

Efek Kombinasi Latihan Keseimbangan dan Resistensi dalam Menurunkan *Postural Sway* dan Risiko Jatuh pada Lanjut Usia

The Effects of Combined Balance and Resistance Training on Reducing *Postural Sway* and Fall Risk in Older Adults

Nurul Aini^{1*}, Denny Agustiningsih², Rahmaningsih Mara Sabirin³, Zakir Burhan⁴

¹Universitas Pendidikan Mandalika, Kota Mataram, Indonesia

^{2,3}Universitas Gadjah Mada, Sleman, DI Yogyakarta, Indonesia

⁴Institut Pendidikan Nusantara Global, Aik Mual, Lombok Tengah, Indonesia

Email Korespondensi: *nurulaini@undikma.ac.id

Diterima : 29 Des 2025

Ditinjau: 10 Jan 2026

Disetujui: 20 Jan 2026

Publikasi Online: 30 Jan 2026

ABSTRAK

Jatuh akibat cedera tidak terduga merupakan penyebab kematian tertinggi kedua di dunia. Angka kejadian jatuh di Indonesia pada lansia berusia diatas 65 tahun mencapai sekitar 30% dan terus meningkat seiring bertambahnya usia. Salah satu penyebab jatuh pada lansia adalah penurunan kekuatan otot dan peningkatan *postural sway* akibat proses penuaan. Latihan fisik terbukti efektif dalam menurunkan risiko jatuh terutama jika diberikan dalam bentuk latihan multikomponen. Mengetahui pengaruh kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi terhadap penurunan *postural sway* dan risiko jatuh pada lansia. Penelitian merupakan studi quasi-experimental dengan desain *pre-test* dan *post-test*. Subjek penelitian adalah 44 lansia dengan rentang usia 60-83 tahun yang tinggal di Panti Lansia Budi Dharma dan Panti Lansia Budi Luhur Yogyakarta. Subjek dibagi menjadi kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Pengukuran *postural sway* dilakukan menggunakan posturometer sedangkan risiko jatuh diukur dengan *timed up and go test* (TUG). Terdapat perbedaan yang signifikan pada selisih antara pemeriksaan akhir/posttest dan pemeriksaan awal/pretest (delta) posturometer antara kelompok intervensi (2.26 ± 1.36) dan kelompok kontrol (-0.95 ± 1.02) dengan nilai signifikansi $p=0.000$ ($p<0.05$). Selain itu, terdapat perbedaan yang signifikan pada selisih antara posttest dan pretest (delta) TUG antara kelompok intervensi (-0.92 ± 3.01) dan kelompok kontrol (1.28 ± 2.37) dengan nilai signifikansi $p=0.019$ ($p<0.05$). Kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi selama 8 minggu menurunkan *postural sway* dan risiko jatuh pada lansia.

Kata kunci: Jatuh; Latihan stabilitas postural; Latihan penguatan otot; Orang dewasa tua; *Postural sway*

ABSTRACT

Falls due to unexpected injuries are the second leading cause of death worldwide. In Indonesia, the prevalence of falls among older adults aged ≥ 65 years is approximately 30% and continues to increase with advancing age. A major contributing factor is the decline in muscle strength and the increase in postural sway associated with aging. Exercise interventions have been shown to reduce the risk of falls, particularly when delivered as multicomponent programs. This study aims to examine the effects of a combined balance and resistance training program on reducing postural sway and fall risk among older adults. This study was a quasi-experimental design with pre-test and post-test. The subjects were 44 older adults aged 60–83 years residing at Budi Dharma and Budi Luhur Nursing Home in Yogyakarta. The subjects were divided into an intervention group and a control group. Postural sway was measured using a posturometer, while fall risk was assessed using the Timed Up and Go (TUG) test. There was a significant difference in the delta values (post-test minus pre-test) of posturometer scores between the intervention group (2.26 ± 1.36) and the control group (-0.95 ± 1.02), with a significance value of $p=0.000$ ($p < 0.05$). In addition, there was a significant difference in the delta values of TUG between the intervention group (-0.92 ± 3.01) and the control group (1.28 ± 2.37), with a significance value of $p=0.019$ ($p < 0.05$). Combined balance and resistance training significantly reduced postural sway and fall risk in older adults.

Keyword: Balance training; Fall risk; Older Adults; Postural sway; Resistance training

PENDAHULUAN

Menurut WHO, sekitar 28-35% individu berusia diatas 65 tahun mengalami jatuh setiap tahun dan angka ini meningkat menjadi 32-42% pada individu yang berusia lebih dari 70 tahun.²⁰ Seiring bertambahnya usia, terjadi peningkatan angka kejadian jatuh.^{20,6} Menurut data Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana tahun 2020, angka kejadian jatuh di Indonesia yang

terjadi pada lansia berusia diatas 65 tahun sekitar 30% dan meningkat sekitar 50% pada usia diatas 85 tahun.¹⁴ Pada tahun 2020, terjadi peningkatan jumlah populasi lanjut usia.

Seiring bertambahnya usia, terjadi berbagai perubahan pada tubuh, baik pada tingkat molekuler maupun organ.³ Perubahan ini meliputi perubahan sistem sensorik, motorik, gangguan keseimbangan statis dinamis, penurunan kekuatan dan daya otot pada tungkai bawah, perubahan pola berjalan, penurunan fleksibilitas, penurunan ketajaman penglihatan, serta peningkatan *postural sway* yang dapat meningkatkan risiko jatuh pada lansia.¹³ Salah satu intervensi yang terbukti efektif untuk mengatasi masalah jatuh pada lansia adalah pemberian latihan fisik.¹⁵ Latihan fisik pada lansia memberikan manfaat yang lebih baik terhadap fungsi fisik dibandingkan latihan komponen tunggal. Latihan fisik yang direkomendasikan adalah latihan fisik multikomponen yang terdiri dari latihan aerobik, fleksibilitas dan resistensi atau penguatan otot. Program latihan fisik untuk mencegah jatuh sebaiknya ditambahkan dengan latihan keseimbangan dan latihan resistensi.¹

Kombinasi latihan resistensi dan keseimbangan terbukti meningkatkan keseimbangan statis, dinamis dan fungsi otot tungkai bawah, mengaktifkan fungsi sinergis antara otot lokomotor dan otot stabilitas, meningkatkan aktivitas neuromuskular, dan memicu efek sinergis pada sistem saraf¹⁰, meningkatkan kemampuan integrasi sensorik²¹, melemahkan perubahan terkait usia, seperti meningkatkan kecepatan berjalan, meningkatkan keseimbangan statis dan dinamis dan mengurangi risiko jatuh.¹¹ Belum banyak penelitian yang menggabungkan kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi dalam menurunkan *postural sway* (salah satu keseimbangan statis) pada lanjut usia. Oleh karena itu, peneliti ingin membuktikan hasil temuan kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi dapat menurunkan *postural sway* dan risiko jatuh pada populasi lansia di Panti Wredha di wilayah Yogyakarta dengan metode latihan yang disesuaikan kondisi sosial budaya serta kemampuan fisik subjek penelitian.

METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan FK-KMK UGM dengan nomor protokol KE/FK/0850/EC/2025. Jenis dan rancangan penelitian berbentuk quasi-experimental dengan desain *pre-test* dan *post-test*. Pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan setelah pemberian intervensi selama 8 minggu. Subjek dalam penelitian ini adalah lansia dengan rentang usia 60-83 (laki-laki 18 orang dan perempuan 26 orang) yang tinggal di Panti Lansia Budi Dharma dan Panti Lansia Budi Luhur dengan jumlah 44 orang. Pemilihan kedua panti ini dikarenakan panti ini merupakan panti lansia dibawah pengawasan Dinas Sosial Daerah Istimewa Yogyakarta dan Dinas Sosial Kota Yogyakarta. Lansia dibagi kedalam dua kelompok yaitu kelompok intervensi berjumlah 23 orang dan kelompok kontrol berjumlah 21 orang. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah lansia berusia diatas 60 tahun yang tinggal di Panti Lansia Budi Dharma dan Panti Lansia Budi Luhur, mampu berdiri sendiri selama 90 detik, bersedia mengikuti latihan selama 8 minggu, mampu melihat benda yang berjarak 6 meter dengan atau tanpa alat bantu, dan mampu mengikuti instruksi yang diberikan. Kriteria eksklusinya adalah memiliki gangguan muskuloskeletal dua tahun terakhir seperti fraktur ekstremitas bawah, lansia yang memiliki hipertensi tahap II (sistolik 160-179 mmHg dan/atau diastolik 100-109 mmHg), dan menyatakan tidak bersedia berpartisipasi dalam penelitian. Pengukuran diawali dengan melakukan wawancara terkait riwayat kesehatan, obat-obatan yang dikonsumsi, dan asupan nutrisi. Pemeriksaan selanjutnya yaitu pemeriksaan tekanan darah, denyut jantung, laju pernapasan, tinggi badan, berat badan, pemeriksaan penglihatan dan pemeriksaan kemampuan berdiri. Pemeriksaan risiko jatuh dilakukan dengan menggunakan *time up and go test*, metode pengukuran risiko jatuh yang diukur dengan mencatat waktu yang dibutuhkan lansia untuk menyelesaikan berdiri dari kursi, berjalan 3 meter, berbalik, berjalan

kembali, hingga duduk kembali di kursi.² Pemeriksaan *postural sway* dilakukan menggunakan *force plate* atau posturometer, dengan menghitung lama waktu yang dibutuhkan lansia untuk berdiri diatas *force plate*.¹⁹

Latihan yang diberikan merupakan kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi dengan adanya modifikasi dalam dosis latihan yang disesuaikan dengan kondisi lansia, kondisi panti jompo dan waktu penelitian. Modifikasi latihan merujuk pada pedoman latihan fisik untuk lansia menurut rekomendasi ACSM 2022. Latihan keseimbangan yang diberikan terdiri dari berdiri dengan kaki dirapatkan, berdiri semi-tandem dan berdiri tandem, berdiri dengan satu kaki, berdiri berjinjit dan berdiri dengan tumit, dan latihan dikombinasikan dengan membuka dan menutup mata serta berpegangan dan melepas pegangan. Latihan resistensi yang diberikan menggunakan *elastic band* yang bertujuan meningkatkan otot-otot ekstremitas atas dan utamanya otot-otot ekstremitas bawah. Latihan diberikan 3 kali/minggu selama 8 minggu dan latihan dimulai dengan pemanasan dan diakhiri dengan pendinginan.¹ Analisis hasil dilakukan menggunakan analisis statistik dengan SPSS 22.

HASIL

Berdasarkan hasil uji statistik (Tabel 1), tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada sebagian besar parameter demografi antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol, seperti usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh dan pengukuran awal TUG (*pretest*) antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol ($p > 0,05$). Temuan ini menunjukkan kedua kelompok berada dalam kondisi awal yang relatif homogen sebelum intervensi diberikan. Namun, pada hasil uji pengukuran awal *posturometer* (*pretest*) terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara kedua kelompok ($p < 0,05$) sehingga untuk melihat pengaruh intervensi latihan, dilakukan analisis data dengan selisih pengukuran akhir dan pengukuran awal (*delta*). Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh perbedaan *baseline* terhadap hasil penelitian.

Tabel 1. Karakteristik umum subjek penelitian yang diambil pada hari ke-0 penelitian

Parameter	Kelompok	
	Intervensi	Kontrol
Jenis Kelamin		
• Laki-laki (%)	43,5%	38,1%
• Perempuan (%)	56,5%	61,9%
Usia (tahun)	69,83 ± 6,63	70,62 ± 6,41
Tinggi Badan (cm)	155,52 ± 5,02	155,14 ± 8,62
Berat Badan (kg)	51,96 ± 8,99	52,52 ± 11,31
IMT (kg/m ²)	21,51 ± 3,81	21,71 ± 3,78
Posturometer pretest (detik)	3,91 ± 1,38*	4,67 ± 1,28
TUG pretest (detik)	15,58 ± 5,79	15,38 ± 4,88

Data ditampilkan dalam rerata dan standar deviasi serta data jenis kelamin dalam persen

Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk, uji beda untuk jenis kelamin (*Chi-Square*); usia, TB, BB, IMT, TUG (*Independent t*); posturometer (*Mann-Whitney*)

*terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol

Berdasarkan analisis statistik menggunakan uji *Mann Whitney* (data berdistribusi tidak normal) terhadap selisih nilai posturometer antara pengukuran akhir dan pengukuran awal yang disajikan pada tabel 6, diperoleh hasil terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol dengan nilai signifikansi $p=0.000$ ($p < 0,05$). Nilai delta posturometer pada kelompok intervensi menunjukkan angka 2.26 ± 1.36 dibandingkan dengan kelompok kontrol -0.95 ± 1.02 . Peningkatan nilai delta posturometer pada kelompok intervensi

lebih besar dibandingkan kelompok kontrol yang menunjukkan bahwa intervensi latihan berpengaruh dalam menurunkan *postural sway* pada kelompok intervensi.

Analisis statistik terhadap delta TUG juga menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol dengan nilai signifikansi $p=0.019$ ($p<0.05$). Nilai delta TUG pada kelompok intervensi menunjukkan angka -0.92 ± 3.01 dibandingkan dengan kelompok kontrol 1.28 ± 2.37 . Penurunan nilai delta TUG pada kelompok intervensi lebih besar dibandingkan kelompok kontrol yang menunjukkan intervensi latihan berpengaruh dalam menurunkan risiko jatuh pada kelompok intervensi.

Tabel 2. Selisih hasil Posturometer dan TUG antara akhir minggu kedelapan dengan awal minggu pertama

Parameter	Intervensi	Kontrol	p
	Δ	Δ	
Posturometer (detik)	2.26 ± 1.36	-0.95 ± 1.02	0.000*
Time up and Go test (detik)	-0.92 ± 3.01	1.28 ± 2.37	0.019*

Data ditampilkan dalam rerata dan standar deviasi. Analisis menggunakan uji *Mann-Whitney*

*terdapat perbedaan yang signifikan ($p<0.05$) antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi selama 8 minggu berpengaruh terhadap penurunan *postural sway* pada lansia. Latihan keseimbangan dan resistensi yang diberikan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rogers *et al.* (2001) yang melaporkan adanya penurunan *postural sway* setelah pemberian latihan keseimbangan dan kekuatan. Penelitian lain oleh Setiorini *et al.* (2021) juga menunjukkan penurunan *postural sway* setelah program latihan keseimbangan selama 5 minggu. Konsistensi temuan menunjukkan bahwa baik latihan tunggal maupun kombinasi memiliki peran penting dalam peningkatan stabilitas postural.

Mekanisme penurunan *postural sway* melibatkan adaptasi fisiologis yang terjadi akibat latihan keseimbangan maupun resistensi. Latihan keseimbangan, seperti berdiri tandem, berdiri satu kaki dengan mata terbuka maupun tertutup, melibatkan interaksi kompleks antara sistem visual, somatosensorik, dan vestibular yang berkontribusi terhadap kontrol postural.^{12,5} Adaptasi ini ditunjukkan melalui peningkatan koordinasi otot, aktivasi neuromuskular yang lebih efisien, serta respon yang lebih cepat terhadap gangguan keseimbangan. Selain itu, latihan keseimbangan juga memicu adaptasi kortikospinal dan refleks, sehingga memperkuat stabilitas tubuh secara keseluruhan.^{12,18} Pemberian latihan resistensi menggunakan *elastic band* berperan dalam merangsang sintesis protein otot yang mengarah pada peningkatan ukuran otot dan peningkatan kekuatan otot.^{9,4} Peningkatan ini memungkinkan tubuh untuk mempertahankan *center of mass* di dalam *base of support* dengan goyangan minimal, yang berdampak langsung pada perbaikan *postural sway*. Kombinasi kedua jenis latihan ini memberikan efek sinergis melalui peningkatan fungsi sensorimotor, koordinasi neuromuskular, dan kekuatan otot, yang secara bersama-sama memperbaiki kontrol postural pada lansia.

Penelitian ini menunjukkan penurunan signifikan pada nilai *time up and go test* setelah pemberian kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi selama 8 minggu, yang menandakan penurunan risiko jatuh. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hewitt *et al.* (2018) melalui *Sunbeam Program* yang melaporkan kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi, menurunkan tingkat jatuh hingga 55% pada kelompok intervensi dibandingkan kelompok kontrol. Mekanisme penurunan risiko jatuh melalui kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi dijelaskan melalui dua aspek utama, yaitu latihan keseimbangan dengan tingkat tantangan tinggi (misalnya berdiri dengan kaki rapat, berdiri tandem, mata tertutup, berjinjit, dan pengurangan pegangan secara progresif) mampu meningkatkan kontrol postural, mempertahankan posisi tubuh, dan

memperbaiki respon terhadap gangguan keseimbangan. Pemberian latihan resistensi dengan intensitas sedang hingga tinggi yang menggunakan *elastic band* maupun mesin, berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan otot tungkai bawah, yang selanjutnya memperbaiki kontrol gerakan, stabilitas gaya berjalan, dan kemampuan pemulihan saat terjadi gangguan keseimbangan. Kombinasi kedua jenis latihan ini memberikan efek sinergis, di mana peningkatan kekuatan otot (hasil latihan resistensi) menjadi fondasi untuk kontrol keseimbangan yang lebih baik, sedangkan latihan keseimbangan secara spesifik mengasah koordinasi dan respons postural.

Penelitian oleh Ibrahim et al. (2019) juga mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa latihan keseimbangan dan penguatan dapat menurunkan risiko jatuh melalui peningkatan kekuatan otot yang penting untuk menjaga postur, stabilitas, dan kemampuan untuk merespons gangguan keseimbangan. Selain itu, latihan keseimbangan yang diberikan dapat melatih kontrol postural dan koordinasi, menantang sistem sensorik (penglihatan, proprioepsi, vestibular) dan sistem saraf pusat agar bekerja lebih efektif. *Systematic review* oleh Sadaqa et al. (2023) menegaskan bahwa latihan keseimbangan mampu meningkatkan dilatih melalui postur berdiri satu kaki, keseimbangan dinamis melalui latihan berjalan atau berbelok, sedangkan keseimbangan reaktif melalui latihan berbasis perturbasi atau gangguan. Latihan resistensi berfokus pada peningkatan kekuatan otot ekstremitas bawah yang penting dalam mobilitas fungsional sehari-hari. Latihan resistensi yang diberikan meningkatkan kekuatan otot yang dapat mendukung mobilitas fungsional sehari-hari seperti berdiri dari duduk, berjalan, dan menaiki tangga, yang berpengaruh terhadap pencegahan jatuh pada lansia. Dengan demikian, kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi terbukti memberikan efek sinergis melalui perbaikan kontrol sensorimotor dan penguatan otot yang mengarah pada pencegahan jatuh, terutama diberikan dengan dosis yang memadai (≥ 2 jam/minggu) dan dilakukan secara berkelanjutan untuk mempertahankan manfaatnya.

Penelitian ini mengisi celah penelitian terkait efektivitas latihan multikomponen pada lansia institusional dengan menunjukkan bahwa kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi selama 8 minggu memberikan efek sinergis terhadap penurunan postural sway dan risiko jatuh. Meskipun latihan keseimbangan dan latihan resistensi telah banyak diteliti secara terpisah, penelitian yang menggabungkan kedua jenis latihan tersebut untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap *postural sway* masih relatif sedikit. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan analisis berbasis perubahan (*delta*) untuk mengontrol perbedaan *baseline* serta evaluasi simultan kontrol postural dan mobilitas fungsional. Temuan ini memperkuat dasar ilmiah pengembangan intervensi fisioterapi geriatri berbasis bukti, khususnya dalam konteks pencegahan jatuh pada lansia di Indonesia.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kombinasi latihan keseimbangan dan resistensi selama 8 minggu menurunkan *postural sway* dan risiko jatuh pada lansia.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan latihan daya otot misalnya sit-to-stand dengan cepat dan step-up dengan kecepatan, selain latihan keseimbangan dan kekuatan otot untuk lebih menurunkan risiko jatuh pada lansia; Latihan yang diberikan dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari seperti mencuci piring dengan berdiri tandem dan berdiri dengan kaki dirapatkan juga sangat direkomendasikan untuk lebih menurunkan risiko jatuh pada lansia; Penelitian selanjutnya juga perlu menambahkan modifikasi lingkungan, edukasi pendamping dan keluarga untuk menurunkan angka risiko jatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Liguori G, Feito Y, Fountaine C, Roy BA, editors. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 11th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2022.

2. Beauchet O, Fantino B, Allali G, Muir SW, Montero-Odasso M, Annweiler C. Timed up and go test and risk of falls in older adults: A systematic review. *J Nutr Health Aging*. 2011;15(10):933–938. doi:10.1007/s12603-011-0062-0.
3. Chang CH, Lee KY, Shim YH. Normal aging: Definition and physiologic changes. *J Korean Med Assoc*. 2017;60(5):358–363. doi:10.5124/jkma.2017.60.5.358.
4. Chittrakul J, Siviroj P, Sungkarat S, Sapbamrer R. Multi-system physical exercise intervention for fall prevention and quality of life in pre-frail older adults: A randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(9):3102. doi:10.3390/ijerph17093102.
5. Cho K, Lee K, Lee B, Lee H, Lee W. Relationship between postural sway and dynamic balance in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(12):1989–1992. doi:10.1589/jpts.26.1989.
6. Hafström A, Malmström EM, Terdèn J, Fransson PA, Magnusson M. Improved balance confidence and stability for elderly after 6 weeks of a multimodal self-administered balance-enhancing exercise program. *Gerontol Geriatr Med*. 2016;2:2333721416644149. doi:10.1177/2333721416644149.
7. Hewitt J, Goodall S, Clemson L, Henwood T, Refshauge K. Progressive resistance and balance training for falls prevention in long-term residential aged care: A cluster randomized trial of the Sunbeam Program. *J Am Med Dir Assoc*. 2018;19(4):361–369. doi:10.1016/j.jamda.2017.12.014.
8. Ibrahim H, Aly S, Mahran S. Impact of strengthening and balance training exercise on fall risk among elderly at Assiut geriatric clubs. *J Nurs Health Sci*. 2019;8(2):83–91. doi:10.9790/1959-0802098391.
9. Ikezoe T. Age-related change in muscle characteristics and resistance training for older adults. *Phys Ther Res*. 2020;23(2):99–105. doi:10.1298/ptr.r0009.
10. Jiang G, Tan X, Zou J, Wu X. A 24-week combined resistance and balance training program improves physical function in older adults: A randomized controlled trial. *J Strength Cond Res*. 2025;39(1). doi:10.1519/JSC.0000000000004941.
11. Jiang G, Wu X. Effects of resistance training combined with balance training on physical function among older adults: A protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2022;12(10):e062486. doi:10.1136/bmjopen-2022-062486.
12. Kurz A, Lauber B, Franke S, Leukel C. Balance training reduces postural sway and improves sport-specific performance in visually impaired cross-country skiers. *J Strength Cond Res*. 2018;32:1–6. doi:10.1519/JSC.0000000000002597.
13. Nascimento MM. Fall in older adults: Considerations on balance regulation, postural strategies, and physical exercise. *Geriatr Gerontol Aging*. 2019;13(2):103–110. doi:10.5327/z2447-211520191800062.
14. Novianti IGASWN, Naufal J. Hubungan usia dan jenis kelamin dengan risiko jatuh pada lansia di Banjar Paang Tebel Peguyangan Kaja. *Indones J Physiother Res Educ*. 2023;4(2):41–46.
15. Papalia GF, et al. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*. 2020;9(8):2595. doi:10.3390/jcm9082595.

16. Rogers ME, Fernandez JE, Bohlken RM. Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. *J Occup Rehabil.* 2001;11(4):291–298. doi:10.1023/A:1013300725964.
17. Sadaqa M, Németh Z, Makai A, Prémusz V, Hock M. Effectiveness of exercise interventions on fall prevention in ambulatory community-dwelling older adults: A systematic review with narrative synthesis. *Front Public Health.* 2023;11:1209319. doi:10.3389/fpubh.2023.1209319.
18. Seidler RD, et al. Motor control and aging: Links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neurosci Biobehav Rev.* 2010;34(5):721–733. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.10.005.
19. Setiorini A, Agustningsih D, Yunus J. Pengaruh latihan modifikasi Vladimir Janda (keseimbangan dan peregangan otot tungkai bawah) terhadap nyeri akibat kerja pada pemetik daun teh. *Open Access Maced J Med Sci.* 2024;9(A):477–482.
20. World Health Organization. WHO global report on falls prevention in older age. Geneva: World Health Organization; 2007.
21. Zouita S, et al. Effects of combined balance and strength training on measures of balance and muscle strength in older women with a history of falls. *Front Physiol.* 2020;11:619016. doi:10.3389/fphys.2020.619016.