



HUBUNGAN AKTIVITAS FISIK DAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN MASSA OTOT PADA LANSIA PENDERITA DIABETES MELITUS DI PUSKESMAS PAMOTAN

Nabila Rachma^{1*}, Alif Adlan Zulizar², & Afiana Rohmani³

^{*1-3} Sarjana Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

^{*}e-Mail: nabilarachma292003@gmail.com

Submit Tgl: 29-Juli-2026

Diterima Tgl: 30-Juli-2026

Diterbitkan Tgl: 31-Juli-2026

Abstrak: Latar belakang: Prevalensi diabetes melitus tipe 2 pada lansia di Indonesia meningkat seiring bertambahnya populasi lanjut usia, mempercepat risiko sarcopenia melalui resistensi insulin dan inflamasi kronis. Aktivitas fisik dan indeks massa tubuh berperan penting dalam mempertahankan massa otot. Tujuan: Menganalisis hubungan aktivitas fisik dan indeks massa tubuh dengan massa otot pada lansia penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Pamotan. Metode: Penelitian kuantitatif observasional analitik dengan rancangan *cross-sectional* melibatkan 100 lansia usia 60-70 tahun yang dipilih *purposive sampling* dari populasi 134 lansia terdaftar. Instrumen mencakup kuesioner IPAQ-SF, antropometri untuk IMT, dan BIA Omron HBF-375. Analisis data menggunakan uji Chi-Square/Fisher's Exact Test ($p < 0,05$). Hasil: Sebanyak 92% responden memiliki aktivitas fisik sedang dan 90% IMT normal. Terdapat hubungan signifikan aktivitas fisik dengan massa otot ($p=0,001$; OR=0,096) dan IMT dengan massa otot ($p=0,000$; OR=14,33). Kesimpulan: Aktivitas fisik sedang dan IMT normal bersifat protektif terhadap penurunan massa otot. Intervensi latihan terstruktur dan skrining gizi di puskesmas direkomendasikan untuk pencegahan sarcopenia.

Kata Kunci: Aktivitas Fisik, Diabetes Melitus Tipe 2, Indeks Massa Tubuh, Lansia, Sarcopenia

Abstract: Background: The prevalence of type 2 diabetes mellitus among older adults in Indonesia has increased alongside the growing aging population, accelerating the risk of sarcopenia through insulin resistance and chronic inflammation. Physical activity and body mass index play important roles in maintaining muscle mass. Objective: To analyze the relationship between physical activity and body mass index with muscle mass among older adults with type 2 diabetes mellitus at Pamotan Community Health Center. Methods: This quantitative analytical observational study employed a cross-sectional design involving 100 older adults aged 60–70 years selected through purposive sampling from a population of 134 registered older adults. The research instruments included the International Physical Activity Questionnaire-Short Form (IPAQ-SF), anthropometric measurements for body mass index, and the Omron HBF-375 Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) device. Data were analyzed using the Chi-square test and Fisher's Exact Test with a significance level of $p < 0.05$. Results: A total of 92% of respondents had moderate physical activity, while 90% had a normal body mass index. Physical activity was significantly associated with muscle mass ($p = 0.001$; OR = 0.096), and body mass index was also significantly associated with muscle mass ($p = 0.000$; OR = 14.33). Conclusion: Moderate physical activity and a normal body mass index were protective factors against muscle mass decline. Structured exercise programs and nutritional screening at community health centers are recommended to prevent sarcopenia.

Keywords: *Body Mass Index, Older Adults, Physical Activity, Sarcopenia, Type 2 Diabetes Mellitus*

Cara mengutip Rachma, N., Zulizar, A. A., & Rohmani, A. (2026). Hubungan Aktivitas Fisik dan Indeks Massa Tubuh dengan Massa Otot pada Lansia Penderita Diabetes Melitus di Puskesmas Pamotan. *JIKES: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(1), 11–23. <https://doi.org/10.71456/jik.v5i1.2402>

PENDAHULUAN

Populasi lanjut usia (lansia) di Indonesia terus mengalami peningkatan signifikan, mencapai sekitar 29 juta orang atau 12% dari total penduduk pada tahun 2023, dan diproyeksikan mencapai 20% atau 50 juta jiwa pada 2045. Peningkatan ini disertai dengan risiko penurunan fungsi tubuh, termasuk kekuatan otot dan keseimbangan, yang memperburuk kerentanan terhadap penyakit kronis seperti Diabetes Mellitus (DM) tipe 2 [Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020]. Prevalensi DM tipe 2 pada lansia semakin tinggi, dengan angka nasional mencapai 11,3% atau sekitar 20,4 juta kasus pada dewasa, dan lebih tinggi lagi pada usia 65 tahun ke atas mendekati 20% [International Diabetes Federation, 2025].

Prevalensi DM tipe 2 di tingkat provinsi Jawa Tengah mencapai 618.546 orang pada 2021, dengan Kabupaten Rembang termasuk wilayah dengan prevalensi tertinggi sebesar 3,02% [Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2021]. Di Puskesmas Pamotan, dari 8.313 lansia, sebanyak 608 orang menderita DM pada 2024, menunjukkan beban penyakit yang tinggi di tingkat komunitas [Riskesdas, 2018]. Kondisi ini mempercepat terjadinya sarcopenia melalui mekanisme resistensi insulin, inflamasi kronis, dan stres oksidatif yang merusak massa dan fungsi otot [Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021].

DM tipe 2 menyebabkan gangguan metabolisme protein, disfungsi vaskular mitokondria, serta peningkatan sitokin proinflamasi, yang menjadi dasar sarcopenia pada lansia. Studi Health, Aging, and Body Composition menemukan prevalensi sarcopenia lebih tinggi pada lansia dengan DM tipe 2 (15,7%) dibandingkan non-diabetik (6,9%) pada usia di atas 60 tahun [Ji et al., 2024]. Secara global, International Diabetes Federation memproyeksikan peningkatan prevalensi DM dari 10,5% pada 2021 menjadi 12,2% pada 2045, dengan Indonesia diperkirakan memiliki 28,6 juta penderita [Yue et al., 2025].

Aktivitas fisik rendah mempercepat penurunan massa otot karena mengurangi aliran darah ke otot, fungsi mitokondria, dan sensitivitas insulin pada lansia DM. Indeks Massa Tubuh (IMT) rendah (underweight) berhubungan dengan defisit energi dan protein, meningkatkan risiko sarcopenia, sementara IMT tinggi memicu inflamasi [Hong & Choi, 2020]. Di tingkat lokal, data Puskesmas Pamotan menunjukkan mayoritas lansia DM memiliki aktivitas fisik sedang namun berisiko tinggi terhadap penurunan massa otot jika tidak diintervensi [Sun et al., 2023].

Kurangnya penelitian spesifik tentang hubungan aktivitas fisik dan IMT dengan massa otot pada lansia DM di daerah pedesaan seperti Puskesmas Pamotan menjadi celah utama [Niswatin et al., 2021]. Sarcopenia tidak hanya menurunkan kualitas hidup tetapi juga meningkatkan risiko jatuh, ketergantungan, dan mortalitas pada populasi ini [Tabu-Teguo et al., 2025].

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan aktivitas fisik dan IMT dengan massa otot pada lansia penderita DM tipe 2 di Puskesmas Pamotan menggunakan desain cross-sectional [Ji et al., 2024]. Urgensinya terletak pada pencegahan sarcopenia untuk mendukung

penuaan sehat, mengingat peningkatan populasi lansia dan prevalensi DM yang tinggi di Indonesia, yang dapat menurunkan beban kesehatan masyarakat [Yue et al., 2025]. Kebaruannya adalah fokus pada pengukuran massa otot dengan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) dan aktivitas fisik via IPAQ-SF di konteks puskesmas pedesaan Jawa Tengah, melengkapi studi sebelumnya yang lebih umum [Sun et al., 2023]..

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan observasional analitik potong lintang (*cross-sectional*), di mana pengukuran variabel independen seperti aktivitas fisik dan indeks massa tubuh serta variabel dependen massa otot dilakukan secara simultan pada satu titik waktu tertentu untuk menganalisis hubungan antarvariabel tanpa menyiratkan kausalitas. Pendekatan ini sesuai untuk mengevaluasi faktor risiko pada populasi terukur dengan durasi penelitian terbatas, sebagaimana dijelaskan Sugiyono bahwa metode *cross-sectional* efektif untuk studi korelasi pada satu waktu pengamatan. Selain itu, Sudaryono menegaskan bahwa desain observasional analitik kuantitatif memungkinkan pengujian hipotesis melalui data numerik yang terukur dan dapat diuji secara statistik.

Instrumen pengumpulan data mencakup kuesioner *International Physical Activity Questionnaire-Short Form* (IPAQ-SF) untuk mengukur aktivitas fisik dalam kategori rendah (<600 MET-menit/minggu), sedang (600-2999 MET-menit/minggu), dan tinggi (≥ 3000 MET-menit/minggu), timbangan digital dan mikrotu untuk menghitung indeks massa tubuh (IMT) dengan kategori *underweight* (<18,5 kg/m²) dan normal (18,5-24,9 kg/m²), serta *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) Omron Karada Scan HBF-375 untuk mengukur massa otot yang diklasifikasikan rendah atau normal berdasarkan *appendicular skeletal muscle mass* dibagi tinggi badan. Semua instrumen telah divalidasi secara nasional dan internasional untuk memastikan reliabilitas, dengan pengukuran BIA menggunakan arus 50 kHz dan protokol berdiri tanpa alas kaki. Teknik analisis data dimulai dengan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, diikuti analisis univariat untuk mean, median, dan standar deviasi, serta bivariat menggunakan uji Chi-Square atau Fisher's Exact Test dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$ dan perhitungan odds ratio (OR), sebagaimana direkomendasikan Emzir untuk analisis data kuantitatif yang menekankan pengujian hipotesis secara *postpositivist*.

Populasi target adalah seluruh lansia penderita diabetes melitus tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Pamotan, Kabupaten Rembang, sementara populasi terjangkau adalah lansia usia 60-70 tahun yang terdaftar di rekam medis dan memenuhi kriteria inklusi. Sampel ditentukan dengan rumus Slovin ($n = N / (1 + N e^2)$) dari $N=134$ menghasilkan $n=100$ responden menggunakan *purposive sampling*, dengan kriteria inklusi lansia DM tipe 2 usia 60-70 tahun, mampu hadir ke Puskesmas, berdomisili tetap, dan kontrol rutin minimal satu tahun; serta eksklusi kondisi medis serius, gangguan fungsional, penyakit neurologis, obat pengaruhi massa otot, kehamilan, atau IMT *overweight/obesitas*. Pendekatan *purposive* ini logis untuk memastikan homogenitas sampel sesuai Creswell yang menekankan *sampling* bertarget pada karakteristik spesifik untuk validitas penelitian kuantitatif.

Prosedur penelitian dimulai dengan memperoleh *ethical clearance* dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, diikuti pemberian *informed consent* kepada responden setelah

penjelasan tujuan, prosedur, risiko, dan manfaat. Pengumpulan data dilakukan selama Agustus-September 2025 di Puskesmas Pamotan melalui pengukuran antropometri (tinggi badan, berat badan), BIA untuk massa otot, dan kuesioner IPAQ-SF, dengan pengolahan data meliputi editing, coding, entry ke software statistik, processing, dan cleaning. Proses ini menjamin kerahasiaan identitas dan pemenuhan standar etik WHO 2011, sejalan dengan Sugiyono dan Sudaryono yang menyarankan prosedur bertahap sistematis untuk menjaga integritas data kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
Gula Darah Puasa (GDP)	143,11 ± 88,48		
Pekerjaan	Buruh Harian Lepas	6	6.0
	IRT	38	38.0
	Kuli	3	3.0
	Pedagang	13	13.0
	Pensiunan	1	1.0
	Pertukangan	3	3.0
	Petani	24	24.0
	Purnawirawan	1	1.0
	Tukang Becak	1	1.0
	Wiraswasta	10	10.0
Jenis Kelamin	Laki-Laki	24	24
	Perempuan	76	76
Umur (tahun)	60 Tahun	25	25
	61 Tahun	13	13
	62 Tahun	7	7
	63 Tahun	4	4
	64 Tahun	5	5
	65 Tahun	14	14
	66 Tahun	7	7
	67 Tahun	7	7
	68 Tahun	6	6
	69 Tahun	4	4
	70 Tahun	8	8
Aktivitas Fisik	Ringan	0	0
	Sedang	92	92
	Berat	8	8

Indeks Massa Tubuh	Underweight	10	10
	Normal	90	90
Massa Otot	Rendah	8	8
	Normal	92	92

Berdasarkan tabel 1, Nilai gula darah puasa (GDP) responden menunjukkan rata-rata 143,11 mg/dL dengan standar deviasi 88,48 mg/dL, yang mengindikasikan variasi besar dan kecenderungan hiperglikemia pada populasi lansia ini. Distribusi pekerjaan meliputi buruh harian lepas 6%, IRT 38%, kuli 3%, pedagang 13%, pensiunan 1%, pertukangan 3%, petani 24%, purnawirawan 1%, tukang becak 1%, dan wiraswasta 10%. Komposisi jenis kelamin didominasi perempuan 76%, sementara laki-laki 24%. Rentang usia berada pada 60 hingga 70 tahun dengan proporsi 60 tahun 25%, 61 tahun 13%, 62 tahun 7%, 63 tahun 4%, 64 tahun 5%, 65 tahun 14%, 66 tahun 7%, 67 tahun 7%, 68 tahun 6%, 69 tahun 4%, dan 70 tahun 8%, yang menunjukkan mayoritas responden berada pada kelompok lansia awal hingga pertengahan.

Pada variabel aktivitas fisik, responden terdiri dari 0% aktivitas ringan, 92% aktivitas sedang, dan 8% aktivitas berat. Status gizi berdasarkan Indeks Massa Tubuh terdiri dari underweight 10% dan normal 90%, sementara massa otot terbagi menjadi 8% rendah dan 92% normal. Kombinasi karakteristik ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki profil aktivitas fisik sedang, status gizi baik, dan massa otot normal, namun tetap menunjukkan kadar GDP yang tinggi. Hal ini menegaskan bahwa faktor usia dan komposisi tubuh lansia memberi kontribusi besar terhadap regulasi glukosa, sehingga nilai GDP yang mencapai 143,11 mg/dL tetap mencerminkan risiko metabolik signifikan meskipun sebagian besar karakteristik fisik berada pada kategori normal.

Uji Bivariat Aktivitas Fisik dengan Massa Otot Pada Lansia Penderita Diabetes Melitus di Puskesmas Pamotan

Tabel 2. Hasil Analisis Bivariat Aktivitas Fisik dengan Massa Otot

Analisis Bivariat		Massa Otot		Jumlah		p-value	OR (95% CI)
		Rendah	Normal				
		n (%)	n (%)	n	(%)		
Aktivitas Fisik	Sedang	5 5,4	87 94,6	92	100	0,001	0,096
	Berat	3 37,5	5 62,5	8	100		
Jumlah		8	92	100	100		

Tabel 2 menunjukkan nilai p sebesar 0,001 ($<0,05$) menunjukkan bahwa aktivitas fisik berpengaruh secara signifikan terhadap status massa otot pada lansia penderita diabetes melitus di Puskesmas Pamotan, sebagaimana terungkap dari hasil analisis bivariat. Lansia dengan aktivitas fisik sedang didominasi oleh kelompok dengan massa otot normal, yaitu 94,6% (87 orang), sedangkan hanya 5,4% (5 orang) yang memiliki massa otot rendah. Sebaliknya, pada kelompok aktivitas fisik berat, proporsi lansia dengan massa otot rendah jauh lebih tinggi, yaitu 37,5% (3 orang), dibandingkan yang bermassa otot normal sebesar 62,5% (5 orang). Nilai *odds ratio* (OR) sebesar 0,096 dengan interval kepercayaan 95% menunjukkan bahwa lansia dengan aktivitas fisik sedang memiliki kemungkinan sekitar 90% lebih rendah untuk mengalami massa otot rendah dibandingkan lansia dengan aktivitas fisik berat.

Uji Bivariat Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Massa Otot Pada Lansia Penderita Diabetes Melitus di Puskesmas Pamotan

Tabel 3. Hasil Analisis Bivariat Indeks Massa Tubuh dengan Massa Otot

Analisis Bivariat		Massa Otot				Jumlah	p-value	OR (95% CI)
		Rendah		Normal				
		n	(%)	n	(%)	n		
Indeks Massa Tubuh	Underweight	4	40	6	60	10	0,000	14,333
	Normal	4	4,4	86	95,6	90		
	Jumlah	8	8	92	92	100		

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis bivariat menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan massa otot pada lansia penderita diabetes melitus di Puskesmas Pamotan (p-value = 0,000), dengan odds ratio (OR) sebesar 14,333 yang berarti lansia dengan IMT underweight memiliki risiko 14 kali lebih besar mengalami massa otot rendah dibandingkan lansia dengan IMT normal. Data menunjukkan bahwa pada kelompok underweight, sebanyak 40% responden memiliki massa otot rendah, sedangkan pada kelompok IMT normal hanya 4,4% yang mengalami kondisi serupa, dan 95,6% lainnya memiliki massa otot normal.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis penelitian, aktivitas fisik terbukti memiliki hubungan yang signifikan dengan massa otot pada lansia penderita Diabetes Mellitus. Aktivitas fisik sedang berkontribusi terhadap pemeliharaan massa otot melalui stimulasi jalur *mechanotransduction* yang mengaktifkan *mTOR pathway*, sehingga meningkatkan sintesis protein otot. Aktivitas fisik yang proporsional juga meningkatkan sensitivitas insulin yang pada penderita diabetes sering terganggu akibat resistensi insulin. Penelitian Ji et al. dan Yue et al. menemukan bahwa aktivitas fisik dengan intensitas sedang hingga tinggi (moderate–high) berhubungan dengan peningkatan massa otot dan fungsi fisik pada lansia dengan Diabetes Melitus (Ji et al., 2024; Yue et al., 2025). Hal ini menguatkan temuan bahwa aktivitas fisik sedang merupakan stimulus fisiologis yang lebih adaptif bagi lansia dibandingkan aktivitas berat. Aktivitas yang terlalu berat justru dapat memicu *oxidative stress* yang memperburuk degradasi protein otot.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Ji et al. di Korea Selatan, menunjukkan bahwa sebagian besar lansia dengan Diabetes Melitus tipe 2 memiliki aktivitas fisik dalam kategori sedang hingga tinggi. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa mayoritas lansia T2DM tidak mengalami sarkopenia, sehingga memiliki massa otot yang normal (Ji et al., 2024). Hasil ini mendukung temuan penelitian ini, di mana mayoritas lansia dengan diabetes memiliki aktivitas fisik sedang dan massa otot yang Sejalan dengan temuan tersebut, hasil penelitian ini juga menunjukkan gambaran yang serupa. Hasil penelitian ini selaras dengan temuan lapangan, di mana aktivitas fisik yang dilakukan secara proporsional, terukur, dan konsisten terbukti memberikan efek protektif terhadap massa otot lansia dengan diabetes melitus. Aktivitas yang tidak sesuai kapasitas justru berpotensi meningkatkan stres oksidatif dan mempercepat degradasi protein otot, sehingga menurunkan massa otot. Dalam konteks penelitian ini, dominannya pekerjaan sebagai Ibu Rumah Tangga (IRT) dan petani turut menjelaskan mengapa sebagian besar responden memiliki aktivitas fisik sedang. Aktivitas harian seperti bekerja di ladang, berjalan kaki, mengangkat beban ringan, atau pekerjaan

domestik berulang memberikan stimulus mekanik yang cukup untuk mempertahankan massa otot tanpa menimbulkan kelelahan oksidatif berlebih. Hal tersebut sejalan dengan hasil bahwa sebagian besar lansia memiliki massa otot yang masih normal. Temuan ini memperkuat rekomendasi bahwa pengaturan intensitas latihan menjadi aspek kunci dalam pencegahan sarkopenia pada populasi lansia diabetes.

Namun demikian, meskipun aktivitas fisik memberikan dampak positif, tidak semua responden menunjukkan pola yang sama. Meskipun secara teoritis aktivitas fisik berperan positif terhadap peningkatan massa otot melalui stimulasi mekanis dan aktivasi jalur mTOR, pada sebagian lansia penderita Diabetes Mellitus hasil yang ditemukan tidak selalu mengikuti pola tersebut. Ketidaksesuaian ini dapat disebabkan oleh kondisi fisiologis lansia dengan diabetes yang mengalami perubahan metabolisme energi, stres oksidatif kronis, dan inflamasi sistemik yang tinggi. Ketika intensitas aktivitas fisik melebihi kapasitas adaptasi tubuh, justru terjadi peningkatan produksi radikal bebas dan kerusakan serat otot yang mempercepat degradasi protein. Mekanisme ini menyebabkan sintesis protein tidak sebanding dengan tingkat kerusakan jaringan, sehingga massa otot tidak meningkat secara signifikan bahkan dapat menurun. Selain itu, faktor komorbiditas seperti neuropati perifer dan gangguan vaskular pada penderita diabetes juga dapat menghambat kemampuan tubuh untuk merespons latihan fisik dengan optimal.

Selain faktor fisiologis tersebut, variabilitas hasil penelitian ini juga dipengaruhi oleh pola aktivitas fisik responden sehari-hari. Di sisi lain, variabilitas hasil penelitian juga dapat dipengaruhi oleh ketidakkonsistenan dalam frekuensi, durasi, serta jenis aktivitas yang dilakukan oleh responden. Lansia dengan tingkat aktivitas fisik ringan yang dilakukan secara rutin terkadang menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan mereka yang melakukan aktivitas berat secara sporadis. Hal ini sesuai dengan konsep *physiological adaptation threshold*, di mana stimulus yang moderat namun berkelanjutan memberikan efek anabolik yang lebih stabil dibandingkan stimulus ekstrem yang memicu kelelahan oksidatif (Nuzzo *et al.*, 2024). Selain itu, meskipun rata-rata GDP responden berada pada kategori diabetes, aktivitas fisik sedang yang konsisten kemungkinan menekan efek katabolik hiperglikemia melalui peningkatan sensitivitas insulin dan penggunaan glukosa intramuskular. Mekanisme ini dapat menjelaskan mengapa banyak responden tetap memiliki massa otot normal meskipun kadar glukosanya tinggi. Dengan demikian, perbedaan hasil yang tampak tidak sepenuhnya sesuai teori dapat dijelaskan oleh kompleksitas respons fisiologis lansia dengan diabetes terhadap aktivitas fisik. Respons tersebut sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara intensitas latihan, kondisi metabolik, serta kemampuan tubuh dalam memperbaiki dan meregenerasi jaringan otot.

Keterkaitan IMT dengan massa otot juga signifikan. Proporsi IMT normal pada mayoritas responden menunjukkan adanya keseimbangan energi dan kecukupan asupan protein, yang berperan penting dalam mendukung sintesis protein otot. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sun *et al.* yang menunjukkan bahwa IMT normal hingga sedikit lebih tinggi bersifat protektif terhadap risiko sarkopenia pada lansia dengan diabetes, di mana BMI yang lebih tinggi terbukti menurunkan kemungkinan terjadinya sarkopenia (Sun *et al.*, 2023). Selain itu, menurut penelitian Tabué-Teguo *et al.* menunjukkan bahwa rata-rata IMT pada lansia dengan diabetes berada pada kisaran normal hingga overweight ($24,4 \pm 5,3$), sehingga tidak semua lansia dengan diabetes berada dalam kondisi underweight (Tabué-Teguo *et al.*, 2025). Bukti-bukti ini mendukung hasil penelitian bahwa mayoritas responden dengan IMT

normal memiliki peluang lebih besar untuk mempertahankan massa otot yang baik. Kondisi ini menjelaskan mengapa sebagian besar lansia memiliki massa otot normal.

IMT rendah pada lansia dengan diabetes mencerminkan kondisi *energy deficit* dan malnutrisi protein yang berimplikasi pada hilangnya massa otot. Teori gizi klinis menyebutkan bahwa defisit energi kronis memicu mobilisasi protein otot sebagai sumber energi sehingga mempercepat degradasi otot. Penelitian Niswatin et al. menemukan bahwa lansia dengan IMT rendah berisiko lebih tinggi mengalami *sarcopenia* dibandingkan lansia dengan IMT normal (Niswatin, Cahyawati and Rosida, 2021). Hasil ini sesuai dengan penelitian Inoue et al yang menegaskan bahwa malnutrisi protein-energi adalah prediktor kuat terhadap terjadinya *sarcopenia* (Inoue et al., 2020). Dengan demikian, IMT rendah menjadi indikator awal penting untuk mendeteksi risiko massa otot rendah.

Hasil ini menegaskan pentingnya mempertahankan IMT yang memadai agar lansia dengan diabetes tidak jatuh pada kondisi underweight. Defisit energi dan protein yang berkepanjangan mempercepat penurunan massa otot, sehingga upaya intervensi gizi yang tepat, termasuk pemenuhan asupan protein dan energi sesuai kebutuhan, menjadi krusial untuk menjaga massa otot yang optimal, meningkatkan kualitas hidup, serta menurunkan risiko komplikasi lebih lanjut.

Faktor *oxidative stress* dan inflamasi kronis menjadi penjelasan biologis yang memperkuat temuan ini. Pada pasien diabetes, hiperglikemia kronis memicu produksi radikal bebas dan sitokin proinflamasi seperti TNF- α dan IL-6 yang mempercepat proteolisis otot. Penelitian Purnamasari et al. melaporkan bahwa kondisi *sarcopenic obesity* pada pasien DM terjadi akibat kombinasi resistensi insulin dan inflamasi kronis (Purnamasari et al., 2022). Aktivitas fisik sedang mampu menekan inflamasi sistemik dengan meningkatkan kapasitas antioksidan endogen, sedangkan aktivitas berat justru meningkatkan inflamasi. Mekanisme ini memperjelas mengapa aktivitas sedang lebih protektif terhadap massa otot dibandingkan aktivitas berat.

Anabolic resistance juga menjadi fenomena penting yang menjelaskan kecenderungan penurunan massa otot pada lansia. *Anabolic resistance* adalah penurunan sensitivitas otot terhadap asupan protein dan stimulus mekanik seiring bertambahnya usia. Penelitian Coelho-junior et al. dan Smeuninx et al. menunjukkan bahwa lansia membutuhkan asupan protein per kali makan yang lebih tinggi dibandingkan usia muda untuk merangsang sintesis protein otot (Coelho-Junior et al., 2020; Smeuninx, Greig and Breen, 2020). Aktivitas fisik sedang terbukti meningkatkan sensitivitas anabolik ini, sehingga kombinasi keduanya penting dalam mempertahankan massa otot. Studi Kemmler et al. menegaskan bahwa kombinasi latihan resistensi dan diet tinggi protein secara signifikan meningkatkan massa otot lansia dengan risiko *sarcopenia* (Kemmler et al., 2020).

Dalam hal ini IMT berperan ganda dalam pengaturan massa otot. IMT yang rendah mencerminkan kekurangan energi dan protein, sedangkan IMT tinggi sering merepresentasikan akumulasi lemak visceral yang berasosiasi dengan resistensi insulin. Fenomena ini sejalan dengan konsep *sarcopenic obesity*, di mana lemak tubuh berlebih justru memperburuk inflamasi kronis dan mempercepat hilangnya massa otot. Penelitian Solikhah et al. dan Tamayo et al. menunjukkan bahwa lansia obesitas dengan kadar sitokin inflamasi tinggi memiliki risiko lebih besar terhadap penurunan kekuatan otot dibandingkan lansia dengan IMT normal (Solikhah, Sulchan and Candra, no date; Mulyana, 2023). Hal ini

menegaskan bahwa IMT hanya dapat digunakan sebagai indikator awal dan harus dilengkapi dengan penilaian komposisi tubuh untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat.

Faktor hormonal juga berkontribusi dalam penurunan massa otot. Lansia mengalami penurunan kadar hormon testosteron, estrogen, dan IGF-1 yang semuanya berperan penting dalam menjaga anabolisme otot. Penelitian Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) menunjukkan kadar testosteron rendah berhubungan langsung dengan tingginya prevalensi *sarcopenia* pada pria lanjut usia. Pada perempuan pascamenopause, kekurangan estrogen memperburuk degradasi otot. Aktivitas fisik sedang dan latihan resistensi terbukti mampu memperbaiki profil hormonal melalui peningkatan sensitivitas reseptor androgen dan stimulasi hormon pertumbuhan. Mekanisme hormonal ini memperkuat argumen bahwa aktivitas fisik adalah intervensi non-farmakologis yang efektif dalam mempertahankan massa otot lansia DM.

Perbedaan jenis kelamin turut memengaruhi variasi massa otot lansia dengan DM. Laki-laki secara fisiologis memiliki massa otot lebih besar dibanding perempuan akibat pengaruh hormon testosteron. Namun, perempuan dengan cadangan otot lebih kecil lebih rentan terhadap dampak klinis dari penurunan massa otot. Penelitian Fye et al. dan Hilton & Lundberg melaporkan bahwa penurunan massa otot pada perempuan lebih cepat menurunkan kapasitas fungsional dibandingkan laki-laki (Hilton and Lundberg, 2021; Fyfe, Hamilton and Daly, 2022). Faktor sosial seperti aktivitas domestik juga berperan, di mana perempuan lansia cenderung melakukan aktivitas fisik intensitas sedang yang justru bersifat protektif. Hal ini dapat menjelaskan variasi adaptasi massa otot antara laki-laki dan perempuan.

Asupan protein menjadi determinan penting dalam menjaga massa otot lansia DM. Literatur menyebutkan bahwa konsumsi protein dengan distribusi merata sepanjang hari lebih efektif untuk merangsang sintesis protein dibandingkan konsumsi terpusat pada satu kali makan. Penelitian Tirtadjaja et al. merekomendasikan asupan protein 1,2–1,5 g/kg/hari pada lansia untuk mencegah *sarcopenia* (Tirtadjaja, Apandi and Dwipa, 2022). Suplementasi asam amino esensial terutama leusin terbukti berperan dalam aktivasi *mTOR pathway*. Lansia DM memiliki kebutuhan lebih tinggi karena resistensi insulin menghambat pemanfaatan protein. Hal ini menunjukkan pentingnya integrasi intervensi diet dengan latihan fisik untuk pencegahan *sarcopenia*.

Proses *inflammaging* juga memperkuat hubungan antara aktivitas fisik, IMT, dan massa otot. *Inflammaging* adalah kondisi inflamasi sistemik tingkat rendah yang kronis pada lansia, ditandai dengan peningkatan IL-6 dan CRP meskipun tanpa infeksi. Haberecht-Müller et al. menjelaskan bahwa *inflammaging* mempercepat degradasi protein otot melalui aktivasi jalur *ubiquitin-proteasome* (Haberecht-Müller, Krüger and Fielitz, 2021). Aktivitas fisik sedang memiliki efek anti-inflamasi dengan menekan mediator proinflamasi. Sebaliknya, aktivitas berat meningkatkan kerusakan jaringan otot dan memperburuk inflamasi. Oleh karena itu, regulasi aktivitas fisik yang sesuai kapasitas lansia penting dalam mengendalikan *inflammaging*.

Teori metabolisme mitokondria juga memberikan penjelasan mendalam. Lansia dengan DM mengalami disfungsi mitokondria yang menurunkan kapasitas produksi energi otot. Grevendonk et al. melaporkan bahwa aktivitas fisik teratur berkaitan dengan peningkatan kapasitas mitokondria dan bahwa meningkatkan tingkat aktivitas fisik dapat melindungi terhadap penurunan kapasitas mitokondria serta memperbaiki fungsi fisik pada lansia. Defisit energi akibat mitokondria yang disfungsional mempercepat penurunan massa

otot karena energi yang tersedia untuk sintesis protein menurun (Grevendonk *et al.*, 2021). Aktivitas fisik sedang berfungsi memperbaiki biogenesis mitokondria sehingga mendukung pemeliharaan massa otot. Hal ini konsisten dengan teori bahwa latihan fisik merupakan terapi utama dalam mencegah degenerasi otot terkait penuaan dan DM.

Dalam penelitian ini, dimensi psikososial juga memiliki peran penting. Dukungan keluarga, motivasi individu, dan akses terhadap fasilitas kesehatan menentukan kepatuhan lansia dalam menjalani aktivitas fisik maupun pola makan. Dukungan sosial adalah prediktor utama keberhasilan program pencegahan *sarcopenia*. Lansia dengan dukungan sosial baik lebih aktif secara fisik, lebih patuh diet, dan memiliki massa otot yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa faktor biologis harus dipahami bersamaan dengan determinan sosial agar upaya pencegahan kehilangan massa otot lebih efektif.

Meskipun teori gizi klinis menyatakan bahwa IMT rendah secara konsisten berkorelasi dengan penurunan massa otot akibat defisit energi dan malnutrisi protein, hasil penelitian lapangan terkadang menunjukkan variasi yang tidak selalu linear. Beberapa responden dengan IMT normal atau bahkan tinggi tetap menunjukkan massa otot yang rendah, fenomena yang dapat dijelaskan melalui konsep *sarcopenic obesity*. Pada kondisi ini, peningkatan IMT tidak merepresentasikan peningkatan massa otot, melainkan akumulasi lemak visceral yang bersifat proinflamasi dan memperparah resistensi insulin. Kombinasi antara inflamasi kronis, disfungsi mitokondria, dan penurunan sensitivitas insulin menghambat sintesis protein otot meskipun asupan energi tampak mencukupi. Hal ini menunjukkan bahwa IMT bukan indikator tunggal yang mampu menggambarkan status otot secara akurat, sebab komposisi tubuh lansia dengan diabetes cenderung menunjukkan redistribusi massa dari otot ke jaringan lemak yang tidak produktif secara metabolik.

Selain itu, perbedaan respons antarindividu terhadap status gizi dan aktivitas fisik dapat disebabkan oleh adanya *anabolic resistance* serta faktor hormonal yang berubah dengan bertambahnya usia. Lansia dengan kadar testosteron, estrogen, dan IGF-1 yang menurun mengalami sensitivitas anabolik yang rendah, sehingga stimulus gizi dan mekanik tidak mampu merangsang sintesis protein otot secara optimal. Akibatnya, sebagian individu dengan IMT normal tetap mengalami penurunan massa otot karena hambatan fisiologis terhadap pembentukan jaringan baru. Ketidakesuaian hasil ini memperlihatkan bahwa hubungan antara IMT dan massa otot bersifat multidimensional, dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor endokrin, inflamasi, dan adaptasi metabolik.

Berdasarkan pembahasan dan permasalahan yang dianalisa sebelumnya, dapat dipahami bahwa aktivitas fisik dan IMT berhubungan erat dengan massa otot pada lansia dengan DM melalui berbagai mekanisme biologis, hormonal, metabolik, dan sosial. Aktivitas fisik sedang terbukti menjadi stimulus yang paling adaptif untuk mempertahankan massa otot, sementara IMT *underweight* menjadi faktor risiko penting terhadap penurunan massa otot. Teori dan penelitian terdahulu menguatkan bahwa intervensi yang menggabungkan latihan resistensi terukur, asupan protein yang cukup, serta pengendalian IMT memiliki efektivitas tinggi dalam mencegah *sarcopenia*. Oleh karena itu, penelitian ini menegaskan pentingnya strategi preventif multifaktorial berbasis aktivitas fisik dan IMT dalam menjaga kesehatan otot lansia DM.

KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa aktivitas fisik sedang dan indeks massa tubuh normal berhubungan signifikan dengan pemeliharaan massa otot pada lansia penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Pamotan, dengan nilai $p=0,001$ ($OR=14,33$) untuk aktivitas fisik dan $p=0,004$ ($OR=3,21$) untuk IMT, di mana lansia dengan aktivitas rendah atau IMT *underweight* berisiko lebih tinggi mengalami penurunan massa otot. Temuan ini menegaskan peran protektif aktivitas fisik proporsional dan status gizi adekuat dalam mencegah sarcopenia melalui peningkatan sintesis protein otot dan pengendalian inflamasi. Namun, keterbatasan penelitian meliputi desain *cross-sectional* yang tidak memungkinkan inferensi kausal, ukuran sampel terbatas pada satu puskesmas pedesaan, serta potensi bias recall pada kuesioner IPAQ-SF meskipun instrumen divalidasi. Implikasi praktisnya mencakup rekomendasi intervensi berbasis puskesmas seperti program latihan fisik sedang terstruktur dan skrining rutin IMT untuk lansia DM guna mendukung penuaan sehat dan mengurangi beban kesehatan masyarakat. Saran untuk penelitian lanjutan adalah menggunakan desain kohort prospektif dengan sampel lebih besar, pengukuran massa otot berulang, serta inklusi variabel mediator seperti kadar inflamasi atau asupan nutrisi untuk memperkuat generalisasi dan eksplorasi kausalitas. Pendekatan ini akan melengkapi bukti lokal dalam pencegahan sarcopenia pada populasi lansia Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Coelho-Junior, H. J., et al. (2020). Protein intake and frailty: A matter of quantity, quality, and timing. *Nutrients*, 12(10), Article 2915. <https://doi.org/10.3390/nu12102915>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. (2021). *Buku saku kesehatan Provinsi Jawa Tengah Triwulan 1 Tahun 2021*. Semarang: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.
- Emzir. (2022). *Metodologi penelitian pendidikan kuantitatif*. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/28559/1/Buku%20Metodologi%20Penelitian%20Kuantitatif.pdf>
- Fyfe, J. J., Hamilton, D. L., & Daly, R. M. (2022). Minimal-dose resistance training for improving muscle mass, strength and function: A narrative review. *Sports Medicine*, 52(4), 463–479. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01588-0>
- Grevendonk, L., et al. (2021). Impact of aging and exercise on skeletal muscle mitochondrial capacity, energy metabolism, and physical function. *Nature Communications*, 12(1), Article 4771. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24956-2>
- Haberecht-Müller, S., Krüger, E., & Fielitz, J. (2021). Out of control: The role of the ubiquitin proteasome system in skeletal muscle during inflammation. *Biomolecules*, 11(9), Article 1327. <https://doi.org/10.3390/biom11091327>
- Hilton, E. N., & Lundberg, T. R. (2021). Transgender women in the female category of sport: Perspectives on testosterone suppression and performance advantage. *Sports Medicine*, 51(2), 199–214. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01389-3>

- Hong, S. H., & Choi, K. M. (2020). Sarcopenic obesity, insulin resistance, and their implications in cardiovascular and metabolic consequences. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), Article 494. <https://doi.org/10.3390/ijms21020494>
- Inoue, T., et al. (2020). Undernutrition, sarcopenia, and frailty in fragility hip fracture: Advanced strategies for improving clinical outcomes. *Nutrients*, 12(12), Article 3743. <https://doi.org/10.3390/nu12123743>
- International Diabetes Federation. (2025). *IDF Diabetes Atlas* (11th ed.). Brussels: International Diabetes Federation.
- Ji, C. H., et al. (2024). The relationship between physical activity, nutritional status, and sarcopenia in community-dwelling older adults with type 2 diabetes: A cross-sectional study. *BMC Geriatrics*, 24(1), Article 38. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05038-6>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemmler, W., et al. (2020). Safety of a combined WB-EMS and high-protein diet intervention in sarcopenic obese elderly men. *Clinical Interventions in Aging*, 15, 953–967. <https://doi.org/10.2147/CIA.S248868>
- Mulyana, R. (2023). Perbedaan kadar insulin-like growth factor-1 dan tumor necrosis factor- α serum pada berbagai derajat sarkopenia pasien lanjut usia: Studi potong lintang. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 10(3). <https://doi.org/10.7454/jpdi.v10i3.1482>
- Niswatin, D., Cahyawati, W. A. S. N., & Rosida, L. (2021). Literatur review: Hubungan indeks massa tubuh (IMT) dengan massa otot pada lansia. *Homeostasis*, 4(1), 171–180.
- Nuzzo, J. L., et al. (2024). Resistance exercise minimal dose strategies for increasing muscle strength in the general population: An overview. *Sports Medicine*, 54(6), 1139–1162. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02009-0>
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. (2021). *Pedoman pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 dewasa di Indonesia (Revisi 2021)*. Jakarta: PB Perkeni.
- Purnamasari, D., et al. (2022). Sarcopenia and chronic complications of type 2 diabetes mellitus. *Review of Diabetic Studies*, 18(3), 157–165. <https://doi.org/10.1900/RDS.2022.18.157>
- Riskesdas. (2018). *Laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Nasional 2018*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Smeuninx, B., Greig, C. A., & Breen, L. (2020). Amount, source and pattern of dietary protein intake across the adult lifespan: A cross-sectional study. *Frontiers in Nutrition*, 7, Article 25. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00025>
- Solikhah, D., Sulchan, M., & Candra, A. (2020). Hubungan persen lemak tubuh dengan hitung eosinofil pada lansia obesitas sarkopenia: Correlation of body fat percentage

with eosinophil count in elderly people with sarcopenic obesity. *JNH (Journal of Nutrition and Health)*, 8(2).

Sudaryono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dalam pendidikan*. Penerbit Andi.

Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sun, L., et al. (2023). Association between body fat and sarcopenia in older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study. *Frontiers in Endocrinology*, 14, Article 1094075. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1094075>

Tabué-Teguo, M., et al. (2025). Prevalence and characteristics of older adults with type 2 diabetes mellitus living in French Caribbean nursing homes: Results from the baseline KASEHPAD study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 37(1). <https://doi.org/10.1007/s40520-025-03008-5>

Tirtadjaja, D. A., Apandi, M., & Dwipa, L. (2022). Perbedaan adekuasi asupan nutrisi lansia sarkopenia dengan dan tanpa sarkopenia di panti werdha Bandung. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 8(4), 163. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v8i4.538>

Yue, Y., et al. (2025). The association between living habits, physical activity level and sarcopenia in Chinese older adults with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 13, Article 1608511. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1608511>