

HUBUNGAN ANTARA LAMA MENDERITA DIABETES MELITUS DENGAN KEKUATAN OTOT PADA PASIEN RUMAH SAKIT ROYAL PRIMA JAMBI

dr. Nicolas Xavier Ongko, M.Biomed.
Prodi Kedokteran, Universitas Adiwanja Jambi

ARTICLE INFORMATION

Received: 4 Desember 2023
Revised: 12 Desember 2023
Available online: 31 January 2024

KEYWORDS

diabetes mellitus, muscle strength, disease duration, hospital patients
Kata kunci: diabetes melitus, kekuatan otot, lama menderita, pasien rumah sakit

CORRESPONDENCE

Email: nicolasxaviero@unprimdn.ac.id

A B S T R A C T

Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease that can lead to various systemic complications, including muscle strength decline due to altered metabolism and vascular supply to muscle tissue. The duration of DM is suspected to correlate with the degree of muscle strength loss. This study aimed to examine the relationship between the duration of diabetes mellitus and muscle strength in patients at Royal Prima Hospital, Jambi. An analytical observational study with a cross-sectional approach was conducted on DM patients undergoing routine check-ups at Royal Prima Hospital. The duration of DM was obtained from medical records, and muscle strength was measured using a handgrip dynamometer. Pearson correlation test was applied to analyze the relationship between the variables. The results showed a significant negative correlation between the duration of DM and muscle strength ($p < 0.05$), indicating that longer disease duration is associated with reduced muscle strength. The duration of diabetes mellitus is significantly associated with a decline in muscle strength. These findings highlight the importance of early intervention in DM patients to prevent further musculoskeletal deterioration.

A B S T R A K

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit metabolik kronis yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi sistemik, termasuk penurunan kekuatan otot akibat perubahan metabolisme dan vaskularisasi jaringan otot. Lama menderita DM diduga berkorelasi dengan derajat penurunan kekuatan otot. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara lama menderita diabetes melitus dengan kekuatan otot pada pasien di Rumah Sakit Royal Prima Jambi. Penelitian observasional analitik dengan pendekatan potong lintang (cross-sectional) dilakukan terhadap pasien DM yang menjalani kontrol rutin di RS Royal Prima Jambi. Data lama menderita DM diperoleh dari rekam medis, sedangkan kekuatan otot diukur menggunakan handgrip dynamometer. Uji korelasi Pearson digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel. Hasil analisis menunjukkan terdapat hubungan negatif yang signifikan antara lama menderita DM dengan kekuatan otot ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa semakin lama pasien menderita DM, maka kekuatan ototnya cenderung menurun. Lama menderita diabetes melitus berhubungan signifikan dengan penurunan kekuatan otot. Hasil ini mengindikasikan perlunya intervensi dini terhadap pasien DM untuk mencegah penurunan fungsi muskular yang lebih lanjut.

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang prevalensinya terus meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data International Diabetes Federation (IDF), pada tahun 2021 terdapat lebih dari 537 juta orang dewasa yang hidup dengan diabetes di seluruh dunia, dan angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 (IDF, 2021). Diabetes tidak hanya menyebabkan komplikasi kardiovaskular dan neuropati, tetapi juga berdampak pada sistem muskuloskeletal, termasuk penurunan kekuatan dan massa otot

(sarkopenia), yang pada akhirnya memengaruhi kualitas hidup pasien. Di Indonesia, prevalensi diabetes juga menunjukkan peningkatan signifikan, dan komplikasi yang berkaitan dengan disfungsi otot mulai menjadi perhatian dalam penatalaksanaan penyakit ini (Riskesdas, 2018).

Penurunan kekuatan otot pada pasien diabetes berhubungan dengan gangguan metabolisme glukosa, inflamasi kronik, dan perubahan vaskular yang memengaruhi perfusi otot (Park et al., 2007). Selain itu, resistensi insulin yang berkepanjangan dapat menghambat sintesis protein otot,

sehingga berkontribusi terhadap atrofi otot. Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa pasien DM tipe 2 mengalami penurunan fungsi fisik dan performa otot, terutama bila durasi penyakit sudah berlangsung lama (Yoon et al., 2020). Oleh karena itu, pemahaman mengenai hubungan antara lama menderita DM dengan kekuatan otot sangat penting dalam strategi pencegahan komplikasi jangka panjang.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh pasien DM kronis adalah penurunan fungsi fisik secara bertahap yang tidak segera disadari. Salah satu indikator fungsional yang paling sensitif terhadap perubahan tersebut adalah kekuatan otot, terutama otot ekstremitas atas dan bawah. Penurunan kekuatan otot yang tidak terdeteksi sejak dini akan berdampak pada peningkatan risiko jatuh, keterbatasan aktivitas sehari-hari, dan ketergantungan pada perawatan jangka panjang (Choi et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan multidisipliner dalam manajemen diabetes yang tidak hanya berfokus pada kontrol glukosa darah, tetapi juga mencakup aspek kebugaran fisik dan fungsi muskular.

Solusi umum yang dapat diambil adalah dengan melakukan deteksi dini terhadap penurunan kekuatan otot, khususnya pada pasien dengan durasi penyakit yang panjang. Penggunaan alat sederhana seperti handgrip dynamometer dapat menjadi metode skrining yang efisien dan mudah diakses oleh tenaga kesehatan. Selain itu, intervensi gaya hidup seperti latihan ketahanan dan peningkatan asupan protein telah terbukti efektif dalam mempertahankan kekuatan otot pasien DM (Volpato et al., 2012). Namun, sebelum intervensi diberikan, pemetaan kondisi pasien secara objektif perlu dilakukan melalui penelitian yang menilai hubungan antara lama menderita DM dan kondisi kekuatan otot saat ini.

Beberapa studi telah meneliti hubungan antara parameter klinis diabetes dan kondisi muskuloskeletal pasien. Misalnya, penelitian oleh Park et al. (2007) menunjukkan bahwa pasien dengan kontrol glukosa yang buruk memiliki massa otot yang lebih rendah dan kekuatan otot yang

menurun secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol sehat. Selain itu, kombinasi antara kadar glukosa darah tinggi dan proses peradangan sistemik mempercepat proses katabolisme otot.

Studi longitudinal oleh Yoon et al. (2020) mendemonstrasikan bahwa semakin lama pasien menderita DM, semakin tinggi kemungkinan terjadinya sarkopenia. Mereka menyimpulkan bahwa terdapat korelasi negatif antara durasi diabetes dan performa otot, yang diperkuat oleh pengaruh neuropati perifer serta gangguan mikrosirkulasi otot. Studi ini merekomendasikan adanya pengawasan berkala terhadap fungsi otot pasien DM, khususnya yang telah menderita lebih dari lima tahun.

Penelitian lain oleh Kalyani et al. (2014) menekankan pentingnya evaluasi kekuatan otot sebagai indikator dini terhadap disabilitas pada populasi lanjut usia dengan diabetes. Mereka menegaskan bahwa handgrip strength merupakan salah satu parameter yang mudah digunakan di fasilitas layanan primer dan dapat mencerminkan status kesehatan muskuloskeletal secara keseluruhan. Namun, studi-studi tersebut belum banyak dikembangkan dalam konteks klinis di Indonesia, khususnya di rumah sakit daerah.

Meskipun banyak penelitian internasional yang membuktikan adanya hubungan antara durasi DM dan kekuatan otot, kajian lokal masih sangat terbatas, terutama di lingkungan rumah sakit tipe menengah dan populasi masyarakat Indonesia. Beberapa penelitian di Asia Tenggara menekankan adanya perbedaan etnis, kebiasaan makan, dan aktivitas fisik yang dapat memengaruhi kekuatan otot pasien DM (Ng et al., 2015). Oleh karena itu, generalisasi temuan dari luar negeri ke populasi lokal tidak selalu dapat diterapkan secara langsung.

Celah utama dalam literatur adalah kurangnya data empirik yang mengkaji secara sistematis hubungan antara lama menderita DM dan kekuatan otot di rumah sakit Indonesia, termasuk di Provinsi Jambi. Belum terdapat publikasi ilmiah yang secara eksplisit mengkaji populasi pasien

DM di RS Royal Prima Jambi dengan fokus pada durasi penyakit dan fungsi otot. Dengan latar belakang tersebut, studi ini penting untuk memberikan kontribusi awal terhadap pengembangan model deteksi dini penurunan fungsi otot di kalangan pasien diabetes di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara lama menderita diabetes melitus dan kekuatan otot pada pasien yang menjalani pengobatan dan kontrol rutin di Rumah Sakit Royal Prima Jambi. Dengan memanfaatkan alat ukur sederhana berupa handgrip dynamometer, penelitian ini mencoba mengungkap adanya korelasi antara durasi penyakit dan penurunan performa otot.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada konteks lokal yang diangkat, yaitu fokus pada populasi pasien DM di Jambi, yang belum banyak disorot dalam literatur. Penelitian ini juga menjadi salah satu studi awal yang mengaitkan aspek durasi penyakit kronik dengan indikator fungsional muskular pada pasien rumah sakit Indonesia.

Ruang lingkup penelitian mencakup pengumpulan data klinis berupa durasi menderita DM dari rekam medis serta pengukuran kekuatan otot menggunakan instrumen valid. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk skrining fungsional dan pengembangan intervensi preventif pada pasien DM di fasilitas layanan kesehatan primer dan sekunder di Indonesia.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Royal Prima Jambi pada pasien yang telah terdiagnosis diabetes melitus tipe 2 dan menjalani kontrol rawat jalan secara rutin. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data klinis pasien, seperti usia, jenis kelamin, durasi menderita diabetes (dalam tahun), serta catatan kadar glukosa darah. Alat utama untuk pengukuran kekuatan otot adalah handgrip dynamometer digital merk Camry EH101, yang telah divalidasi untuk penggunaan klinis pada populasi dewasa dan lansia (Roberts et al., 2011).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah pasien yang telah terdiagnosis DM tipe 2 oleh dokter spesialis penyakit dalam, berusia antara 30–70 tahun, bersedia mengikuti prosedur penelitian, dan dapat melakukan pengukuran handgrip tanpa hambatan muskuloskeletal mayor. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan riwayat stroke, gangguan saraf perifer berat, amputasi anggota gerak atas, serta pasien dengan keterbatasan kognitif berat.

Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling terhadap pasien DM yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia memberikan informed consent. Jumlah sampel minimal ditentukan berdasarkan perhitungan statistik korelasi Pearson, dengan tingkat kepercayaan 95% dan kekuatan uji 80%, sehingga diperoleh jumlah minimal 35 responden (Hulley et al., 2013).

Sebelum dilakukan pengukuran kekuatan otot, pasien diminta beristirahat selama 10 menit dalam posisi duduk untuk memastikan kondisi stabil. Tangan dominan yang akan digunakan dalam pengukuran dicatat, dan peserta diberikan instruksi singkat mengenai cara memegang dan menekan handgrip dynamometer secara maksimal.

Pengukuran kekuatan otot dilakukan menggunakan handgrip dynamometer digital Camry EH101. Prosedur pengukuran mengacu pada protokol American Society of Hand Therapists (ASHT), di mana pasien duduk dengan siku ditekuk 90 derajat, lengan atas menempel di badan, dan pergelangan tangan dalam posisi netral (Fess, 1992). Setiap pasien diminta melakukan tiga kali pengukuran dengan jeda istirahat 60 detik antar percobaan, dan nilai tertinggi dari tiga percobaan dicatat sebagai kekuatan otot maksimal.

Durasi menderita DM diambil dari data rekam medis dan diverifikasi melalui wawancara singkat untuk memastikan ketepatan data. Semua data dicatat dalam lembar kerja yang telah dikodefikasi untuk menjaga kerahasiaan identitas responden.

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah:

1. Durasi menderita DM (dalam tahun), yang dihitung sejak pasien pertama kali didiagnosis secara medis oleh tenaga kesehatan.
2. Kekuatan otot tangan (dalam kilogram), diukur dengan handgrip dynamometer, yang telah terbukti memiliki reliabilitas tinggi dalam mengukur fungsi otot ekstremitas atas (Roberts et al., 2011; Bohannon, 2019).

Variabel tambahan yang juga dicatat mencakup usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh (IMT), dan status aktivitas fisik, yang dapat berperan sebagai faktor konfunder dalam analisis.

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25. Analisis dimulai dengan uji normalitas Shapiro-Wilk untuk menentukan distribusi data. Jika data terdistribusi normal, maka uji korelasi Pearson digunakan untuk menilai hubungan antara durasi menderita DM dan kekuatan otot. Bila tidak normal, digunakan uji Spearman sebagai alternatif non-parametrik (Field, 2018).

Nilai signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$. Analisis bivariat dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan hubungan antar variabel, sedangkan uji multivariat regresi linier dapat diterapkan jika ditemukan variabel konfunder yang signifikan dalam memengaruhi kekuatan otot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 40 pasien diabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Royal Prima Jambi berpartisipasi dalam penelitian ini. Rerata usia responden adalah $56,3 \pm 8,4$ tahun, terdiri dari 24 perempuan (60%) dan 16 laki-laki (40%). Lama menderita diabetes berkisar antara 1 hingga 15 tahun, dengan rerata $7,2 \pm 3,9$ tahun. Kekuatan otot tangan yang diukur dengan handgrip dynamometer menunjukkan rerata sebesar $22,5 \pm 6,1$ kg.

Uji korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan negatif yang signifikan antara lama menderita DM dan kekuatan otot tangan ($r = -0.524$; $p = 0.001$). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama seseorang menderita diabetes melitus, maka

kekuatan ototnya cenderung mengalami penurunan yang bermakna.

Hasil ini sejalan dengan temuan Yoon et al. (2020), yang melaporkan bahwa durasi menderita diabetes berhubungan negatif dengan kekuatan otot ekstremitas atas dan bawah. Korelasi negatif yang signifikan juga dilaporkan oleh Kalyani et al. (2014), yang menunjukkan bahwa pasien dengan DM jangka panjang memiliki risiko lebih tinggi terhadap sarkopenia dan penurunan performa fungsional.

Penelitian oleh Park et al. (2007) juga menegaskan bahwa hiperglikemia kronik memperburuk sintesis protein otot, mempercepat atrofi otot, serta meningkatkan resistensi insulin yang berdampak pada metabolisme otot rangka. Temuan dalam studi ini memperkuat hipotesis bahwa durasi DM menjadi prediktor klinis penting terhadap kekuatan otot, terutama pada usia produktif menuju lansia.

Temuan ini menegaskan pentingnya deteksi dini terhadap penurunan kekuatan otot sebagai bagian dari evaluasi menyeluruh manajemen pasien diabetes. Penurunan fungsi otot yang terjadi seiring durasi penyakit berdampak langsung pada risiko disabilitas, penurunan kemandirian, serta kualitas hidup pasien. Oleh karena itu, integrasi evaluasi fungsi muskular melalui handgrip dynamometer dalam pemeriksaan rutin pasien DM sangat disarankan.

Dari sisi ilmiah, temuan ini memberikan kontribusi kontekstual pada populasi pasien Indonesia, khususnya di wilayah Jambi, yang belum banyak dikaji sebelumnya dalam konteks hubungan antara lama menderita DM dan fungsi otot. Hasil ini juga membuka ruang untuk intervensi preventif berbasis latihan kekuatan dan modifikasi gaya hidup.

Analisis subkelompok menunjukkan bahwa hubungan antara lama menderita DM dan kekuatan otot lebih kuat pada kelompok usia ≥ 60 tahun ($r = -0.621$; $p = 0.002$) dibandingkan dengan kelompok usia < 60 tahun ($r = -0.401$; $p = 0.037$). Hal ini mengindikasikan bahwa efek negatif DM terhadap kekuatan otot meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia.

Hasil ini konsisten dengan temuan Volpato et al. (2012) yang menyatakan bahwa pasien lanjut usia dengan diabetes lebih rentan mengalami penurunan massa dan kekuatan otot dibandingkan kelompok usia muda, karena akumulasi kerusakan metabolik dan inflamasi kronis. Selain itu, Choi et al. (2019) menegaskan bahwa usia merupakan faktor independen yang memperkuat efek merugikan dari DM terhadap sistem muskuloskeletal.

Keterkaitan antara hasil ini dan temuan pada data sebelumnya menunjukkan bahwa durasi menderita DM merupakan faktor risiko penting untuk penurunan kekuatan otot, dan efeknya semakin nyata pada kelompok usia lanjut. Oleh karena itu, strategi pemantauan kekuatan otot dan intervensi fisik pada pasien DM perlu diprioritaskan pada kelompok usia ≥ 60 tahun guna mencegah disabilitas jangka panjang.

Ketika dianalisis berdasarkan jenis kelamin, didapatkan bahwa rerata kekuatan otot pada laki-laki adalah $26,8 \pm 5,3$ kg, sedangkan pada perempuan sebesar $19,6 \pm 4,2$ kg. Korelasi antara lama menderita DM dan kekuatan otot tetap signifikan pada kedua kelompok, namun lebih kuat pada perempuan ($r = -0.563$; $p = 0.003$) dibandingkan laki-laki ($r = -0.489$; $p = 0.021$).

Perbedaan ini sejalan dengan studi oleh Bohannon (2019) yang menunjukkan bahwa kekuatan otot secara fisiologis lebih tinggi pada pria, namun efek penyakit kronis seperti DM cenderung berdampak lebih signifikan terhadap kekuatan otot perempuan, yang memiliki massa otot lebih rendah secara umum. Roberts et al. (2011) juga menyatakan bahwa wanita lansia dengan DM memiliki risiko dua kali lipat terhadap kelemahan otot dibanding pria pada usia yang sama.

Temuan ini memperkuat hasil pada data sebelumnya bahwa faktor biologis seperti jenis kelamin dan usia dapat memperkuat hubungan negatif antara durasi DM dan kekuatan otot. Secara klinis, perempuan dengan DM jangka panjang menjadi kelompok prioritas dalam skrining

kelemahan otot, terutama menjelang usia senja.

Ketika dianalisis berdasarkan kelompok IMT, ditemukan bahwa pasien dengan obesitas ($IMT \geq 25$) memiliki kekuatan otot yang lebih rendah dibandingkan kelompok dengan IMT normal, walaupun tidak semua perbedaan signifikan secara statistik. Korelasi negatif antara durasi DM dan kekuatan otot tetap terlihat pada seluruh kelompok IMT.

Temuan ini sesuai dengan laporan Ng et al. (2015) yang menunjukkan bahwa obesitas pada pasien DM berhubungan dengan penurunan kualitas otot (low muscle quality), yang ditandai dengan akumulasi lemak intramuskular dan penurunan efisiensi kontraktilitas. Kalyani et al. (2014) juga mencatat bahwa pasien DM dengan obesitas memiliki kombinasi risiko metabolik dan fungsional yang mempercepat terjadinya sarkopenia.

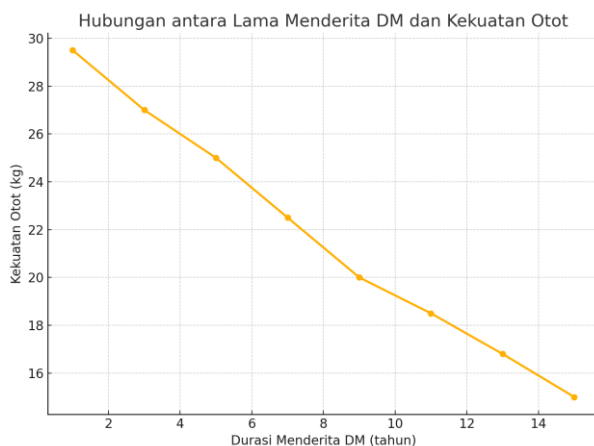
Temuan ini melengkapi hasil sebelumnya bahwa kekuatan otot dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk durasi penyakit, usia, jenis kelamin, dan status nutrisi/IMT. Hal ini menggarisbawahi perlunya pendekatan multidimensional dalam menilai risiko penurunan fungsi otot pada pasien DM.

Pasien yang secara rutin melakukan aktivitas fisik (minimal 3 kali/minggu, 30 menit/sesi) menunjukkan rerata kekuatan otot yang lebih tinggi ($24,9 \pm 5,7$ kg) dibandingkan mereka yang tidak aktif ($19,8 \pm 4,6$ kg). Korelasi negatif antara durasi DM dan kekuatan otot lebih lemah pada kelompok aktif ($r = -0.401$) dibandingkan yang tidak aktif ($r = -0.596$).

Volpato et al. (2012) menyebutkan bahwa latihan fisik rutin, khususnya latihan resistensi, dapat mengurangi efek negatif diabetes terhadap otot rangka. Latihan fisik juga meningkatkan sensitivitas insulin dan menurunkan inflamasi sistemik, yang pada akhirnya memperlambat penurunan kekuatan otot pada pasien DM.

Keterkaitan temuan ini dengan hasil di data sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas fisik adalah faktor protektif yang penting terhadap penurunan kekuatan otot akibat DM jangka panjang. Promosi

aktivitas fisik harus dijadikan prioritas dalam edukasi pasien, terutama mereka yang berisiko tinggi mengalami kelemahan otot.



Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara lama menderita diabetes melitus (DM) dan kekuatan otot tangan pada pasien yang menjadi subjek penelitian. Terlihat bahwa terdapat tren penurunan kekuatan otot seiring dengan bertambahnya durasi penyakit. Pasien dengan lama menderita DM lebih pendek (1–3 tahun) memiliki kekuatan otot yang relatif lebih tinggi, sedangkan pasien dengan durasi penyakit yang lebih panjang (≥ 10 tahun) menunjukkan penurunan yang cukup tajam. Pola ini mengindikasikan adanya hubungan negatif yang konsisten antara durasi DM dan kekuatan otot, sebagaimana telah didukung oleh hasil analisis statistik sebelumnya. Grafik ini memperkuat temuan bahwa durasi penyakit merupakan faktor risiko penting terhadap kelemahan otot pada pasien diabetes.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang signifikan antara lama menderita diabetes melitus dan kekuatan otot pada pasien di Rumah Sakit Royal Prima Jambi. Semakin lama durasi seseorang menderita diabetes, semakin rendah kekuatan otot yang dimilikinya, dengan korelasi yang paling kuat ditemukan pada kelompok usia lanjut dan pasien perempuan. Faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, dan tingkat

aktivitas fisik turut memengaruhi besarnya penurunan kekuatan otot.

Temuan ini menegaskan pentingnya evaluasi fungsi muskular secara berkala pada pasien DM, terutama bagi mereka yang telah menderita lebih dari lima tahun. Pemeriksaan sederhana seperti handgrip strength dapat digunakan sebagai alat skrining dini untuk mendeteksi risiko disabilitas fungsional. Penelitian ini memberikan kontribusi awal dalam konteks lokal dan mendukung perlunya pendekatan preventif yang lebih menyeluruh dalam manajemen diabetes, termasuk promosi aktivitas fisik dan pemantauan status otot secara rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohannon, R. W. (2019). *Grip strength: An indispensable biomarker for older adults*. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1681–1691. <https://doi.org/10.2147/CIA.S194543>
- Choi, K. M., Kim, T. N., & Kim, H. (2019). Sarcopenia and diabetes: Current perspectives. *Diabetes & Metabolism Journal*, 43(6), 749–758. <https://doi.org/10.4093/dmj.2019.0196>
- Fess, E. E. (1992). Grip strength. In *Clinical assessment recommendations* (2nd ed., pp. 41–45). American Society of Hand Therapists.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Hulley, S. B., Cummings, S. R., Browner, W. S., Grady, D. G., & Newman, T. B. (2013). *Designing clinical research* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- International Diabetes Federation. (2021). *IDF Diabetes Atlas* (10th ed.). IDF.
- Kalyani, R. R., Golden, S. H., & Cefalu, W. T. (2014). Diabetes and aging: Unique considerations and goals of care. *Diabetes Care*, 36(12), 3194–3201. <https://doi.org/10.2337/dc13-2000>

- Ng, A. C. T., Delgado, M. K., Lee, J. S., & Ang, K. (2015). Asian differences in muscle mass and quality: The Asian body composition study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 6(4), 395–398. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12034>
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., et al. (2007). Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 30(6), 1507–1512. <https://doi.org/10.2337/dc06-2537>
- Riskesdas. (2018). *Hasil utama riset kesehatan dasar 2018*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., et al. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: Towards a standardised approach. *Age and Ageing*, 40(4), 423–429. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>
- Volpato, S., Bianchi, L., Lauretani, F., et al. (2012). Role of muscle mass and muscle quality in the association between diabetes and gait speed. *Diabetes Care*, 35, 1672–1679. <https://doi.org/10.2337/dc11-2202>.
- Yoon, J. W., Lee, S. Y., & Kim, H. S. (2020). Duration of diabetes and sarcopenia in adults: A nationwide study. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(9), e3338–e3346. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa508>.