

EFEKTIVITAS *INTEGRATED PHYSICAL EXERCISE PROGRAM* TERHADAP FUNGSI FISIK, KESEHATAN METABOLIK, DAN KUALITAS HIDUP PRA-LANSIA DENGAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL

Herista Novia Widanti¹, Resta Dwi Yuliani², Bagas Anjasmara³

^{1,3}Program Studi Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

²Program Studi Manajemen Informasi Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

E-mail: heristanoviawidanti@umsida.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: Keluhan muskuloskeletal sering dialami oleh pra-lansia dan berdampak pada penurunan fungsi fisik, peningkatan risiko gangguan metabolik, serta penurunan kualitas hidup. Program latihan fisik yang terstruktur dan terintegrasi khusus untuk populasi ini masih terbatas. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP) terhadap fungsi fisik, parameter metabolik, dan kualitas hidup pada individu pra-lansia dengan keluhan muskuloskeletal. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain *single-subject* (N-of-1). Subjek adalah seorang wanita berusia 46 tahun yang mengikuti IPEP selama delapan minggu di Laboratorium Fisioterapi Olahraga Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penilaian mencakup keseimbangan, kekuatan otot, fleksibilitas, kebugaran kardiorespirasi, indikator metabolik, keluhan muskuloskeletal, dan kualitas hidup. **Hasil:** Setelah intervensi, terjadi peningkatan keseimbangan, kekuatan otot, fleksibilitas, dan VO_2max . Parameter metabolik seperti tekanan darah, glukosa darah, kolesterol, dan asam urat menunjukkan perbaikan. Jumlah area nyeri muskuloskeletal berkurang, serta skor kualitas hidup meningkat terutama pada domain fisik dan psikologis. **Kesimpulan:** IPEP efektif meningkatkan fungsi fisik, kesehatan metabolik, dan kualitas hidup pada individu pra-lansia dengan keluhan muskuloskeletal. Program ini berpotensi menjadi strategi pencegahan berbasis komunitas yang layak diterapkan.

Kata Kunci: *Integrated Physical Exercise*, Pra-Lansia, Kualitas Hidup, Keluhan Muskuloskeletal, Fungsi Fisik

EFFECTIVENESS OF INTEGRATED PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON PHYSICAL FUNCTION, METABOLIC HEALTH, AND QUALITY OF LIFE IN PRE-ELDERLY WITH MUSCULOSKELETAL COMPLAINTS

ABSTRACT

Introduction: Musculoskeletal complaints are prevalent among pre-elderly individuals, affecting physical function, increasing metabolic risks, and reducing quality of life. Structured and integrated exercise programs tailored for this population remain limited. **Objective:** This study aimed to evaluate the effects of an *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP) on physical function, metabolic parameters, and quality of life in a pre-elderly individual with musculoskeletal complaints. **Methods:** A *single-subject* (N-of-1) design was used. A 46-year-old woman participated in an eight-week IPEP conducted at the Sports Physiotherapy Laboratory of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Assessments included balance, muscle strength, flexibility, cardiorespiratory fitness, metabolic markers, musculoskeletal symptoms, and quality of life. **Results:** After the intervention, improvements were observed in balance, muscle strength, flexibility, and VO_2max . Metabolic indicators such as blood pressure, glucose, cholesterol, and uric acid showed favorable changes. Musculoskeletal pain areas decreased, and quality of life scores increased, particularly in physical and psychological domains. **Conclusion:** The IPEP was effective in enhancing physical function, metabolic health, and quality of life in a pre-elderly individual with musculoskeletal issues. This program has potential as a feasible community-based preventive strategy.

Keywords: *Integrated Physical Exercise*, Pre-Elderly, Quality of Life, Musculoskeletal Complaints, Physical Function

PENDAHULUAN

Peningkatan angka harapan hidup di Indonesia berdampak pada bertambahnya jumlah populasi pra-lansia (usia 45–59 tahun). Data Badan Pusat Statistik (2021) menunjukkan bahwa proporsi kelompok ini meningkat signifikan dan diproyeksikan menjadi populasi dominan pada dekade mendatang^[1]. Pada fase ini, umumnya mulai terjadi penurunan kapasitas fungsional fisik yang ditandai dengan berkurangnya kekuatan otot, fleksibilitas, keseimbangan, serta toleransi terhadap aktivitas fisik. Apabila tidak ditangani secara tepat, kondisi tersebut dapat mempercepat proses degeneratif dan meningkatkan risiko sindrom geriatrik, termasuk penurunan kualitas hidup.^[2,3]

Keluhan muskuloskeletal merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling umum dialami pra-lansia. Heuch et al. (2017) melaporkan bahwa lebih dari 60% individu usia 45–59 tahun mengalami nyeri muskuloskeletal, terutama pada leher, bahu, punggung bawah, dan lutut^[4]. Penurunan aktivitas fisik akibat keluhan ini dapat mengganggu metabolisme tubuh, di antaranya meningkatkan kadar glukosa darah, tekanan darah, asam urat, dan kolesterol^[5]. Selain berdampak pada aspek fisik, penurunan fungsi juga memengaruhi domain psikologis dan sosial, seperti berkurangnya partisipasi dalam aktivitas sosial serta meningkatnya risiko gangguan mood.^[6,7]

Sejumlah intervensi telah dikembangkan untuk meningkatkan fungsi fisik dan kualitas hidup pada lansia, namun penerapannya secara spesifik pada pra-lansia masih terbatas. Pendekatan latihan fisik terintegrasi menjadi salah satu strategi yang menjanjikan karena menggabungkan latihan aerobik, kekuatan otot, fleksibilitas, dan keseimbangan^[8,9]. Sherrington et al. (2019) menunjukkan bahwa program latihan multi-komponen mampu menurunkan risiko jatuh dan meningkatkan fungsi fisik pada lansia^[10], sedangkan Chodzko-Zajko et al. (2019) menekankan pentingnya aktivitas fisik terstruktur untuk mencegah penyakit kronis dan penurunan kognitif^[11].

Namun, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait efektivitas latihan fisik terintegrasi pada kelompok pra-lansia yang belum masuk kategori lansia tetapi telah menunjukkan tanda-tanda awal degenerasi. Sebagian besar studi terdahulu menggunakan desain kuantitatif berskala besar, sedangkan pendekatan single-subject trial masih jarang digunakan, padahal desain ini memungkinkan evaluasi longitudinal yang lebih mendalam terhadap respons individu^[12].

Berdasarkan urgensi tersebut, pengembangan *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP) menjadi penting sebagai program latihan fisik terintegrasi yang dirancang progresif, aman, dan dapat diimplementasikan secara komunitas untuk pra-lansia dengan keluhan muskuloskeletal. Penelitian ini bertujuan memberikan bukti awal efektivitas *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP) dalam meningkatkan fungsi fisik, memperbaiki status metabolik, dan meningkatkan kualitas hidup pra-lansia, sebagai dasar pengembangan intervensi skala luas di masa mendatang.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan pendekatan *single-subject* (*N-of-1 trial*) yang terdiri atas tiga fase: baseline awal (A1), fase intervensi (B), dan baseline akhir (A2). Durasi penelitian adalah delapan minggu pada fase intervensi, fase baseline awal selama satu minggu dan pada fase baseline akhir juga satu minggu, dengan total 10 minggu secara keseluruhan. Pemilihan desain ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan yang terjadi pada individu pra-lansia setelah mengikuti intervensi *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP), serta memungkinkan analisis longitudinal terhadap respons individu pasca intervensi.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah seorang perempuan berusia 46 tahun (inisial Ny. AC) yang termasuk dalam kelompok pra-lansia. Pemilihan subjek dilakukan dengan *purposive sampling* dengan kriteria inklusi: 1) Usia 45–59 tahun; 2) Mengalami keluhan muskuloskeletal non-traumatik, khususnya nyeri punggung bawah dan lutut, selama lebih dari enam bulan; 3) Tidak sedang mengikuti program latihan fisik rutin lainnya; 4) Tidak memiliki kontraindikasi medis berat (kardiovaskular, pernapasan, atau neurologis); dan 5) Bersedia mengikuti program intervensi selama 8 minggu secara aktif dan konsisten. Sebelum intervensi, subjek menerima penjelasan lengkap mengenai prosedur latihan dan tujuan penelitian, serta telah menandatangani lembar persetujuan *informed consent*.

Prosedur Intervensi

Intervensi yang diberikan adalah *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP), yaitu program latihan fisik komprehensif yang mencakup komponen aerobik, kekuatan, fleksibilitas, dan keseimbangan. Program dilaksanakan di Laboratorium *Sport Physiotherapy* Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan pengawasan langsung fisioterapis, selama 8 minggu latihan, dengan frekuensi latihan 2 kali per minggu.

Setiap sesi berdurasi 60–75 menit dengan struktur sebagai berikut: 1) Pemanasan (5–10 menit) dengan melakukan mobilisasi dinamis dan peregangan aktif ringan ekstremitas atas dan ekstremitas bawah. Contoh gerakan yang dilakukan seperti berjalan di tempat, *arm swing*, dan *side stepping*; 2) Latihan Inti (40–50 menit) meliputi: a) *Aerobic exercise* yaitu jalan cepat di lintasan dalam ruangan atau naik-turun step board dengan intensitas 40–70% HRmax yang disesuaikan secara bertahap; b.) *Strength training* meliputi latihan *chair-assisted squats*, *wall push-ups*, *toe raises*, *seated leg extensions*, *bridging*, menggunakan berat tubuh atau beban tambahan ringan (0,5–2 kg); c.) *Flexibility exercise* yaitu *static stretching* untuk otot *hamstring*, *quadriceps*, *calf*, punggung bawah, dan bahu (15–30 detik, 2–3 kali pengulangan); d.) *Balance exercise* meliputi *tandem standing*, *heel-to-toe walking*, *single-leg stance*, dan *weight shifting*, dengan modifikasi untuk keamanan; dan d) Pendinginan (5–10 menit) meliputi peregangan statis seluruh tubuh dan latihan relaksasi atau pernapasan untuk memfasilitasi pemulihan.

Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada fase A1 dan A2 oleh fisioterapis menggunakan instrumen yang valid dan reliabel untuk populasi pra-lansia, antara lain: 1) Fungsi fisik dan kebugaran, meliputi: a) keseimbangan statis dan dinamis diukur menggunakan *Modified Timed Up and Go Test* (MTUGT), *Y-Balance Test* (Y-B Test), dan *Single Leg Balance* (SLB) Test; b) Kekuatan otot ekstremitas atas dan bawah menggunakan *Modified Sphygmomanometer Test*; c) Fleksibilitas menggunakan *Sit-and-Reach Test* (SRT) dan *Multi-Directional Reach Test* (MDRT); serta d) Kebugaran

kardiorespirasi menggunakan *Peak Expiratory Flow Rate (PEFR)* dan estimasi $VO_2\text{max}$ melalui *Six-Minute Walk Test (6MWT)*; 2) Keluhan muskuloskeletal diukur menggunakan *Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ)* untuk mengidentifikasi lokasi keluhan dalam 7 hari dan 12 bulan terakhir; 3) Parameter kardiovaskular dan metabolik untuk tekanan darah menggunakan tensimeter digital, sedangkan kadar glukosa darah, asam urat, dan kolesterol total menggunakan *portable GCU meter* setelah puasa minimal 6 jam; 4) Kualitas hidup menggunakan WHOQOL-BREF versi Indonesia, mencakup domain fisik, psikologis, sosial, dan lingkungan (skala 0–100).

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung selisih absolut dan persentase perubahan tiap parameter antara fase A1 dan A2. Perubahan divisualisasikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi tren respons. Perubahan dianggap bermakna secara klinis jika menunjukkan perbaikan konsisten yang disertai laporan subjektif positif dari subjek.

HASIL

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh *Integrated Physical Exercise Program (IPEP)* terhadap fungsi fisik, parameter metabolik, dan kualitas hidup pada individu pralanjut usia (pre-elderly) dengan keluhan muskuloskeletal. Penelitian dilaksanakan pada April–Mei 2025 menggunakan desain *Single Subject Study (N-of-1 Trial)* dengan dua fase baseline (pra dan pasca intervensi) selama periode 8 minggu. Hasil pengukuran disajikan sebagai berikut.

1) Fungsi Fisik

a) Keseimbangan

Hasil pengukuran fungsi fisik untuk keseimbangan pada subjek pra-lansia sebelum intervensi (A1) dan setelah intervensi (A2) disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Fungsi Fisik Keseimbangan

Variabel	Parameter	A1	A2	Diff*
MTUGT	<i>Total Time</i> (detik)	26	20	-6
	<i>Movement Quality Score</i>	15	17	+2
Y-B Test	<i>Right Foot Stance</i>	54,22	60,24	+6.02
	<i>Left Foot Stance</i>	65,06	65,46	+0.40
SLB Test 1 (eyes open)	<i>Right Foot Stance</i> (detik)	26	>35	~
	<i>Left Foot Stance</i> (detik)	28	>35	~
SLB Test 2 (eyes closed)	<i>Right Foot Stance</i> (detik)	3	10	+7
	<i>Left Foot Stance</i> (detik)	5	14	+7

*Diff adalah nilai perubahan A1 (sebelum) dan A2 (sesudah) terhadap B (fase intervensi).

Hasil pengukuran keseimbangan menunjukkan adanya peningkatan fungsi mobilitas dan stabilitas postural setelah intervensi. *Modified Timed Up and Go Test (MTUGT)* menunjukkan penurunan waktu tempuh dari 26 detik menjadi 20 detik, disertai peningkatan skor kualitas gerak dari 15 menjadi 17 poin. Perubahan ini menggambarkan adanya perbaikan koordinasi gerak dan efisiensi mobilitas harian, yang berperan penting dalam pencegahan risiko jatuh pada pra-lansia. Pada *Y-Balance Test*, peningkatan lebih terlihat pada tungkai kanan (dari 54,22 cm menjadi 60,24 cm; +6,02 cm), sedangkan tungkai kiri mengalami peningkatan minimal (65,06 cm menjadi 65,46 cm). Hal ini menunjukkan adanya perbaikan kontrol keseimbangan dinamis dan fungsi proprioseptif akibat latihan kekuatan dan keseimbangan dalam program IPEP. Hasil *Single Leg Balance (SLB)* juga menunjukkan peningkatan bermakna, baik dengan mata terbuka maupun tertutup. Kemampuan berdiri satu kaki meningkat dari 26–28 detik menjadi lebih dari 35 detik (mata terbuka), serta dari 3–5 detik menjadi 10–14 detik (mata tertutup). Peningkatan ini mencerminkan adaptasi neuromuskular dan peningkatan kontrol postural sebagai respons terhadap stimulus latihan.

b) Kekuatan Otot

Hasil pengukuran fungsi fisik untuk kekuatan otot pada subjek pra-lansia sebelum (A1) dan setelah (A2) intervensi disajikan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Fungsi Fisik Kekuatan Otot

Variabel	Muscle Group	A1	A2	Diff*
Modified Sphymomanometer	Right Quadriceps	110	135	+25
	Left Quadriceps	140	150	+10
	Right Gastrocnemius	100	115	+15
	Left Gastrocnemius	110	120	+10

*Diff adalah nilai perubahan A1 (sebelum) dan A2 (sesudah) terhadap B (fase intervensi).

Pengukuran kekuatan otot tungkai menggunakan *Modified Sphymomanometer* menunjukkan peningkatan pada kedua sisi, terutama otot *quadriceps* dan *gastrocnemius*. Tekanan (mmHg) pada *quadriceps* kanan meningkat dari 110 menjadi 135 mmHg, *quadriceps* kiri dari 140 menjadi 150 mmHg, *gastrocnemius* kanan dari 100 menjadi 115 mmHg, dan *gastrocnemius* kiri dari 110 menjadi 120 mmHg. Hasil ini menunjukkan bahwa komponen latihan kekuatan pada program IPEP mampu meningkatkan kapasitas otot yang berperan dalam fungsi lokomotor dan postural.

c) Fleksibilitas

Hasil pengukuran fungsi fisik terhadap fleksibilitas pada subjek pra-lansia sebelum (A1) dan sesudah (A2) intervensi disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Fungsi Fisik Fleksibilitas

Variabel	Parameter	A1	A2	Diff*
SRT	-	14	17	+3
	Forward	34	38	+4
MRT	Backward	34	36	+2
	Sideways to the right	23	25	+2
	Sideways to the left	25	27	+2

*Diff adalah nilai perubahan A1 (sebelum) dan A2 (sesudah) terhadap B (fase intervensi).

Fleksibilitas otot hamstring dan punggung bawah yang diukur dengan *Sit and Reach Test (SRT)* meningkat dari 14 cm menjadi 17 cm. Hasil *Multidirectional Reach Test (MDRT)* juga menunjukkan peningkatan pada semua arah, yaitu *forward* (34 cm menjadi 38 cm), *backward* (34 cm menjadi 36 cm), *sideways to the right* (23 cm menjadi 25 cm), dan *sideways to the left* (25 cm menjadi 27 cm). Peningkatan ini menunjukkan efektivitas program IPEP dalam melatih fleksibilitas dan kontrol tubuh secara keseluruhan, yang penting untuk pencegahan risiko jatuh pada pra-lansia.

d) Kebugaran Kardiorespirasi

Hasil pengukuran fungsi fisik kebugaran kardiorespirasi pada subjek pra-lansia sebelum (A1) dan sesudah (A2) intervensi disajikan pada Tabel 4 dan 5 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kapasitas Ekspirasi

Variabel	Nilai (L/min)	% Prediksi	Interpretasi
PEFR	A1	280	71,8%
	A2	360	92,3%

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai kapasitas ekspirasi puncak (*Peak Expiratory Flow Rate/PEFR*) meningkat dari 280 L/menit (71,8%) menjadi 360 L/menit (92,3%), bergeser dari kategori "fungsi paru sedikit menurun" menjadi "normal". Peningkatan ini mencerminkan peningkatan kapasitas ventilasi dan fungsi paru secara keseluruhan, sebagai hasil dari komponen latihan aerobik dalam program IPEP yang dilakukan secara teratur selama delapan minggu.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Fungsi Fisik Kebugaran Kardiorespirasi

Variabel	VO ₂ max (ml/kg/m)	Kategori ACSM
6MWT	A1	30,91
	A2	35,55

Tabel 5 menunjukkan peningkatan nilai VO_2 maks dari 30,91 menjadi 35,55 ml/kg/menit, yang menunjukkan pergeseran dari kategori "baik" menjadi "sangat baik" berdasarkan klasifikasi ACSM (*American College of Sport Medicine Classification*) untuk kelompok usia pra-lansia. Hal ini menegaskan bahwa intervensi latihan aerobik dua kali seminggu selama enam minggu dapat meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskular dan pernapasan secara signifikan.

2) Parameter Metabolik

Hasil pengukuran parameter metabolik pada subjek pralanjut usia sebelum intervensi (A1) dan setelah intervensi (A2) ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Parameter Metabolik

Variabel	A1	A2
<i>Blood Pressure</i>	82/58 mmHg	105/64 mmHg
<i>Blood Glucose</i>	140 mg/dL	110 mg/dL
<i>Uric Acid</i>	4,3 mg/dL	4,0 mg/dL
<i>Cholesterol</i>	232 mg/dL	218 mg/dL

Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh parameter metabolik mengalami perbaikan. Tekanan darah meningkat menuju rentang normotensif, sementara kadar glukosa darah menurun dari 140 mg/dL menjadi 110 mg/dL, yang menunjukkan kontrol glukosa yang lebih baik. Kadar asam urat dan kolesterol total juga mengalami penurunan. Perubahan ini mencerminkan adanya adaptasi metabolik positif akibat latihan fisik terstruktur dan teratur, yang berkontribusi dalam menurunkan risiko sindrom metabolik pada pra-lansia.

3) Keluhan Muskuloskeletal dan Kualitas Hidup

Hasil pengukuran keluhan muskuloskeletal dan kualitas hidup sebelum intervensi (A1) dan setelah intervensi (A2) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Keluhan Muskuloskeletal dan Kualitas Hidup

Variabel	Parameter	A1	A2
NMQ	<i>Pain Location</i>	<i>Neck, upper back, lower back, wrist-hand, hips, knees</i>	<i>Shoulder, hips</i>
	<i>Physical Domain</i>	68	80
WHOQOL-BREF	<i>Psychological Domain</i>	86	93
	<i>Social Domain</i>	80	80
	<i>Environmental Domain</i>	75	75
	Total Score	309	328

Berdasarkan hasil Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), jumlah lokasi nyeri berkurang dari enam lokasi (*Neck, upper back, lower back, wrist-hand, hips, knees*) menjadi hanya dua lokasi (*shoulder, dan hips*). Penurunan ini mengindikasikan adanya efek analgesik dan anti-inflamasi dari latihan fisik terstruktur, sedangkan keluhan pada bahu dan pinggul yang tersisa kemungkinan merupakan respons fisiologis awal terhadap aktivitas fisik yang dilakukan.

Peningkatan skor total WHOQOL-BREF dari 309 menjadi 328 menunjukkan adanya perbaikan kualitas hidup secara keseluruhan. Peningkatan paling signifikan terjadi pada domain fisik dan psikologis, yang mencerminkan peningkatan persepsi energi, mobilitas, dan kepuasan diri. Sementara itu, domain sosial dan lingkungan tetap stabil, menunjukkan bahwa dimensi ini cenderung dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak secara langsung dimodifikasi oleh intervensi latihan.

DISKUSI

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Integrated Physical Exercise Program (IPEP)* selama delapan minggu memberikan dampak positif terhadap peningkatan fungsi fisik, parameter metabolik, dan kualitas hidup pada individu pra-lansia dengan keluhan muskuloskeletal. Temuan ini mendukung pentingnya pendekatan latihan fisik yang dirancang khusus bagi kelompok pra-lansia, terutama mereka yang berisiko mengalami penurunan fungsi akibat faktor penuaan dan gaya hidup sedentari.

Fungsi fisik yang diukur melalui parameter keseimbangan, kekuatan otot, fleksibilitas, dan kebugaran kardiorespirasi menunjukkan peningkatan yang bermakna. Peningkatan skor pada *Modified Timed Up and Go Test*

(*MTUGT*), *Y-Balance Test*, dan *Single Leg Balance Test* mencerminkan adaptasi neuromuskular yang baik, perbaikan proprioepsi, serta peningkatan stabilitas postural. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa latihan keseimbangan dan latihan kekuatan terstruktur dapat memperbaiki fungsi lokomotor dan mengurangi risiko jatuh pada lansia maupun pra-lansia^[10,13]. Secara fisiologis, latihan keseimbangan dan kekuatan menstimulasi adaptasi pada sistem saraf sensorimotor, termasuk peningkatan sensitivitas reseptor proprioseptif pada sendi dan otot, serta efisiensi integrasi sensoris di sistem saraf pusat. Adaptasi ini dapat mengurangi risiko jatuh, yang merupakan masalah umum pada populasi pralanjut usia^[10].

Kekuatan otot ekstremitas bawah meningkat secara signifikan, sebagaimana ditunjukkan oleh pengukuran menggunakan *modified sphygmomanometer*. Peningkatan ini terkait dengan hipertrofi serabut otot tipe I dan II, peningkatan rekrutmen unit motorik, serta efisiensi neuromuskular yang dihasilkan dari latihan resistensi teratur. Hal ini sejalan dengan temuan Toosizadeh et al. (2016) yang menyatakan bahwa metode tersebut valid untuk mengukur kekuatan isometrik pada lansia^[14]. Selain itu, Fleksibilitas yang meningkat pada *Sit and Reach Test* dan *Multidirectional Reach Test* menunjukkan perbaikan elastisitas jaringan otot-tendon serta penurunan kekakuan sendi. Latihan peregangan statis dan dinamis mampu meningkatkan panjang sarkomer, mengurangi viskoelastisitas otot, serta meningkatkan produksi cairan sinovial, sehingga memudahkan pergerakan sendi^[15].

Kebugaran kardiorespirasi juga meningkat secara signifikan berdasarkan nilai *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) dan $VO_2\text{max}$ dari *Six-Minute Walk Test* (6MWT), hal tersebut menunjukkan adanya adaptasi positif pada sistem kardiorespirasi. Secara fisiologis, latihan aerobik meningkatkan volume sekuncup dan curah jantung, kapasitas difusi oksigen di alveolus, serta kepadatan kapiler otot rangka^[16]. Peningkatan ini mendukung pengangkutan oksigen lebih efisien dan pembuangan karbon dioksida yang lebih efektif^[16]. Panduan ACSM menegaskan bahwa latihan aerobik intensitas sedang 2–3 kali per minggu cukup untuk meningkatkan kapasitas $VO_2\text{max}$ pada populasi usia menengah dan lanjut^[17].

Dari sisi parameter metabolik, perbaikan pada tekanan darah, kadar glukosa darah, asam urat, dan kolesterol total mencerminkan efek latihan fisik pada regulasi metabolik dan kesehatan kardiometabolik. Mekanisme yang terlibat pada perbaikan glukosa darah yaitu latihan mampu meningkatkan transpor glukosa ke dalam sel otot melalui peningkatan ekspresi *GLUT-4* dan sensitivitas insulin^[18,19]. Pada profil lipid, aktivitas fisik meningkatkan lipoprotein lipase (LPL) yang memecah trigliserida dan meningkatkan kadar HDL^[20]. Pada tekanan darah, latihan aerobik meningkatkan fungsi endotel dengan menstimulasi pelepasan *nitric oxide*, yang menyebabkan vasodilatasi^[21,22]. Dan pada asam urat, aktivitas fisik membantu metabolisme purin yang lebih efisien, sehingga menurunkan kadar asam urat serum^[23]. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Yates et al. (2017) yang menunjukkan bahwa kombinasi latihan aerobik dan resistensi efektif memperbaiki profil metabolik pada populasi berisiko sindrom metabolik^[24].

Penurunan keluhan muskuloskeletal melalui berkurangnya jumlah lokasi nyeri muskuloskeletal pada *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ) mencerminkan efek antiinflamasi dari latihan. Aktivitas fisik teratur mengurangi pelepasan sitokin proinflamasi seperti *IL-6* dan *TNF- α* , serta meningkatkan pelepasan *myokine* antiinflamasi dari otot rangka^[25,26]. Selain itu, peningkatan kekuatan dan fleksibilitas mengurangi beban berlebih pada sendi dan jaringan lunak, yang pada akhirnya mengurangi nyeri^[27]. Peningkatan skor kualitas hidup pada domain fisik dan psikologis menunjukkan manfaat biopsikososial dari intervensi. Secara psikologis, latihan fisik meningkatkan kadar neurotransmitter seperti serotonin dan dopamin, yang berperan dalam perbaikan mood dan motivasi^[28,29]. Stabilitasnya skor domain sosial dan lingkungan menunjukkan bahwa faktor-faktor ini lebih dipengaruhi oleh aspek eksternal yang tidak langsung dimodifikasi oleh intervensi latihan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu jumlah subjek yang sangat terbatas sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasi ke populasi yang lebih luas. Selain itu, tidak dilakukan evaluasi jangka panjang untuk mengetahui keberlanjutan efek intervensi setelah program dihentikan. Namun, kekuatan penelitian ini terletak pada desain intervensi yang terstruktur, mudah direplikasi, dan berbasis prinsip fisiologis yang sesuai dengan kebutuhan kelompok pralanjut usia. Pengukuran dilakukan secara komprehensif pada aspek fungsi fisik, fungsi metabolik, dan kualitas hidup dengan menggunakan instrumen yang praktis serta aplikatif di layanan kesehatan primer. Tantangan yang dihadapi selama pelaksanaan terutama terkait keterbatasan waktu dan adaptasi subjek pada minggu-minggu awal intervensi, namun dapat diatasi melalui komunikasi yang konsisten dan pendekatan yang motivasional.

Secara klinis, *Integrated Physical Exercise Program* (IPEP) dapat menjadi model latihan yang layak diterapkan baik secara individual maupun kelompok komunitas untuk meningkatkan kualitas hidup pralanjut usia secara menyeluruh. Penelitian lanjutan sebaiknya dilakukan pada sampel yang lebih besar dan beragam, mengintegrasikan komponen edukasi, dukungan perilaku, serta pemantauan jangka panjang untuk memastikan keberlanjutan manfaat intervensi.

SIMPULAN

Integrated Physical Exercise Program (IPEP) yang dilakukan selama delapan minggu terbukti memberikan manfaat dalam meningkatkan fungsi fisik, memperbaiki parameter metabolik, dan meningkatkan kualitas hidup pada individu pra-lansia dengan keluhan muskuloskeletal. Peningkatan terlihat pada aspek keseimbangan, kekuatan otot, fleksibilitas, kapasitas kardiorespirasi, disertai penurunan keluhan nyeri muskuloskeletal dan perbaikan skor kualitas hidup, terutama pada domain fisik dan psikologis.

Temuan ini menunjukkan bahwa IPEP merupakan intervensi yang layak dan dapat diterapkan di berbagai setting, baik klinis maupun komunitas, serta berpotensi menjadi strategi preventif untuk mengurangi risiko sindrom metabolik dan disabilitas fungsional pada populasi pra-lansia. Penelitian lanjutan dengan desain eksperimental dan jumlah sampel yang lebih besar diperlukan untuk memperkuat temuan ini, sekaligus mengevaluasi keberlanjutan efek program dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi Fisioterapi, dan Klinik Fisioterapi UMSIDA atas fasilitas dan izin yang diberikan untuk pelaksanaan penelitian ini. Terimakasih juga kepada Ny AC selaku subjek penelitian atas partisipasi aktifnya selama proses penelitian dan rekan sejawat fisioterapis serta mahasiswa Fisioterapi UMSIDA yang telah membantu dalam proses pengukuran, pelaksanaan intervensi, dan dokumentasi selama periode penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. Statistik penduduk lanjut usia. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia; 2021 [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://www.bps.go.id/publication>
- [2] Peters ML, Vlaeyen JW, Weber WE. The joint contribution of physical and psychological factors to chronic pain in older adults. *Pain*. 2021;162(2):325–32.
- [3] Lee J, Chang RW, Ehrlich-Jones L, Kwok CK. Musculoskeletal pain in older adults: Implications for mobility and function. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(5):859–65. doi:10.1007/s40520-019-01274-2.
- [4] Heuch I, Hagen K, Zwart J-A. Body mass index as a risk factor for developing chronic low back pain: A follow-up in the Nord-Trøndelag Health Study. *Spine*. 2017;42(2):123–31.
- [5] Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol*. 2017;2(2):1143–211. doi:10.1002/cphy.c110025.
- [6] Khodaverdi Z, Ghasemi G, Mohamadian H. The effect of physical activity on mental health and quality of life in elderly women. *J Aging Phys Act*. 2021;29(1):1–8. doi:10.1123/japa.2019-0441.
- [7] World Health Organization. WHOQOL: Measuring quality of life. Geneva: WHO; 2020 [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://www.who.int/tools/whoqol>.
- [8] Gremaux V, Gayda M, Lepers R, Sosner P, Juneau M, Nigam A. Exercise and longevity. *Maturitas*. 2012;73(4):312–7. doi:10.1016/j.maturitas.2012.09.012.
- [9] Bird ML, Hill KD, Ball MJ, Hetherington S, Williams AD. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. *J Aging Phys Act*. 2009;17(4):444–54. doi:10.1123/japa.17.4.444.
- [10] Sherrington C, Fairhall N, Wallbank G, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1:CD012424. doi:10.1002/14651858.CD012424.pub2.
- [11] Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, et al. American College of Sports Medicine position stand: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510–30. doi:10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.
- [12] Guyatt GH, Jaeschke R, McGinn T, Oxman AD, Meade MO. N-of-1 randomized trials for patient-centered clinical decision making: The next step. *Ann Intern Med*. 2011;154(4):267–70.
- [13] de Labra C, Guimaraes-Pinheiro C, Maseda A, Lorenzo T, Millán-Calenti JC. Effects of physical exercise interventions in frail older adults: A systematic review of randomized controlled trials. *BMC Geriatr*. 2015;15:154. doi:10.1186/s12877-015-0155-4.
- [14] Toosizadeh N, Mohler J, Najafi B, Grewal GS. Validation of a modified sphygmomanometer test to measure isometric muscle strength in older adults. *J Aging Phys Act*. 2016;24(1):1–8. doi:10.1123/japa.2014-0240.

- [15] Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: A systematic review. *Sports Med.* 2012;43(7):627–41. doi:10.1007/s40279-013-0041-1.
- [16] Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
- [17] American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 10th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
- [18] Hawley JA, Lessard SJ. Exercise training-induced improvements in insulin action. *Acta Physiol (Oxf).* 2008;192(1):127-35. doi:10.1111/j.1748-1716.2007.01783.x.
- [19] Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev.* 2013;93(3):993-1017. doi:10.1152/physrev.00038.2012.
- [20] Seip RL, Angelopoulos TJ, Semenkovich CF. Exercise induces human lipoprotein lipase gene expression in skeletal muscle but not adipose tissue. *Am J Physiol.* 1995;268(2 Pt 1):E229-36. doi:10.1152/ajpendo.1995.268.2.E229.
- [21] Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *J Physiol.* 2004;561(Pt 1):1-25. doi:10.1113/jphysiol.2004.068197.
- [22] Ashor AW, Lara J, Siervo M, Celis-Morales C, Mathers JC. Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One.* 2014;9(10):e110034. doi:10.1371/journal.pone.0110034.
- [23] Matsuura H, et al. Exercise reduces serum uric acid levels in healthy men: a randomized controlled trial. *J Phys Fitness Sports Med.* 2014;3(4):319-26. doi:10.7600/jpfsm.3.319.
- [24] Yates T, et al. Effects of aerobic and resistance exercise in older adults with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(5):993-1001. doi:10.1111/jgs.14638.
- [25] Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol.* 2005;98(4):1154-62. doi:10.1152/jappphysiol.00164.2004.
- [26] Gleeson M, et al. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol.* 2011;11(9):607-15. doi:10.1038/nri3041.
- [27] Lange AK, et al. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Arthritis Care Res.* 2008;59(10):1488-94. doi:10.1002/art.24118.
- [28] Meeusen R, De Meirleir K. Exercise and brain neurotransmission. *Sports Med.* 1995;20(3):160-88. doi:10.2165/00007256-199520030-00004.
- [29] Dishman RK, et al. Neurobiology of exercise. *Obesity (Silver Spring).* 2006;14(3):345-56. doi:10.1038/oby.2006.46.
- [30] Bohannon RW. Measurement of muscular strength in older adults: Issues and recommendations. *J Geriatr Phys Ther.* 2019;42(1):27–30.
- [31] Fragala MS, et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019–52.
- [32] Hill K, Dolmage TE, Woon L, Goldstein RS. The six-minute walk test: Responses in healthy adults aged 55–75 years. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2011;31(3):150–4. doi:10.1097/HCR.0b013e31820e0d8e.
- [33] Kazdin AE. *Single-case research designs: Methods for clinical and applied settings.* 2nd ed. New York: Oxford University Press; 2019.
- [34] National Institute for Health and Care Excellence. *Multimorbidity: Clinical assessment and management (NICE guideline NG56).* London: NICE; 2015 [cited 2025 Aug 10]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng56>.
- [35] Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Translating research into clinical practice.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2017.