung memiliki kadar insulin yang lebih tinggi. Kekuatan genggam tangan kiri juga menunjukkan korelasi positif yang signifikan dengan kadar insulin darah ( $\rho = 0.290$ ,  $p = 0.005$ ). Korelasi ini menunjukkan hubungan yang saling terkait antara kekuatan fisik dan status metabolik pada populasi lansia yang diteliti. Temuan ini memberikan wawasan penting mengenai potensi penggunaan pengukuran kekuatan genggam tangan sebagai indikator kesehatan metabolik pada lansia. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan pada responden. (Tabel 2 dan Gambar 1)

**Tabel 2. Korelasi Antara Kekuatan Tangan Kanan, Kekuatan Tangan Kiri, dan Insulin pada Kelompok Lanjut Usia di Panti Werdha Bina Bhakti**

| Paramater                                                          |                       |                                | <i>Handgrip Kanan</i> | <i>Handgrip Kiri</i> | Insulin |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|---------|
| Spearman's rho                                                     | <i>Handgrip Kanan</i> | <i>Coefficient Correlation</i> | 1                     | 0.884**              | 0.218*  |
|                                                                    |                       | <i>Sig. (2-tailed)</i>         | .                     | <0.001               | 0.036   |
|                                                                    |                       | N                              | 93                    | 93                   | 93      |
|                                                                    | <i>Handgrip Kiri</i>  | <i>Coefficient Correlation</i> | 0.884**               | 1                    | 0.290** |
|                                                                    |                       | <i>Sig. (2-tailed)</i>         | <0.001                | .                    | 0.005   |
|                                                                    |                       | N                              | 93                    | 93                   | 93      |
|                                                                    | Insulin               | <i>Coefficient Correlation</i> | 0.218*                | 0.290**              | 1       |
|                                                                    |                       | <i>Sig. (2-tailed)</i>         | 0.036                 | 0.005                | .       |
|                                                                    |                       | N                              | 93                    | 93                   | 93      |
| ** <i>Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).</i> |                       |                                |                       |                      |         |
| * <i>Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).</i>  |                       |                                |                       |                      |         |



**Gambar 1. Scatter Plot Korelasi antara Kekuatan Tangan Kanan, Kekuatan Tangan Kiri, dan Insulin**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan kanan ( $\rho = 0.218$ ,  $p = 0.036$ ) dan tangan kiri ( $\rho = 0.290$ ,  $p = 0.005$ ) memiliki korelasi positif yang signifikan dengan kadar insulin darah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Bawadi et al. (2020) dan Nakanishi (2024) yang menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan memiliki hubungan signifikan dengan resistensi insulin dan kontrol glikemik pada individu dengan diabetes. Penelitian mereka menemukan bahwa kekuatan genggam tangan berhubungan terbalik dengan resistensi insulin, kadar insulin puasa, kadar glukosa puasa, dan kadar HbA1c. Individu dengan kekuatan genggam tangan yang lebih tinggi cenderung memiliki kontrol glikemik yang lebih baik dan risiko lebih rendah terhadap komplikasi diabetes. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran kekuatan genggam tangan dapat menjadi indikator yang berguna dalam menilai risiko diabetes dan efektivitas intervensi medis yang sedang dijalani. (Bawadi et al., 2020; Nakanishi, 2024; Pérez-Sousa et al., 2020; Santoso et al., 2023)

Sementara itu, Nakanishi (2024) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa kekuatan genggam tangan yang lebih rendah berhubungan erat dengan peningkatan resistensi insulin dan kontrol glikemik yang buruk. Penelitian ini menyoroti pentingnya menjaga kekuatan otot melalui aktivitas fisik dan latihan kekuatan sebagai bagian dari strategi pengelolaan diabetes. Nakanishi juga menunjukkan bahwa penurunan kekuatan genggam tangan dapat menjadi tanda awal dari masalah metabolik yang memerlukan perhatian medis lebih lanjut. (Nakanishi, 2024)

Selain itu, terdapat studi yang melaporkan prevalensi kekuatan genggam tangan yang rendah lebih tinggi pada pasien dengan diabetes tipe 2 yang menjalani pengobatan insulin dibandingkan dengan mereka yang tidak menjalani pengobatan insulin. Namun, terdapat temuan yang bertentangan seperti yang disampaikan oleh Li et al. (2017), yang menyatakan adanya hubungan positif antara kekuatan genggam tangan dan resistensi insulin, terutama pada anak-anak. Meskipun hasil penelitian kami menunjukkan korelasi positif yang mungkin

tampak bertentangan dengan beberapa temuan sebelumnya, hasil ini masih menunjukkan adanya hubungan yang saling terkait antara kekuatan fisik dan status metabolik pada populasi lansia. Korelasi positif ini mungkin mencerminkan adaptasi fisiologis tertentu pada populasi lansia yang perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian ini menambahkan bukti bahwa kekuatan genggam tangan dapat menjadi indikator penting dalam menilai kesehatan metabolik, terutama dalam populasi lansia. (Chen et al., 2023; García-Alfaro et al., 2022; Li et al., 2018b)

Berdasarkan penelitian Raed et al. (2021), mekanisme fisiologis yang mendasari hubungan antara kekuatan genggam tangan dan diabetes mungkin melibatkan beberapa faktor yang kompleks. Salah satu faktor utama adalah penurunan massa otot, yang sering terjadi pada individu lanjut usia. Penurunan massa otot ini dapat menyebabkan penurunan kapasitas otot untuk menyerap glukosa dari darah secara efisien. Ketika otot tidak dapat menyerap glukosa dengan baik, tingginya kadar glukosa dalam darah, dan peningkatan kadar insulin untuk mengkompensasi. Seiring waktu, peningkatan kadar insulin ini dapat menyebabkan sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin, yang dikenal sebagai resistensi insulin. Resistensi insulin ini merupakan faktor kunci dalam perkembangan diabetes tipe 2. Selain itu, penurunan aktivitas fisik yang sering menyertai penurunan massa otot juga dapat berkontribusi pada buruknya kontrol glikemik dan mempercepat progresi diabetes. Dengan demikian, kekuatan genggam tangan yang rendah mungkin merupakan indikator awal dari masalah metabolik yang lebih besar, yang mencakup resistensi insulin dan progresi diabetes. (Aruna, 2024; W. J. Lee et al., 2016; Raed et al., 2021)

Keterbatasan penelitian ini berupa populasi sampel dengan sebaran usia dan jenis kelamin yang belum seimbang, yang cenderung didominasi oleh responden perempuan (82.8%). Beberapa faktor luar yang dapat mempengaruhi kadar insulin dan kekuatan genggam tangan, seperti diet, aktivitas fisik, dan kondisi kesehatan lainnya, juga belum diperhitungkan dalam studi ini. Selain itu, penelitian ini menggunakan desain *cross-sectional*, sehingga tidak dapat menentukan hubungan kausal antara kekuatan genggam tangan dan resistensi insulin. Diharapkan pada studi berikutnya, faktor-faktor tersebut dapat dipertimbangkan dan dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara kekuatan genggam tangan dan resistensi insulin. Penelitian longitudinal juga diperlukan untuk memahami dinamika perubahan kekuatan genggam tangan dan resistensi insulin dari waktu ke waktu.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kekuatan otot yang diukur melalui kekuatan genggaman tangan memiliki hubungan signifikan dengan kadar insulin darah pada populasi lanjut usia. Individu dengan kekuatan otot yang lebih tinggi cenderung memiliki kadar insulin yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan otot tidak hanya mencerminkan kondisi fisik, tetapi juga dapat menjadi indikator sederhana dalam menilai status metabolik lansia. Temuan ini menekankan pentingnya mempertahankan kekuatan otot melalui latihan dan nutrisi untuk mendukung fungsi metabolik dan mencegah risiko diabetes pada populasi lanjut usia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aba Alkhayl, F. F., Ismail, A. S., Celis-Morales, C., Wilson, J., Radjenovic, A., Johnston, L., Welsh, P., Sattar, N., Gill, J. M. R., Preston, T. J., & Gray, S. R. (2021). *Muscle protein synthesis and muscle/metabolic responses to resistance exercise training in South Asian and White European men*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-818864/v1>
- Aruna, R. (2024). Normal weight obesity associated with enhanced echo intensity, insulin resistance, and decreased muscle strength in young adults. *Indian Journal of Community Medicine*. [https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm\\_291\\_23](https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_291_23)
- Bawadi, H., Alkhatib, D., Abuhijleh, H., Alalwani, J., Majed, L., & Shi, Z. (2020). Muscle strength and glycaemic control among patients with type 2 diabetes. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu12030771>
- Bouchi, R., Fukuda, T., Takeuchi, T., Nakano, Y., Murakami, M., Minami, I., Izumiyama, H., Hashimoto, K., Yoshimoto, T., & Ogawa, Y. (2017). Insulin treatment attenuates decline of muscle mass in Japanese patients with type 2 diabetes. *Calcified Tissue International*. <https://doi.org/10.1007/s00223-017-0251-x>
- Chen, P., Lee, Y., Chiang, C.-H., Chang, H.-H., Lu, C., & Huang, K. (2023). Sex differences and positive dose-response relationships between serum osteocalcin levels and low muscle strength. *Gerontology*, 69(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1159/000531371>
- Croignani, S., Sadini, C., Calvani, R., Marzetti, E., & Cesari, M. (2021). Sarcopenia in primary care: Screening, diagnosis, management. *The Journal of Frailty & Aging*, 10(3), 226–232. <https://doi.org/10.14283/jfa.2020.63>
- Espina, S., Sanz-Paris, A., Bernal-Monterde, V., Casas-Deza, D., & Arbonés-Mainar, J. M. (2022). Role of branched-chain amino acids and their derivative  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate in liver cirrhosis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(24), 7337. <https://doi.org/10.3390/jcm11247337>
- Fhon, J. R. S., Silva, A. R. F., Lima, E. F. C., Santos Neto, A. P. dos, Henao-Castaño, Á. M., Fajardo-Ramos, E., & Püschel, V. A. A. (2023). Association between sarcopenia, falls, and cognitive impairment in older people: A systematic review with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph20054156>
- García-Alfaro, P., García, S., Rodríguez, I., Bergamaschi, L., & Pérez-López, F. R. (2022). Relationship between handgrip strength and endogenous hormones in postmenopausal

- women. *Menopause the Journal of the North American Menopause Society*, 30(1), 11–17. <https://doi.org/10.1097/gme.0000000000002093>
- Gepstein, V., & Weiss, R. (2019). Obesity as the main risk factor for metabolic syndrome in children. *Frontiers in Endocrinology*, 10. <https://doi.org/10.3389/FENDO.2019.00568>
- Hotta, N., Hori, A., Okamura, Y., Baba, R., Watanabe, H., Sugawara, J., Kim, H.-K., Ishizawa, R., Iwamoto, G. A., Vongpatanasin, W., Mitchell, J. H., Smith, S. A., & Mizuno, M. (2020). Insulin resistance is an independent factor to determine an exaggerated pressor response to ischemic rhythmic handgrip in non-diabetic older adults. *The FASEB Journal*. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.03174>
- Kopecky, C. (2023). Effect of insulin insufficiency on ultrastructure and function in skeletal muscle. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13380>
- Lee, S. Y. (2021). Handgrip strength: An irreplaceable indicator of muscle function. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 45(3), 167–169. <https://doi.org/10.5535/arm.21106>
- Lee, W. J., Peng, L. N., Chiou, S. T., & Chen, L. K. (2016). Relative handgrip strength is a simple indicator of cardiometabolic risk among middle-aged and older people: A nationwide population-based study in Taiwan. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160876>
- Li, S., Zhang, R., Pan, G., Zheng, L., & Li, C. (2018a). Handgrip strength is associated with insulin resistance and glucose metabolism in adolescents: Evidence from National Health and Nutrition Examination Survey 2011 to 2014. *Pediatric Diabetes*, 19(3), 375–380. <https://doi.org/10.1111/pedi.12596>
- Li, S., Zhang, R., Pan, G., Zheng, L., & Li, C. (2018b). Handgrip strength is associated with insulin resistance and glucose metabolism in adolescents: Evidence from National Health and Nutrition Examination Survey 2011 to 2014. *Pediatric Diabetes*, 19(3), 375–380. <https://doi.org/10.1111/pedi.12596>
- Li, S., Zhang, R., Zheng, L., & Chen, W. (2017). Handgrip strength is associated with insulin resistance in US adolescents: Experience in NHANES 2011–2014. *Circulation*, 135(Suppl\_1). [https://doi.org/10.1161/circ.135.suppl\\_1.33](https://doi.org/10.1161/circ.135.suppl_1.33)
- Lontoh, S. O., Santoso, A. H., Made, I., Jaya, S. P., Gunaidi, C., Kurniawan, J., & Nathaniel, F. (2024). Edukasi dan deteksi dini kekuatan otot sebagai prediktor kejadian sarkopenia pada kelompok lanjut usia. *Jurnal Serina Abdimas*, 2(3), 884–889. <https://doi.org/10.24912/JSA.V2I3.32000>
- Masanés Toran, F., Culla, A., Navarro-Gonzalez, M., Navarro-Lopez, M., Sacanella, E., Torres, B., & Lopez-Soto, A. (2012). Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 16(2), 184–187. <https://doi.org/10.1007/s12603-011-0108-3>
- Moniaga, C. S., Sugiharto, H., Febriastuti, A., Gunaidi, F. C., Destra, E., & Firmansyah, Y. (2024). Program edukasi masyarakat dengan edukasi beserta skrining kadar vitamin D untuk kesehatan rambut pada lanjut usia. *Jurnal ABDIMAS Indonesia*, 2(2), 110–118.
- Nakanishi, S. (2024). The impact of handgrip strength and waist circumference on glycemic control: Prospective, observational study using outpatient clinical data in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Investigation*. <https://doi.org/10.1111/jdi.14200>

- Ogawa, W., Araki, E., Ishigaki, Y., Hirota, Y., Maegawa, H., Yamauchi, T., Yorifuji, T., & Katagiri, H. (2022). New classification and diagnostic criteria for insulin resistance syndrome. *Endocrine Journal*. <https://doi.org/10.1507/endocrj.ej21-0725>
- Pérez-Sousa, M. Á., Pozo-Cruz, J. del, Cano-Gutiérrez, C. A., Ferrebuz, A., Cuellar, C. S., Izquierdo, M., Hernández-Quinónez, P. A., & Ramírez-Vélez, R. (2020). Glucose levels as a mediator of the detrimental effect of abdominal obesity on relative handgrip strength in older adults. *Journal of Clinical Medicine*. <https://doi.org/10.3390/jcm9082323>
- Raed, A., Bilz, J., Cortez-Cooper, M., Young, L., Chen, L., Cromer, P., Zhu, H., Mazzoli, A., Parikh, S., Bhagatwala, J., Dong, Y., Sun, Z., Layman, D., & Dong, Y. (2021). Handgrip and sex-specific cardiometabolic risk factors in Hispanic/Latino migrant farmworkers. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89138-y>
- Santoso, A. H., Silaban, D. Y. L., & Charissa, O. (2023). Pemetaan awal kadar 25 (OH) D dan faktor risiko defisiensi vitamin D pada dewasa muda di Jakarta Barat. *Tarumanagara Medical Journal*, 5(1), 16–25.
- Sears, B., & Saha, A. K. (2022). Dietary activation of AMP-activated protein kinase (AMPK) to treat insulin resistance. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103787>
- Smith, L., Shin, J. I., López Sánchez, G. F., Schuch, F., Tully, M., Barnett, Y., Butler, L., Pizzol, D., Veronese, N., Soysal, P., Kostev, K., Jacob, L., & Koyanagi, A. (2023). Physical multimorbidity and sarcopenia among adults aged  $\geq 65$  years in low- and middle-income countries. *Gerontology*, 69(4), 406–415. <https://doi.org/10.1159/000527341>
- Szablewski, L. (2024). Changes in cells associated with insulin resistance. *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms25042397>
- Tahramuzi, M. (2023). The effect of long-term strength training on serum levels of betatrophin and irisin in elderly men with type 2 diabetes. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*. <https://doi.org/10.34172/mj.2023.036>
- Tan, S., Günendi, Z., Meray, J., & Yetkin, İ. (2022). The evaluation of muscle strength and architecture in type 1 diabetes mellitus: A cross-sectional study. *BMC Endocrine Disorders*. <https://doi.org/10.1186/s12902-022-01062-y>
- Uemura, K., Doi, T., Lee, S., & Shimada, H. (2019). Sarcopenia and low serum albumin level synergistically increase the risk of incident disability in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(1), 90–93. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.06.011>
- Widajanti, N., Soelistijo, S., Hadi, U., Thaha, M., Aditiawardana, Widodo, Firdausi, H., Nurina, Y., Asikin, M., Srinowati, H., & Syakdiyah, N. (2022). Association between sarcopenia and insulin-like growth factor-1, myostatin, and insulin resistance in elderly patients undergoing hemodialysis. *Journal of Aging Research*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/1327332>
- Zhang, Y., Zhang, K., Huang, S., Li, W., & He, P. (2024). A review on associated factors and management measures for sarcopenia in type 2 diabetes mellitus. *Medicine*, 103(16), e37666. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000037666>