



Aktivitas Fisik Rutin sebagai *Anti-Aging* dan Pencegahan Sarkopenia pada Wanita

Ade Yasinta Dewi¹, Ni Nyoman Ayu Dewi²

¹Program Magister Biomedik, Anti-Aging Medicine,

²Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia

ABSTRAK

Penuaan adalah proses alami yang disertai penurunan fungsi tubuh, termasuk penurunan massa dan kekuatan otot yang dikenal sebagai sarkopenia. Prevalensi sarkopenia lebih tinggi pada wanita menopause karena penurunan kadar estrogen. Kondisi ini berpengaruh terhadap kualitas hidup, risiko jatuh, dan kemandirian. Tinjauan literatur ini mengeksplorasi peran aktivitas fisik rutin sebagai intervensi *anti aging* dan pencegahan sarkopenia pada wanita. Pencarian literatur pada *database* Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan DOAJ untuk artikel relevan (penelitian asli atau tinjauan) yang terbit antara tahun 2014–2025. Analisis data menggunakan pendekatan sintesis naratif terhadap 30 artikel terpilih. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas fisik yang konsisten, terutama latihan resistensi (intensitas sedang–tinggi), latihan *multimodal*, dan latihan dengan *blood flow restriction*, sangat efektif meningkatkan massa otot, kekuatan, dan fungsi fisik. Kombinasi aktivitas fisik dengan asupan protein adekuat ($\geq 1,0$ g/kgBB/hari) menunjukkan efek sinergis yang signifikan, terutama pada wanita dengan obesitas sarkopenik. Intervensi berbasis teknologi juga berpotensi meningkatkan kepatuhan program. Disimpulkan bahwa aktivitas fisik rutin, khususnya latihan resistensi yang didukung oleh nutrisi optimal, merupakan strategi nonfarmakologis yang efektif untuk memperlambat proses penuaan dan mencegah sarkopenia.

Kata Kunci: Aktivitas fisik, anti-penuaan, latihan resistensi, sarkopenia, wanita.

ABSTRACT

Aging is a natural process of declining body functions, including a decrease in muscle mass and strength known as sarcopenia. Sarcopenia has a higher prevalence in menopausal women due to the decline in estrogen levels. This condition affects quality of life, fall risk, and independence. This literature review explores the role of regular physical activity as an anti-aging intervention and prevention of sarcopenia in women. A literature search was conducted in the Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and DOAJ databases for relevant articles (original research or reviews) published between 2024 and 2025. Data analysis used a narrative synthesis approach on 30 selected articles. Results showed that consistently performed physical activity, especially resistance training (moderate–high intensity), multimodal training, and training with blood flow restriction, is highly effective in improving muscle mass, strength, and physical function. Combination of physical activity with adequate protein intake (≥ 1.0 g/kgBB/day) showed significant synergistic effects, especially in women with sarcopenic obesity. Technology-based interventions potentially improve program adherence. It is concluded that regular physical activity, particularly resistance training supported by optimal nutrition, is an effective non-pharmacological strategy to slow the aging process and prevent sarcopenia. **Ade Yasinta Dewi, Ni Nyoman Ayu Dewi. Routine Physical Activities as Anti-Aging and Sarcopenia Prevention in Women.**

Keywords: Physical activity, anti-aging, resistance training, sarcopenia, women.

DOI: <https://10.55175/cdk.v53i01.1982>



Cermin Dunia Kedokteran is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Penuaan adalah proses alami seiring bertambahnya usia, ditandai dengan penurunan berbagai fungsi tubuh seperti imunitas, kekuatan otot dan tulang, fungsi kognitif, serta fungsi seksual dan reproduksi.¹

Pertambahan usia secara kronologis belum tentu sejalan dengan usia biologis.¹ Salah satu perubahan paling nyata dan signifikan akibat penuaan adalah penurunan massa dan kekuatan otot rangka, kondisi yang dikenal sebagai sarkopenia.^{2,3} Sarkopenia

bukan hanya gejala proses menua, kini telah diklasifikasikan sebagai penyakit oleh World Health Organization, karena dampaknya yang luas terhadap kualitas hidup, risiko jatuh, dan ketidakmandirian.⁴

Sarkopenia bersifat multifaktorial,

Alamat Korespondensi adeyasintadewi1996@gmail.com



dipengaruhi oleh penurunan aktivitas fisik, resistensi anabolik, perubahan hormonal, inflamasi kronis, hingga asupan protein yang tidak adekuat.⁵ Pada wanita, risiko sarkopenia meningkat signifikan setelah menopause akibat penurunan kadar estrogen, hormon yang berperan penting menjaga massa otot dan kekuatan fisik.⁵ Selain itu, proses *aging* juga ditandai dengan peningkatan massa lemak dan redistribusi lemak visceral, yang memperburuk kondisi obesitas sarkopenik, yaitu kombinasi obesitas dan kehilangan massa otot.^{3,6}

Seiring meningkatnya populasi global lanjut usia, intervensi yang efektif dan berkelanjutan untuk mencegah atau memperlambat proses penuaan dan sarkopenia menjadi makin penting. Salah satu intervensi nonfarmakologis yang mendapat perhatian besar adalah latihan fisik (*exercise*). Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa latihan fisik, terutama latihan ketahanan (*resistance training*), dapat meningkatkan sintesis protein otot, memperbaiki fungsi mitokondria, dan mengurangi inflamasi sistemik.^{3,7}

Latihan fisik berperan sebagai stimulus fisiologis yang mampu menunda penurunan massa dan fungsi otot akibat usia. *Resistance training* telah terbukti meningkatkan kekuatan, massa otot, dan performa fungsional secara signifikan, bahkan pada usia lanjut.³ Latihan aerobik memiliki efek positif terhadap kesehatan metabolik, kapasitas kardiorespirasi, dan sirkulasi otot. Kombinasi keduanya, terutama jika dikombinasikan dengan asupan protein yang cukup, menjadi strategi yang efektif untuk menghambat progres sarkopenia dan memperlambat proses *aging*.^{3,4} Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran aktivitas fisik sebagai intervensi dalam mencegah penuaan dini dan sarkopenia pada wanita.

AGING & SARKOPENIA

Penuaan (*aging*) adalah proses biologis alami ditandai oleh penurunan progresif berbagai fungsi fisiologis tubuh. Seiring bertambahnya usia, terjadi perubahan komposisi tubuh, seperti penurunan massa otot (*lean body mass*) dan peningkatan massa lemak tubuh, serta penurunan produksi hormon anabolik seperti *testosterone*, estrogen, dan IGF-1 (*insulin-like growth factor-1*).⁵ Penurunan

fungsi mitokondria, meningkatnya stres oksidatif, serta resistensi terhadap insulin dan protein anabolik menjadi bagian dari sindrom penuaan yang mempercepat degenerasi otot.⁷

Proses penuaan secara fisiologis ditandai oleh penurunan progresif massa otot, kekuatan, dan fungsi motorik yang dikenal sebagai sarkopenia. Kondisi ini umumnya dimulai sejak dekade ketiga kehidupan dan mengalami percepatan setelah usia 50 tahun, terutama pada wanita pasca-menopause akibat penurunan hormon anabolik seperti estrogen, *testosterone*, dan IGF-1.^{2,3} Penuaan juga memengaruhi sistem saraf dan neuromuskular. Penurunan jumlah dan ukuran unit motorik, berkurangnya mielinasi saraf perifer, serta perubahan distribusi serat otot, terutama hilangnya serat tipe II yang berdampak langsung terhadap kekuatan dan performa otot.⁷

Istilah sarkopenia pertama kali diperkenalkan oleh Rosenberg pada tahun 1988 untuk menggambarkan hilangnya massa otot rangka akibat penuaan.² Sarkopenia merupakan sindrom yang ditandai dengan penurunan massa otot rangka, kekuatan otot, dan performa fisik, yang dapat menyebabkan disabilitas fisik, penurunan kualitas hidup, hingga kematian dini.²

Sarkopenia merupakan kondisi klinis yang ditandai oleh penurunan massa dan fungsi otot secara progresif, yang umumnya terjadi seiring bertambahnya usia. Meskipun kondisi ini dialami oleh semua orang lanjut usia (lansia), prevalensinya pada wanita cenderung lebih tinggi, khususnya setelah menopause, karena berkurangnya hormon estrogen yang berperan dalam menjaga massa otot. Kondisi ini berkontribusi signifikan terhadap meningkatnya risiko jatuh, penurunan kemandirian, hingga kematian dini, serta membebani sistem kesehatan masyarakat secara luas.⁸

Sarkopenia terbagi menjadi 2 kategori utama. Sarkopenia primer terjadi akibat proses penuaan alami tanpa penyebab medis lain, sedangkan sarkopenia sekunder disebabkan oleh faktor eksternal seperti kurangnya aktivitas fisik, adanya penyakit kronis, atau kekurangan nutrisi.³ Diagnosis sarkopenia

tidak cukup hanya dari penurunan massa otot, karena kekuatan otot tidak selalu berbanding lurus dengan volume otot. Oleh karena itu, evaluasi fungsi otot juga penting agar diagnosis memiliki nilai klinis yang lebih akurat.³

Sarkopenia merupakan kondisi kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Beberapa mekanisme yang berperan antara lain ketidakseimbangan antara sintesis dan degradasi protein otot, minimnya aktivitas fisik (*disuse*), gangguan hormonal, proses peradangan, resistensi insulin, serta kekurangan asupan nutrisi penting. Penurunan kadar hormon anabolik seperti *testosterone* dan IGF-1 juga turut mempercepat hilangnya massa dan fungsi otot seiring bertambahnya usia.³

Beberapa faktor risiko yang dapat meningkatkan risiko sarkopenia pada wanita yaitu usia lanjut, yang secara alami mengurangi sintesis protein otot.⁹ Kurangnya aktivitas fisik, terutama latihan kekuatan yang penting dalam mempertahankan serat otot tipe II, asupan nutrisi tidak memadai, seperti defisit protein, vitamin D, atau asam amino esensial.⁹ Selain itu, faktor perubahan hormonal, khususnya penurunan estrogen pada wanita menopause, stres oksidatif, dan peradangan kronis, juga yang mempercepat kerusakan jaringan otot.⁸

Secara molekuler, sarkopenia melibatkan kombinasi disfungsi mitokondria, peningkatan produksi *reactive oxygen species* (ROS), penurunan kapasitas regenerasi otot, serta aktivasi jalur apoptosis yang dimediasi oleh mitokondria.⁹ Gangguan dinamika mitokondria, seperti ketidakseimbangan antara proses fusi dan fisi, dapat memperburuk stres oksidatif dan mempercepat atrofi otot. Selain itu, peningkatan ekspresi myostatin, sebuah protein penghambat pertumbuhan, berkontribusi terhadap penurunan massa otot seiring bertambahnya usia.⁹

Sarkopenia kini dipahami sebagai sindrom multifaktorial yang tidak hanya melibatkan hilangnya massa otot semata, tetapi juga mencakup penurunan kekuatan otot dan performans fisik, serta berhubungan erat dengan *frailty*. Pada banyak kasus, sarkopenia terjadi bersamaan dengan peningkatan



massa lemak, suatu kondisi yang disebut sebagai sarkopenik obesitas, yang sangat umum pada lansia dan memperparah risiko kardiometabolik serta ketidakmampuan fungsional.^{6,10}

Sarkopenia berkontribusi signifikan terhadap meningkatnya kejadian *frailty* (pengeroposan), obesitas sarkopenik, penurunan kemandirian, dan peningkatan risiko jatuh.¹¹ Kondisi ini juga memiliki dampak ekonomi besar karena meningkatkan kebutuhan perawatan jangka panjang dan biaya kesehatan masyarakat.¹¹

Pendekatan terbaik untuk mencegah dan menangani sarkopenia adalah dengan kombinasi latihan fisik (*resistance* dan *aerobic training*) serta strategi nutrisi tinggi protein.⁷ Strategi multimodal ini secara sinergi memperlambat degenerasi otot dan menjaga fungsi fisik lansia secara optimal.

METODE PENULISAN

Jenis dan Desain

Penulisan artikel ini merupakan studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Desain ini digunakan untuk menghimpun, menyusun, dan mensintesis berbagai informasi ilmiah yang relevan dari artikel dan sumber pustaka terpercaya terkait hubungan antara aktivitas fisik dengan penuaan dini dan/atau sarkopenia pada wanita.

Sumber Data

Artikel jurnal ilmiah nasional ataupun internasional, yang diakses melalui beberapa *database* daring terpercaya: Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, DOAJ (Directory of Open Access Journals).

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Strategi pencarian literatur secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris dan Indonesia, seperti "*physical activity*" OR "*exercise*", AND "*sarcopenia*", AND "*women*" OR "*wanita*". Pencarian melalui beberapa *database* elektronik yang kredibel, yaitu Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Directory of Open Access Journals (DOAJ). Untuk meningkatkan akurasi dan relevansi hasil, beberapa istilah juga disesuaikan dengan struktur *Medical Subject Headings* (MeSH), khususnya pada pencarian melalui PubMed.

Kriteria inklusi meliputi artikel yang membahas hubungan aktivitas fisik dengan penuaan dini dan/atau sarkopenia pada wanita, artikel hasil penelitian asli (*original research*) atau tinjauan pustaka ilmiah (*review*), diterbitkan dalam rentang tahun 2014 hingga 2025; ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Kriteria eksklusi adalah artikel yang hanya berfokus pada populasi pria, anak-anak, atau hewan percobaan, artikel tidak menyebutkan aktivitas fisik ataupun parameter penuaan/sarkopenia, artikel tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap.

Teknik Analisis Data

Analisis menggunakan pendekatan sintesis naratif (*narrative synthesis*). Setiap artikel yang terpilih dibaca dan diekstraksi data pentingnya, seperti tujuan dan desain penelitian, populasi dan intervensi, jenis latihan fisik, hasil terkait penuaan dan/atau sarkopenia. Data kemudian dikelompokkan berdasarkan tema utama, seperti jenis intervensi latihan, dampak terhadap massa dan fungsi otot, serta konteks wanita usia produktif atau lansia. Hasil sintesis disajikan dalam bentuk narasi untuk menunjukkan tren, simpulan umum, serta rekomendasi berdasarkan bukti yang ada.

HASIL

Strategi pencarian literatur secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris dan Indonesia, seperti "*physical activity*" OR "*exercise*", AND "*sarcopenia*", AND "*women*" OR "*wanita*". Pencarian melalui beberapa *database* elektronik menghasilkan 18 artikel dari Google Scholar, 12 artikel dari PubMed, 8 artikel dari ScienceDirect, dan 4 artikel dari Directory of Open Access Journals/DOAJ menghasilkan total 42 jurnal. Untuk meningkatkan akurasi dan relevansi hasil, beberapa istilah juga disesuaikan dengan struktur *Medical Subject Headings* (MeSH), khususnya dalam pencarian melalui PubMed. Sebanyak 12 jurnal dieksklusi karena fokus pada populasi bukan wanita ($n = 5$), tidak membahas aktivitas fisik atau sarkopenia ($n = 4$), dan tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap ($n = 3$). Sejumlah 30 artikel relevan dengan topik dan cakupan publikasi dari tahun 2014 hingga 2025 memenuhi kriteria inklusi, yakni membahas pengaruh atau peran aktivitas fisik terhadap proses penuaan otot dan/atau pencegahan

sarkopenia pada populasi wanita usia dewasa dan lansia (**Skema**).

PEMBAHASAN

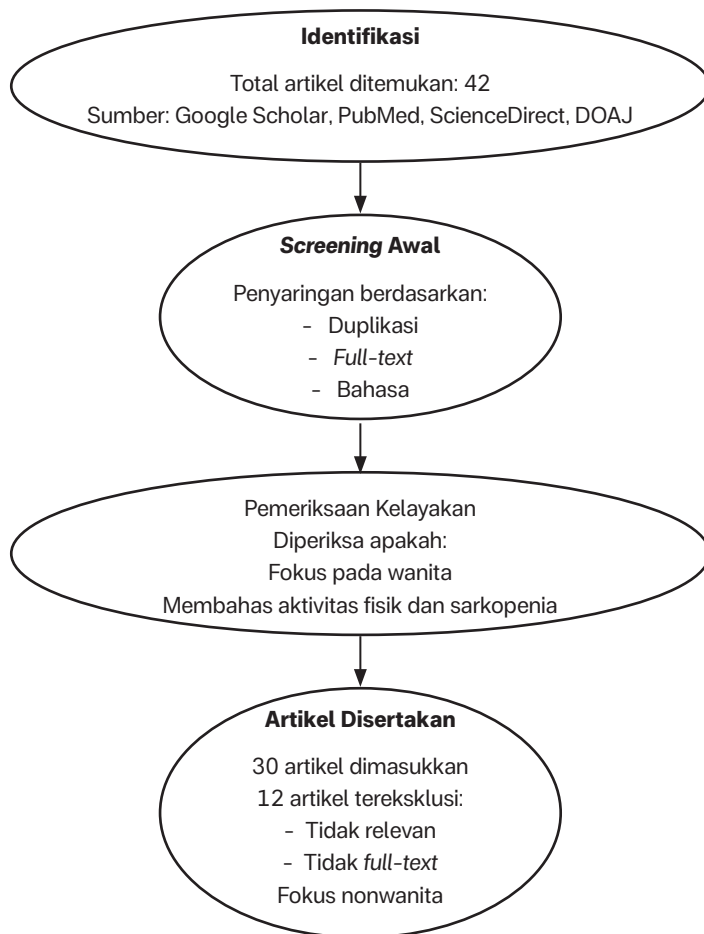
Aktivitas fisik memiliki pengaruh terhadap risiko sarkopenia tergantung kelompok usia. Pada kelompok usia muda, tingkat aktivitas fisik tinggi tidak signifikan mengurangi risiko sarkopenia, terutama pada wanita muda dengan asupan energi rendah.¹² Namun, pada kelompok usia lebih tua, aktivitas fisik tinggi berhubungan dengan risiko sarkopenia yang lebih rendah, menunjukkan pentingnya aktivitas fisik dalam pencegahan sarkopenia seiring bertambahnya usia.¹³

Aktivitas fisik dapat membantu mempertahankan massa otot dan kekuatan. Pada wanita muda, kombinasi asupan energi yang cukup dengan tingkat aktivitas fisik yang tinggi lebih efektif mengurangi risiko sarkopenia dibandingkan individu yang tidak melakukan aktivitas fisik rutin, menekankan pentingnya keseimbangan antara nutrisi dan aktivitas fisik.^{12,13}

Aktivitas fisik secara konsisten sejak usia muda ataupun dewasa memiliki dampak protektif yang signifikan terhadap proses penuaan otot dan pencegahan sarkopenia. Sebagian besar artikel menggarisbawahi peranan penting aktivitas fisik untuk mempertahankan massa otot, kekuatan otot, serta fungsi fisik, terutama pada wanita dan populasi lansia.^{10,14}

Waters, et al., (2010) dan Chung, et al., (2025) menyatakan bahwa latihan fisik, khususnya latihan ketahanan (*resistance training*),^{10,11} mampu menghambat penurunan massa otot dan meningkatkan fungsi motorik, bahkan pada lansia. Selain itu, studi Schoufour, et al., (2021) dan Calvani, et al., (2023) menekankan peran penting kebiasaan gaya hidup aktif yang dimulai sejak usia dewasa muda dalam menjaga metabolisme otot dan mencegah penurunan kualitas serat otot seiring bertambahnya usia.^{15,16}

Hasil penelitian Li, et al., (2019) menunjukkan bahwa intervensi gaya hidup intensif berupa latihan ketahanan dan suplementasi protein mampu menurunkan *biomarker* inflamasi kronis (IL-6, TNF- α , TWEAK) yang berperan dalam patogenesis sarkopenia.¹⁷ Lee, et al., (2018) dan de Mello, et al., (2019)



Skema. Alur pencarian artikel.

membuktikan bahwa program latihan fisik jangka panjang secara konsisten meningkatkan kekuatan genggam, kecepatan berjalan, dan performa fungsional pada populasi lansia.^{18,19}

Temuan lain juga menyoroti adanya perbedaan respons terhadap aktivitas fisik berdasarkan jenis kelamin. Rivera, *et al.*, (2016) mencatat bahwa manfaat protektif aktivitas fisik terhadap sarkopenia lebih signifikan pada pria dibanding wanita, meskipun masih memerlukan penelitian lebih lanjut terkait faktor hormonal dan genetika.²⁰

Aktivitas fisik berperan krusial dalam mencegah penurunan massa dan fungsi otot seiring bertambahnya usia, terutama jika dimulai sejak usia dewasa muda dan dipertahankan secara konsisten hingga lansia. Secara khusus, berbagai jenis latihan, terutama latihan resistensi intensitas sedang hingga tinggi, multimodal, serta latihan dengan *blood flow restriction* efektif untuk

meningkatkan massa otot, kekuatan, dan kinerja fungsional.^{4,21}

Beberapa literatur juga menekankan pentingnya kombinasi aktivitas fisik dengan nutrisi yang memadai, khususnya asupan protein harian > 1,0 g/kgBB/hari, untuk mengatasi resistensi anabolik dan menjaga keseimbangan sintesis protein otot.³ Latihan fisik yang dikombinasikan dengan diet tinggi protein, terutama pada wanita dengan obesitas sarkopenik, dapat mengurangi massa lemak, mempertahankan massa otot, dan meningkatkan performa fungsional.^{3,22} Latihan aerobik terbukti mampu memperbaiki stres oksidatif dan disfungsi mitokondria, sedangkan latihan kekuatan memperkuat adaptasi otot terhadap beban.²³

Selain faktor nutrisi, pembahasan beberapa jurnal juga menggarisbawahi pentingnya fungsi mitokondria dan status hormonal, seperti IGF-1 dan estrogen, dalam mempertahankan integritas otot rangka

selama proses penuaan.^{7,9}

Studi lain menunjukkan bahwa intervensi gaya hidup berbasis diet dan latihan fisik memiliki efek sinergis, terutama dalam menangani sarkopenia yang disertai obesitas, yang makin banyak ditemukan pada wanita lansia.⁵ Namun, intervensi tunggal berbasis suplementasi gizi menunjukkan efek terbatas pada kekuatan otot maupun performa fungsional.^{8,2}

Latihan kekuatan dan multikomponen secara konsisten disebut sebagai pendekatan paling efektif dalam memperbaiki kekuatan genggam, massa otot, kecepatan berjalan, serta kualitas hidup secara keseluruhan.^{23,24}

Penelitian Wang, *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa intervensi berbasis internet yang mengombinasikan edukasi nutrisi dan program latihan melalui aplikasi digital dapat meningkatkan asupan protein berkualitas dan massa otot rangka secara bermakna pada lansia dengan sarkopenia.²⁵ Hal ini membuka peluang baru penanganan sarkopenia dengan pendekatan yang fleksibel dan terjangkau.²⁶

Denison, *et al.*, (2015) dan Bosaeus & Rothenberg (2016) menekankan bahwa kombinasi latihan dan nutrisi memiliki efek sinergis yang lebih kuat dibandingkan intervensi tunggal, meskipun hasil antar studi masih menunjukkan heterogenitas dalam populasi, intensitas latihan, dan jenis suplementasi.^{27,28} Dalam hal ini, optimalisasi anabolisme otot memerlukan asupan protein 25–30 gram per kali makan, disertai latihan fisik dalam waktu yang berdekatan untuk merangsang sintesis protein otot secara maksimal.²⁷

Oliveira, *et al.*, (2020)¹² dan Marzetti, *et al.*, (2017)²⁹ juga menegaskan bahwa aktivitas fisik rutin sejak usia pertengahan mampu menurunkan risiko *frailty* dan sarkopenia, meskipun masih diperlukan studi lanjutan yang membandingkan dosis, frekuensi, dan jenis latihan yang paling efektif. Aktivitas fisik juga berdampak positif terhadap fungsi metabolik otot dan perbaikan jaringan melalui aktivasi sel satelit dan peningkatan densitas mitokondria, yang berkontribusi terhadap pemulihan kapasitas kontraktile otot.²⁹



Dalam konteks pencegahan, penting dicatat bahwa gaya hidup sedentari merupakan prediktor kuat risiko sarkopenia, seperti ditunjukkan oleh Hämäläinen, et al., (2024), individu dengan aktivitas fisik rendah memiliki risiko hampir empat kali lipat lebih tinggi untuk mengalami sarkopenia.³⁰

Penting dicatat bahwa manfaat aktivitas fisik pada wanita sangat dipengaruhi oleh durasi, frekuensi, intensitas, dan jenis latihan. Latihan dengan beban sedang hingga tinggi, dilakukan minimal 2–3 kali seminggu, terbukti memberikan hasil optimal dalam mempertahankan massa otot dan kekuatan pada wanita lansia. Selain itu, efek sinergis antara latihan fisik dan asupan protein yang

memadai memperkuat efek anabolik pada otot dan membantu melawan resistensi anabolik yang umum terjadi pada proses penuaan.³¹ Intervensi aktivitas fisik sejak usia pertengahan menjadi prioritas dalam kebijakan promosi kesehatan jangka panjang.

SIMPULAN

Secara keseluruhan, latihan resistensi intensitas sedang hingga tinggi, multimodal menunjukkan hasil paling konsisten dalam meningkatkan massa otot, kekuatan, dan fungsi gerak. Efektivitas intervensi ini terbukti lebih baik dibandingkan suplementasi nutrisi saja, yang cenderung menunjukkan hasil terbatas terhadap kekuatan otot dan kapasitas fungsional. Pendekatan berbasis teknologi

seperti aplikasi digital yang mengintegrasikan edukasi nutrisi dan panduan latihan fisik berpotensi besar menjangkau populasi lansia dan meningkatkan kepatuhan terhadap program pencegahan. Aktivitas fisik rutin juga terbukti meningkatkan kualitas hidup dan mengurangi beban fungsional pada lansia, terutama pada populasi wanita yang lebih berisiko kehilangan massa otot. Rekomendasi dosis optimal latihan fisik (frekuensi, durasi, jenis latihan) masih bervariasi antar studi, konsensus umum mendukung latihan kekuatan sebagai pilihan utama. Penelitian juga mengungkap bahwa gaya hidup sedentari merupakan faktor risiko kuat sarkopenia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pangkahila W. Anti-aging medicine: memperlambat penuaan, meningkatkan kualitas hidup. Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara. 2017.
2. Naseeb MA, Volpe SL. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging. *Nutr Res*. 2017;40:1–20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2017.01.001>.
3. Rogeri PS, Zanella R, Martins GL, Garcia MDA, Leite G, Lugaresi R, et al. Strategies to prevent sarcopenia in the aging process: role of protein intake and exercise. *Nutrients*. 2022;14(1):1–33. <https://doi.org/10.3390/nu14010052>.
4. Beckwee D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beaudart C, Bruyere O, et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. a systematic umbrella review. *J Nutr Heal Aging*. 2019;23(6):494–502. <http://dx.doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>.
5. Colleluori G, Villareal DT. Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. *Exp Gerontol*. 2021;155:1–26. [doi:10.1016/j.exger.2021.111561](https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111561).
6. Petroni ML, Caletti MT, Grave RD, Bazzocchi A, Gomez MPA, Marchesini G. Prevention and treatment of sarcopenic obesity in women. *Nutrients*. 2019;11(6):1302. [doi: 10.3390/nu11061302](https://doi.org/10.3390/nu11061302).
7. Nascimento CM, Ingles M, Salvador-Pascual A, Cominetti MR, Gomez-Cabrera MC, Viña J. Sarcopenia, frailty and their prevention by exercise. *Free Radic Biol Med*. 2019;132:42–9. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.08.035>.
8. Beaudart C, Dawson A, Shaw SC, Harvey NC, Kanis JA, Binkley N, et al. Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporos Int*. 2017;28(6):1817–33. <https://doi.org/10.1017/S002966511500422X>.
9. Yoo SZ, No MH, Heo JW, Park DH, Kang JH, Kim SH, et al. Role of exercise in age-related sarcopenia. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(4):551–8. <https://doi.org/10.12965/jer.1836268.134>.
10. Chung JY, Kim SG, Kim SH, Park CH. Sarcopenia: how to determine and manage. *Knee Surg Relat Res*. 2025;37(1):1–12. <https://doi.org/10.1186/s43019-025-00265-6>.
11. Waters DL, Baumgartner RN, Garry PJ, Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clin Interv Aging*. 2010;5:259–70. [doi: 10.2147/CIA.S6920](https://doi.org/10.2147/CIA.S6920).
12. Oliveira JS, Pinheiro MB, Fairhall N, Walsh S, Franks TC, Kwok W, et al. Evidence on physical activity and the prevention of frailty and sarcopenia among older people: a systematic review to inform the world health organization physical activity guidelines. *J Phys Act Heal*. 2020;17(12):1247–58. <https://doi.org/10.1123/jpah.2020-0323>.
13. Cho YJ, Lim YH, Yun JM, Yoon HJ, Park M. Sex- and age-specific effects of energy intake and physical activity on sarcopenia. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66249-6>.
14. Barajas-Galindo DE, Gonzalez Arnaiz E, Ferrero Vicente P, Ballesteros-Pomar MD. Effects of physical exercise in sarcopenia. A systematic review. *Endocrinol Diabetes y Nutr*. 2021;68(3):159–69. <https://doi.org/10.1016/j.endien.2020.02.007>.



15. Schoufour JD, Tieland M, Barazzoni R, Ben Allouch S, van der Bie J, Boirie Y, et al. The relevance of diet, physical activity, exercise, and persuasive technology in the prevention and treatment of sarcopenic obesity in older adults. *Front Nutr*. 2021; 8:661449. doi: 10.3389/fnut.2021.661449\.
16. Calvani R, Picca A, Coelho-Junior HJ, Tosato M, Marzetti E, Landi F. Diet for the prevention and management of sarcopenia. *Metabolism*. 2023;146:155637. doi:10.1016/j.metabol.2023.155637.
17. Li C Wei, Yu K, Shyh-Chang N, Li G Xun, Jiang L Juan, Yu S Lin, et al. Circulating factors associated with sarcopenia during ageing and after intensive lifestyle intervention. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(3):586–600. doi: 10.1002/jcsm.12417.
18. Lee SY, Tung HH, Liu CY, Chen LK. Physical activity and sarcopenia in the geriatric population: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2018;19(5):378–83. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.02.003>.
19. de Mello RGB, Dalla Corte RR, Gioscia J, Moriguchi EH. Effects of physical exercise programs on sarcopenia management, dynapenia, and physical performance in the elderly: a systematic review of randomized clinical trials. *J Aging Res*. 2019;2019:1959486. doi:10.1155/2019/1959486.
20. Rivera J de J, Fonseca-Sanchez MA, Rodriguez P, Garcia JM, Palma I, Aristi G, et al. Physical activity protects men but not women for sarcopenia development. *Gerontol Geriatr Med*. 2016;2:233372141666787. doi: 10.1177/2333721416667879.
21. Sung JY, Lee MJ, Kim J. Relationship between lifestyle and physical fitness among older women with sarcopenia. *Int J Mol Sci*. 2025;26(5):1–12. <https://doi.org/10.3390/ijms26052205>.
22. Tsekoura M, Billis E, Tsepis E, Dimitriadis Z, Matzaroglou C, Tyllianakis M, Panagiotopoulos E, Gliatis J. the effects of group and home-based exercise programs in elderly with sarcopenia: a randomized controlled trial. *J Clin Med*. 2018;7(12):480. <https://doi.org/10.3390/jcm7120480>.
23. Shen Y, Shi Q, Nong K, Li S, Yue J, Huang J, et al. Exercise for sarcopenia in older people: a systematic review and network meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2023;14(3):1199–211. doi: 10.1002/jcsm.13225.
24. Cao A, Ferrucci L., Caan BJ, Irwin ML. Effect of exercise on sarcopenia among cancer survivors: a systematic review. *Cancers* 2022;14(3):786. <https://doi.org/10.3390/cancers14030786>.
25. Wang Z, Xu X, Gao S, Wu C, Song Q, Shi Z, et al. Effects of internet-based nutrition and exercise interventions on the prevention and treatment of sarcopenia in the elderly. *Nutrients*. 2022;14(12):1–12. <https://doi.org/10.3390/nu14122458>.
26. Ispoglou T, Norton C, McCullough D. Editorial: preventing sarcopenia and promoting musculoskeletal health in middle-aged adults: the role of exercise and nutrition. *Front Sport Act Living*. 2025;7:1–4 <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1601326>.
27. Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, Robinson SM. Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging*. 2015;10:859–69. <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S55842>.
28. Bosaeus I, Rothenberg E. Nutrition and physical activity for the prevention and treatment of age-related sarcopenia. *Proc Nutr Soc*. 2016;75(2):174–80. doi:10.1017/S002966511500422X.
29. Marzetti E, Calvani R, Tosato M, Cesari M, Di Bari M, Cherubini A, et al. Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2017;29(1):35–42. doi: 10.1007/s40520-016-0705-4.
30. Hamalainen O, Tirkkonen A, Savikangas T, Alen M, Sipilä S, Hautala A. Low physical activity is a risk factor for sarcopenia: a cross-sectional analysis of two exercise trials on community-dwelling older adults. *BMC Geriatr*. 2024;24(1):1–13. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04764-1>.
31. Cartee GD, Hepple RT, Bamman MM, Zierath JR. Perspective exercise promotes healthy aging of skeletal muscle. *Cell Metab*. 2012;23(6):1034–47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2016.05.007>.