

Hubungan Aktivitas Fisik dan IMT dengan Massa Otot pada Lansia Diabetes Melitus di Puskesmas Pamotan

Nabila Rachma^{1*}, Alif Adlan Zulizar², Afiana³

^{1,2,3}Sarjana Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

E-mail: nabilarachma292003@gmail.com^{1*}

Article Info	Abstract
Article History Received: 2026-02-06 Revised: 2026-07-06 Published: 2026-09-21 Keywords: body mass index; older adults; physical activity; sarcopenia; type 2 diabetes mellitus	<i>The prevalence of type 2 Diabetes Mellitus (DM) among older adults in Indonesia continues to increase alongside the growing elderly population. This condition increases the risk of sarcopenia through insulin resistance and chronic inflammation. Physical activity and body mass index (BMI) play important roles in maintaining muscle mass among older adults. This study aimed to analyze the association between physical activity, BMI, and muscle mass status among older adults with type 2 DM at Pamotan Public Health Center. This quantitative observational analytical study used a cross-sectional design and involved 100 older adults with type 2 DM aged 60–70 years, selected using purposive sampling. Physical activity was assessed using the International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF), BMI was determined through anthropometric measurements, and muscle mass was measured using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) with an Omron HBF-375 and categorized as low or normal muscle mass. Bivariate analysis used the Chi-Square test or Fisher's Exact Test with a significance level of $p < 0.05$, along with odds ratio (OR) calculations. The results showed that most respondents had moderate physical activity, normal BMI, and normal muscle mass. A significant association was found between physical activity and muscle mass status ($p = 0.001$; $OR = 0.096$). A significant association was also found between BMI and muscle mass status ($p < 0.001$; $OR = 14.33$). Respondents with underweight BMI had a higher risk of low muscle mass than those with normal BMI. In conclusion, moderate physical activity and normal BMI were associated with normal muscle mass. Structured physical exercise and routine nutritional screening are recommended to prevent sarcopenia among older adults with type 2 DM.</i>
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2026-02-06 Direvisi: 2026-07-06 Dipublikasi: 2026-09-21 Kata kunci: aktivitas fisik; diabetes melitus tipe 2; indeks massa tubuh; lansia; sarcopenia	Prevalensi Diabetes Melitus (DM) tipe 2 pada lansia di Indonesia meningkat seiring bertambahnya populasi usia. Kondisi ini meningkatkan risiko sarcopenia melalui resistensi insulin dan inflamasi kronis. Aktivitas fisik dan indeks massa tubuh (IMT) berperan dalam mempertahankan massa otot lansia. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan aktivitas fisik dan IMT dengan status massa otot pada lansia penderita DM tipe 2 di Puskesmas Pamotan. Penelitian menggunakan metode kuantitatif observasional analitik dengan rancangan cross-sectional, melibatkan 100 lansia penderita DM tipe 2 berusia 60–70 tahun yang dipilih melalui purposive sampling. Aktivitas fisik diukur menggunakan International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF), IMT diperoleh melalui pengukuran antropometri, sedangkan massa otot diukur menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Omron HBF-375 dan dikategorikan menjadi massa otot rendah dan normal. Analisis bivariat menggunakan uji Chi-Square atau Fisher's Exact Test dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$ serta perhitungan odds ratio (OR). Hasil menunjukkan mayoritas responden memiliki aktivitas fisik sedang, IMT normal, dan massa otot normal. Terdapat hubungan bermakna antara aktivitas fisik dan status massa otot ($p = 0,001$; $OR = 0,096$). Hubungan bermakna juga ditemukan antara IMT dan status massa otot ($p < 0,001$; $OR = 14,33$). Responden dengan IMT underweight memiliki risiko lebih tinggi mengalami massa otot rendah dibandingkan responden dengan IMT normal. Kesimpulannya, aktivitas fisik sedang dan IMT normal berhubungan dengan massa otot normal. Program latihan fisik terstruktur dan skrining status gizi direkomendasikan untuk mencegah sarcopenia pada lansia dengan DM tipe 2.

PENDAHULUAN

Populasi lanjut usia (lansia) di Indonesia terus mengalami peningkatan dan diperkirakan mencapai sekitar 50 juta jiwa atau 20% dari total penduduk pada tahun 2045. Seiring dengan peningkatan

tersebut, berbagai penyakit degeneratif juga semakin banyak ditemukan, salah satunya adalah Diabetes Melitus (DM) tipe 2. Lansia dengan DM tipe 2 memiliki risiko lebih tinggi mengalami penurunan fungsi fisik akibat perubahan metabolik yang berkaitan dengan proses penuaan maupun penyakit kronis itu sendiri [Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020]. Secara global, prevalensi DM pada kelompok usia lanjut terus meningkat, dengan angka mendekati 20% pada usia ≥ 65 tahun (International Diabetes Federation, 2025).

Di Provinsi Jawa Tengah terdapat sekitar 618.546 penderita DM pada tahun 2021, sedangkan Kabupaten Rembang termasuk wilayah dengan prevalensi yang cukup tinggi sebesar 3,02% (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, 2021). Di wilayah kerja Puskesmas Pamotan sendiri tercatat 608 lansia menderita DM dari total 8.313 lansia pada tahun 2024 (Riskesdas, 2018). Tingginya jumlah penderita tersebut menjadi perhatian karena DM tidak hanya menyebabkan gangguan pengendalian glukosa darah, tetapi juga meningkatkan risiko terjadinya sarcopenia yang ditandai dengan penurunan massa dan fungsi otot.

Hubungan antara DM tipe 2 dan sarcopenia terjadi melalui mekanisme resistensi insulin, inflamasi kronis, serta stres oksidatif yang mengganggu metabolisme protein dan mempercepat degradasi jaringan otot (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa prevalensi sarcopenia pada lansia dengan DM tipe 2 lebih tinggi dibandingkan lansia tanpa diabetes, sehingga kondisi ini berkontribusi terhadap

meningkatnya risiko jatuh, ketergantungan, penurunan kualitas hidup, hingga mortalitas (Ji et al., 2024). Selain itu, International Diabetes Federation memproyeksikan jumlah penderita DM di Indonesia akan terus meningkat hingga mencapai 28,6 juta jiwa pada tahun 2045 (Yue et al., 2025).

Aktivitas fisik dan indeks massa tubuh (IMT) merupakan dua faktor yang berperan penting dalam mempertahankan massa otot pada lansia. Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat membantu mempertahankan kekuatan dan massa otot melalui peningkatan sensitivitas insulin dan sintesis protein otot. Sebaliknya, IMT yang rendah mencerminkan kekurangan energi dan protein sehingga meningkatkan risiko kehilangan massa otot, sedangkan akumulasi lemak tubuh yang berlebihan juga dapat memicu inflamasi kronis yang memperburuk kondisi otot (Hong & Choi, 2020). Oleh karena itu, kedua faktor tersebut menjadi komponen penting dalam pencegahan sarcopenia pada lansia penderita DM (Sun et al., 2023).

Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan adanya hubungan antara aktivitas fisik, status gizi, dan sarcopenia pada lansia penderita DM (Ji et al., 2024; Sun et al., 2023). Namun, sebagian besar penelitian dilakukan pada populasi perkotaan atau rumah sakit dengan karakteristik sosial ekonomi yang berbeda. Selain itu, penelitian yang mengkaji hubungan aktivitas fisik dan IMT terhadap massa otot secara bersamaan pada lansia DM di fasilitas pelayanan kesehatan primer, khususnya wilayah pedesaan Indonesia,

masih sangat terbatas (Niswatin et al., 2021). Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kesenjangan bukti ilmiah yang perlu dikaji lebih lanjut agar diperoleh data yang sesuai dengan karakteristik masyarakat lokal.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan aktivitas fisik dan indeks massa tubuh dengan massa otot pada lansia penderita DM tipe 2 di Puskesmas Pamotan menggunakan desain cross-sectional (Ji et al., 2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada pengkajian kedua faktor tersebut secara simultan dengan pengukuran massa otot menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) serta penilaian aktivitas fisik menggunakan International Physical Activity Questionnaire-Short Form (IPAQ-SF) pada populasi lansia DM di puskesmas pedesaan Jawa Tengah. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar penyusunan program skrining dan intervensi berbasis pelayanan kesehatan primer untuk mencegah sarcopenia pada lansia penderita DM (Sun et al., 2023; Yue et al., 2025).

METODE

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. IPAQ-SF memiliki validitas yang dapat diterima dengan koefisien korelasi sekitar $r = 0,30$ dibandingkan metode objektif serta reliabilitas uji ulang yang baik dengan nilai Intraclass Correlation Coefficient (ICC) sekitar 0,76. Sementara itu, BIA Omron HBF-375 memiliki reliabilitas pengukuran yang tinggi dengan koefisien reliabilitas (ICC) >0,90 pada pengukuran komposisi tubuh, sehingga layak digunakan

sebagai alat skrining massa otot pada penelitian lapangan. Pengukuran BIA dilakukan menggunakan arus listrik 50 kHz sesuai protokol pemeriksaan dengan posisi 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. Kriteria eksklusi meliputi kondisi medis serius, gangguan fungsional, penyakit neurologis, penggunaan obat yang memengaruhi massa otot, kehamilan, serta responden dengan IMT overweight atau obesitas. Eksklusi kelompok overweight dan obesitas dilakukan untuk meminimalkan pengaruh *sarcopenic obesity*, yaitu kondisi peningkatan massa lemak yang dapat memengaruhi hasil pengukuran massa otot menggunakan BIA dan menjadi

faktor perancu dalam hubungan antara IMT dan massa otot. Pembatasan ini bertujuan meningkatkan homogenitas sampel, namun dapat membatasi generalisasi hasil penelitian sehingga temuan terutama berlaku pada lansia DM dengan IMT underweight hingga normal. Pendekatan *purposive sampling* 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 penelitian. Pengumpulan data dilakukan selama Agustus–September 2025 di Puskesmas Pamotan melalui pengukuran antropometri (tinggi badan dan berat badan), pemeriksaan massa otot menggunakan BIA, serta pengisian kuesioner IPAQ-SF. Pengolahan data meliputi *editing*, *coding*, *entry* ke perangkat lunak statistik, *processing*, dan *cleaning*. Proses ini menjamin kerahasiaan identitas responden dan pemenuhan standar etik WHO 2011, sejalan dengan Sugiyono dan Sudaryono yang menyarankan prosedur penelitian kuantitatif dilakukan secara sistematis untuk menjaga integritas data.

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				p-value	OR (95% CI)		
		Rendah		Normal				Jumlah	
		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	8	92	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	100	0,000 14,333
	Normal	4	4,4	86	95,6	90	100	
	Jumlah	8	8	92	92	100	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.

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 Tabu -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

(Tabu -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 dalam 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. Ketidaksesuaian 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.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu menggunakan desain *cross-sectional* sehingga tidak dapat menjelaskan hubungan kausal, dilakukan hanya pada satu puskesmas sehingga generalisasi hasil masih terbatas, serta penilaian aktivitas fisik menggunakan kuesioner IPAQ-SF yang berpotensi menimbulkan *recall bias*

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik sedang dan indeks massa tubuh (IMT) normal berhubungan secara signifikan dengan pemeliharaan massa otot pada lansia penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Puskesmas Pamotan. Lansia dengan aktivitas fisik sedang memiliki risiko lebih rendah mengalami massa otot rendah, sedangkan lansia dengan IMT underweight memiliki risiko lebih tinggi mengalami penurunan massa otot. Temuan ini menegaskan bahwa aktivitas fisik yang sesuai dan status gizi yang baik berperan

penting dalam upaya pencegahan sarcopenia pada lansia dengan Diabetes Melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Coelho-Junior, H. J., et al. (2020). Protein intake and frailty: A matter of quantity, quality, and timing. *Nutrients*, 12(10), 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 I Tahun 2021*. 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), 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), 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), 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), 3743. <https://doi.org/10.3390/nu12123743>
- International Diabetes Federation. (2025). *IDF diabetes atlas* (11th ed.). 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), 38. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05038-6>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Profil kesehatan Indonesia tahun 2020*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- 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). 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>
- Riset Kesehatan Dasar. (2018). *Laporan nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- 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, 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. *Journal of Nutrition and Health (JNH)*, 8(2).

- Sudaryono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dalam pendidikan*. Penerbit Andi.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. 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, 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), 163–170. <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, 1608511. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1608511>.