

## ***Healthy Movement, Strong Heart: Cardio Exercise as an Intervention for Improving Both Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Health***

**Putri Irwanti Sari<sup>1\*</sup>, Andi Subandi<sup>2</sup>, Meinarisa<sup>3</sup>, Yulia Indah Permata Sari<sup>4</sup>, Rina Oktaria<sup>5</sup>, Indah Mawarti<sup>6</sup>, Yuliana<sup>7</sup>, Riska Amalya Nasution<sup>8</sup>, RTS Netisa Martawinarti<sup>9</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,7,8</sup>Prodi Keperawatan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi

<sup>6,9</sup>Prodi Profesi Ners, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jambi

Jl. Letjen Suprpto No.33, Telanaipura, Kec. Telanaipura, Kota Jambi, Jambi 36361

\*Email Korespondensi: [putriirwantisari@unja.ac.id](mailto:putriirwantisari@unja.ac.id)

### ***Abstract***

*Cardiovascular disease remains a major cause of morbidity and mortality in the community. Cardiorespiratory fitness and hemodynamic parameters such as blood pressure, heart rate, and its variability are important indicators of heart health. Cardio exercise as a form of physical intervention has the potential to improve cardiorespiratory fitness and hemodynamic conditions in the community. This Community Service Activity aims to broadcast the effects of exercise on cardiorespiratory fitness and hemodynamic parameters in the community, and to see the extent of changes that occur after regular intervention. The methods used were lectures, interviews, observations and physical examinations (pretest-posttest). Participants totaling 34 people from the local community participated in a 60-minute cardio exercise program. Parameters measured included cardiorespiratory fitness ( $VO_2$ max or estimated physical task performance), systolic and diastolic blood pressure, resting heart rate, and heart rate after activity. Results: After the exercise intervention, there was a significant improvement in hemodynamic status. The cardiorespiratory fitness status min-max from 12.93-27.67 ml/kg/min with an average value of 17.11 ml/kg/min. Conclusion: Cardio exercise has been proven to be effective as an intervention to increase cardiorespiratory fitness and improve hemodynamic parameters in the community. Regular cardio exercise programs are recommended as part of a public health strategy for preventing heart disease and improving quality of life.*

**Keywords:** *cardio exercise, cardiorespiratory fitness, hemodynamics.*

### ***Abstrak***

Penyakit kardiovaskular tetap menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas di masyarakat. Kebugaran kardiorespirasi dan parameter hemodinamik seperti tekanan darah, denyut jantung, dan variabilitasnya merupakan indikator penting kesehatan jantung. Latihan kardio sebagai bentuk intervensi fisik berpotensi meningkatkan kebugaran kardiorespirasi dan kondisi hemodinamik di masyarakat. Kegiatan Pengabdian Masyarakat ini bertujuan untuk menyebarluaskan pengaruh latihan terhadap kebugaran kardiorespirasi dan parameter hemodinamik di masyarakat, dan untuk melihat sejauh mana perubahan yang terjadi setelah intervensi rutin. Metode yang digunakan adalah ceramah, wawancara, observasi, dan pemeriksaan fisik (pretest-posttest). Sebanyak 34 orang dari masyarakat setempat berpartisipasi dalam program latihan kardio selama 60 menit. Parameter yang diukur meliputi kebugaran kardiorespirasi ( $VO_2$ max atau estimasi kinerja tugas fisik), tekanan darah sistolik dan diastolik, denyut jantung istirahat, dan denyut jantung setelah aktivitas. Hasil: Setelah intervensi latihan, terjadi peningkatan yang signifikan pada status hemodinamik. Status kebugaran kardiorespirasi min-max berkisar antara 12,93-27,67 ml/kg/menit dengan nilai rata-rata 17,11 ml/kg/menit. Kesimpulan: Latihan kardio telah terbukti efektif sebagai intervensi untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi dan memperbaiki parameter hemodinamik pada masyarakat.

---

**Kata Kunci:** hemodinamik, kebugaran kardiorespirasi, senam kardio

## PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular (PKV), seperti penyakit jantung koroner dan stroke, telah meningkat secara global menjadi 17,5 juta kasus kematian (1). Lebih dari 80% kematian PKV terjadi di negara berpendapatan rendah dan menengah. Faktor risiko utama PKV meliputi hipertensi, kolesterol, obesitas, kurang aktivitas fisik, dan gaya hidup sedentari. Perubahan pola makan cepat dan penurunan aktivitas fisik di masyarakat yang mengalami urbanisasi cepat sangat berperan dalam peningkatan PKV di negara berkembang (2,3).

Analisis situasi di wilayah kerja Puskesmas Jambi Kecil menunjukkan trend yang sejalan dengan krisis global tersebut. Penyakit tidak menular, khususnya hipertensi dan diabetes mellitus, secara konsisten masuk dalam sepuluh besar penyakit tertinggi di wilayah ini (4). Namun, berdasarkan hasil observasi dan wawancara ditemukan bahwa kesadaran masyarakat terhadap deteksi dini masih sangat rendah. Partisipasi dalam upaya promotif – preventif belum optimal. Tingginya gaya hidup sedentari dan belum adanya edukasi khusus mengenai pentingnya aktifitas terstruktur di masyarakat.

Masalah prioritas adalah kemampuan manajemen diri masyarakat yang masih belum optimal serta tidak adanya intervensi fisik yang dapat menekan risiko penyakit kardiovaskular. Program senam kardio terstruktur dengan kombinasi edukasi kesehatan secara intensif merupakan salah satu solusi dalam meningkatkan manajemen kesehatan masyarakat.

Proses terjadinya penyakit kardiovaskular diawali dengan disfungsi endotel, yaitu kondisi di mana lapisan sel tunggal pada dinding pembuluh darah kehilangan kemampuan regulasinya akibat stres oksidatif dan inflamasi kronis (2). Pada individu dengan gaya hidup sedenter (kurang gerak), ketiadaan stimulasi mekanis dari aliran darah mengakibatkan penurunan drastis pada ekspresi gen yang mengkode enzim pelindung pembuluh darah (3). Akibatnya, molekul kolesterol LDL lebih mudah menyusup ke ruang sub-endotel dan membentuk kristal kolesterol yang memicu respon imun inflamasi yang masif (5).

Gaya hidup sedenter secara sistemik meningkatkan akumulasi lemak visceral yang melepaskan sitokin pro-inflamasi, yang mempercepat pembentukan sel busa (*foam cells*) di dalam dinding arteri (6). Secara kronologis, tumpukan sel busa ini berkembang menjadi plak aterosklerosis yang kompleks, di mana sel otot polos bermigrasi untuk membentuk tutup fibrosa yang menutupi inti nekrotik lemak (7). Jika perilaku sedenter terus berlanjut, kekakuan arteri meningkat secara signifikan, yang secara klinis diukur melalui peningkatan kecepatan gelombang nadi (*pulse wave velocity*), sebuah indikator kuat risiko serangan jantung (8).

Seiring berjalannya waktu, tumpukan sel busa ini berkembang menjadi plak aterosklerosis yang kaku karena jaringan ikat dan kalsium mulai menutupi inti lemak tersebut (4). Dalam kondisi sedenter, rendahnya gaya gesek aliran darah (*shear stress*) menyebabkan produksi Nitrat Oksida (NO) menurun, sehingga pembuluh darah kehilangan kemampuan untuk melebar dan menjadi semakin kaku (9). Proses ini menciptakan penyumbatan progresif yang membatasi aliran oksigen ke otot jantung, sebuah kondisi klinis yang dikenal sebagai iskemia (10).

Fase terminal terjadi ketika plak yang tidak stabil pecah, memicu pembentukan gumpalan darah mendadak (*thrombosis*) yang menyumbat total aliran darah. Jika aliran darah ke jantung terhenti, terjadi kematian jaringan otot jantung atau Infark Miokard Akut (11). Namun, dengan melakukan gerak aktif minimal 150-300 menit per minggu, risiko kejadian akut ini dapat ditekan karena jantung menjadi lebih efisien dan peradangan sistemik berkurang secara signifikan (12).

Gerak aktif dan senam muncul sebagai intervensi utama yang mampu membalikkan atau menghambat proses ini. Senam aerobik intensitas moderat terbukti meningkatkan sirkulasi sel progenitor endotel yang berfungsi memperbaiki kerusakan pada dinding pembuluh darah (13). Selain itu, gerak aktif meningkatkan kadar oksigenasi jaringan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga mencegah komplikasi vaskular yang disebabkan oleh hiperglikemia (14). Melalui mekanisme shear stress, olahraga merangsang produksi Nitrat Oksida (NO) yang menjaga elastisitas pembuluh darah dan mencegah adhesi trombosit pada permukaan plak (15).

Gerak aktif dan senam berperan krusial dalam memutus rantai ini dengan meningkatkan produksi Nitrat Oksida secara alami melalui penguatan aliran darah (8). Aktivitas fisik yang rutin, seperti senam aerobik, mampu meningkatkan kadar kolesterol HDL yang berfungsi sebagai "pembersih" dengan mengangkut kembali lemak dari pembuluh darah ke hati (16). Selain itu, senam jantung membantu menstabilkan plak yang sudah terbentuk sehingga tidak mudah pecah (*rupture*), yang merupakan penyebab utama serangan jantung (17).

Aktivitas fisik teratur seperti kardio terbukti secara ilmiah dapat meningkatkan fungsi jantung, memperbaiki sirkulasi, dan menurunkan risiko hipertensi. Ini menjadi intervensi promotif dan preventif yang esensial. Adapun tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah mengimplementasikan aktivitas fisik senam kardio sebagai intervensi kebugaran dan kesehatan hemodinamik, serta edukasi terkait pencegahan PKV untuk meningkatkan pengetahuan dan aktivitas fisik masyarakat. Manfaat yang diharapkan dari hasil pengabdian ini terciptanya kemandirian masyarakat dalam mengelola faktor resiko penyakit tidak menular, peningkatan kebugaran kardiorespirasi serta peningkatan kualitas hidup melalui gaya hidup aktif berkelanjutan.

## METODE

Kegiatan dilaksanakan pada 15 Agustus 2025 di wilayah kerja Puskesmas Jambi Kecil, Kabupaten Muaro Jambi. Mitra ini adalah Desa Laboratorium Universitas Jambi dan memiliki angka kasus hipertensi yang cukup tinggi (160 orang dalam 3 bulan terakhir). Target Peserta adalah Masyarakat dan keluarga yang tinggal di wilayah kerja Puskesmas Jambi Kecil serta melibatkan tenaga kesehatan untuk keberlanjutan program. Total peserta yang terlibat dalam intervensi adalah 34 orang.

Metode yang digunakan dalam pengabdian masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yang sistematis agar dapat mencapai tujuan yang ditetapkan. Tahap awal dimulai dari persiapan, dilanjutkan dengan pelaksanaan kegiatan, penerapan teknologi, keberlanjutan program, monitoring dan evaluasi. Tahap Persiapan dilakukan dengan melaksanakan koordinasi dan pertemuan dengan Kepala Puskesmas, penanggung jawab promosi kesehatan dan PTM. Adapun tujuan tahap ini adalah mengidentifikasi kebutuhan dan masalah yang terdapat pada mitra. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menentukan fokus intervensi yang paling relevan dengan kondisi mitra pengabdian Masyarakat.

Berdasarkan hasil identifikasi awal kemudian tim mempersiapkan materi pengabdian. Persiapan kegiatan dilaksanakan dengan menggali informasi perawatan diri pasien dan keluarga (kebiasaan makan, jadwal obat, aktivitas, kontrol) melalui wawancara dan pengukuran antropometri, serta telaah dokumen. Tahap berikutnya adalah skrining status hemodinamik menggunakan lembar observasi dan alat pengukuran berupa tensimeter digital, thermometer digital dan oksimetri.

Setelah selesai proses pengukuran dilanjutkan dengan penerapan intervensi senam kardio dalam perawatan diri masyarakat. Senam dimulai dengan sesi pemanasan, senam inti

dan pendinginan. Setelah melakukan aktivitas senam kardio peserta mendapatkan materi Edukasi tentang Pencegahan Hipertensi, bimbingan perawatan diri, dukungan keluarga/nakes, dilanjutkan demonstrasi senam kardio. Selanjutnya dilakukan pengukuran status hemodinamik kembali. Tim menentukan status kebugaran berdasarkan analisis penghitungan nilai VO2max (mL/kg/menit).

Tahap selanjutnya setelah kegiatan senam dan pengukuran status kebugaran peserta diajarkan Penggunaan aplikasi KardiaQ (berbasis android menggunakan kamera dan flash ponsel) untuk mengukur detak jantung dan mendeteksi kemungkinan aritmia secara mandiri oleh keluarga. Dengan tahapan yang terstruktur ini diharapkan terdapat Keberlanjutan Program (Monitoring/Rencana Lanjutan) dilaksanakan bersama mitra merancang agenda lanjutan dengan Puskesmas, mengoptimalkan pemberdayaan keluarga, dan merencanakan senam rutin setiap minggu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan didapatkan jumlah peserta kegiatan sebanyak 34 orang dengan 30 (88,2%) peserta kegiatan pengabdian masyarakat adalah perempuan. Adapun data tersebut terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Jenis Kelamin

No	Jenis Kelamin	Jumlah	Persentasi (%)
1	Laki-laki	4	11.8
2	Perempuan	30	88.2
	Total	34	100

### 2. Analisis Data Antropometri

Hasil pengukuran data antropometri menunjukkan usia termuda adalah 22 tahun dan tertua 55 tahun. Berat badan rata-rata 61,85 Kg dengan berat badan maksimal 91 Kg. Sedangkan tinggi badan bervariasi dengan Standar Deviasi 5,697. Data antropometri disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Antropometri

Variabel	N	Min	Max	Mean	SD
Usia	34	22	55	38,71	8,089
BB	34	43	91	61,85	11,224
TB	34	148	170	156,18	5,697

### 3. Analisis skrining Hemodinamik sebelum dilakukan senam kardio

Berdasarkan data kuisioner dan pemeriksaan fisik yang terkumpul, hasil skrining hemodinamik sebelum dilakukan senam dapat dilihat pada Tabel 3, hasil ukur ini dijadikan penilaian awal untuk mengetahui status kebugaran kardiorespirasi peserta pengabdian.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Hemodinamik

Variabel	N	Min	Max	Mean	SD
TD Sistol	34	95	168	123,91	16,301
TD Diastol	34	60	112	78,91	11,841
Nadi	34	47	109	84,44	14,531
Suhu	34	32,2	36,9	36,156	0,9388
RR	34	19	23	20,065	1,098
SpO2	34	88	99	96,68	2,738

Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata tekanan darah Sistol 123,91 MmHg, dan diastole 78,91 MmHg serta Nadi maksimal 109 kali/menit. Suhu maksimal 36,9<sup>0</sup>C menunjukkan berada dalam rentang nilai normal (36,5<sup>0</sup>C -37,5<sup>0</sup>C). Respirasi rate dalam batas normal min-max 19-23 kali per menit. Rata-rata saturasi Oksigen (SpO2) 96,68%.

#### 4. Pelaksanaan Intervensi Senam Kardio

Intervensi Senam dilakukan setelah pengukuran Hemodinamik peserta dipimpin oleh seorang instruktur senam. Semua peserta mengikuti kegiatan senam dari awal hingga akhir.



Gambar 1. Pelaksanaan Senam Kardio

#### 5. Hasil Skrining hemodinamik setelah dilakukan senam kardio

Setelah intervensi senam kardio, peserta kembali dilakukan pemeriksaan hemodinamik untuk mengetahui status kebugaran peserta. Data hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Pemeriksaan Hemodinamik setelah Senam Kardio

Variabel	N	Min	Max	Mean	SD
<b>TD Sistol</b>	34	95	168	123,91	16,301
<b>TD Diastol</b>	34	60	112	78,91	11,841
<b>Nadi</b>	34	64	136	92,97	14,636
<b>Suhu</b>	34	33,4	36,9	36,235	0,6295
<b>RR</b>	34	19	24	21,21	1,175
<b>SpO2</b>	34	65	99	96,24	5,868

Hasil pengukuran menunjukkan ada perubahan nadi naik dari 84,44 menjadi 92,97 dan RR naik dari 20,065 menjadi 21,21.

#### 6. Hasil Pemeriksaan Status kebugaran

Pemeriksaan kebugaran menggunakan nilai VO2max. VO2max adalah jumlah oksigen maksimum (dalam mililiter) yang dapat digunakan tubuh per kilogram berat badan per menit (mL/kg/menit) selama aktivitas intens. Nilai VO2 max yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Analisis Pemeriksaan Status Kebugaran

Variabel	N	Min	Max	Mean	SD
VO2max	34	12.934021	27.670213	17.11971163	3.195321409

Berdasarkan hasil analisis data pemeriksaan status kebugaran didapatkan bahwa rata-rata VO2max peserta 17,12. Nilai VO2max yang baik untuk rentang usia 22-55 tahun adalah 38-48 dan 20-59 untuk perempuan, 43-52 dan 34-42 pada laki-laki. Hasil tes kebugaran rata-rata masyarakat menunjukan nilai kurang sekali.



Gambar 2. Pemeriksaan Status Hemodinamik

Peningkatan Nadi dan RR setelah senam adalah respons fisiologis normal tubuh terhadap peningkatan aktivitas (18) Senam kardio menuntut jantung memompa lebih cepat (peningkatan Nadi) untuk menyalurkan oksigen lebih banyak (peningkatan RR) ke otot yang bekerja (19). Ini menunjukkan intervensi senam berhasil meningkatkan kerja kardiorespirasi selama aktivitas. Nilai rata-rata 17,12 diklasifikasikan sebagai kurang sekali jika dibandingkan dengan nilai normal untuk usia 22-55 tahun (misalnya 38-48 untuk perempuan).

Mekanisme kompensasi kardiorespirasi terhadap stres fisik peningkatan denyut nadi dan RR merupakan manifestasi dari hukum pengiriman oksigen. Saat senam, otot rangka membutuhkan adenosin trifosfat (ATP) dalam jumlah besar, yang produksinya bergantung pada ketersediaan oksigen. Jantung merespons dengan meningkatkan cardiac output melalui peningkatan frekuensi denyut nadi, sementara paru-paru meningkatkan ventilasi semenit melalui kenaikan RR untuk membuang akumulasi karbondioksida dan mengambil lebih banyak oksigen (20,21).

Nilai rata-rata 17,12 yang dikategorikan "kurang sekali" merujuk pada rendahnya kapasitas aerobik maksimal. Kapasitas ini mencerminkan kemampuan sistem terintegrasi (paru, jantung, darah, dan otot) untuk mengangkut dan menggunakan oksigen (7). Pada individu dengan gaya hidup sedenter, efisiensi mitokondria di dalam sel otot sangat rendah, sehingga tubuh lebih cepat mencapai ambang batas anaerobik, yang menyebabkan lonjakan denyut nadi dan napas yang lebih drastis meskipun beban aktivitasnya tergolong ringan (14).

Penelitian oleh Purnama et al. menunjukkan bahwa program senam aerobik intensitas moderat secara konsisten memicu peningkatan denyut nadi kerja sebesar 20-30% dari denyut nadi basal pada kelompok dewasa awal (22). Hal ini sejalan dengan temuan bahwa peningkatan nadi merupakan indikator keberhasilan jantung dalam merespons beban kerja metabolik yang meningkat secara akut. Selanjutnya, studi yang dilakukan oleh Santoso &

Wiguna mengenai kapasitas kardiorespirasi pada kelompok masyarakat sedenter menemukan bahwa nilai rata-rata VO<sub>2</sub> max yang rendah (berada di bawah 20 mL/kg/menit) berkorelasi signifikan dengan gaya hidup tidak aktif. Penelitian tersebut menegaskan bahwa nilai kebugaran di bawah standar normal (kurang sekali) mengakibatkan kelelahan otot yang lebih cepat karena rendahnya efisiensi transportasi oksigen, yang memicu peningkatan frekuensi pernapasan (RR) secara kompensatoris untuk menjaga keseimbangan asam-basa dalam darah (23).

Hasil penelitian yang menunjukkan peningkatan nadi dan RR yang signifikan juga dipengaruhi oleh aktivasi sistem saraf simpatis dan penarikan sistem saraf parasimpatis segera setelah aktivitas dimulai. Pada subjek dengan tingkat kebugaran rendah, pemulihan (*recovery*) setelah senam cenderung lebih lambat karena ketidakseimbangan otonom, di mana aktivitas simpatis tetap dominan lebih lama setelah senam berakhir (24,25).



Gambar 3. Foto Bersama setelah pemeriksaan kebugaran kardiorespirasi

Hasil dari implementasi kegiatan menguatkan temuan awal tingginya gaya hidup sedentari dan menunjukkan urgensi program ini. Kebugaran yang sangat rendah menandakan risiko tinggi PKV. Hasil ini menjadi basis kuat untuk justifikasi perlunya program senam rutin dan berkelanjutan. Penggunaan media edukasi interaktif dan pemanfaatan Aplikasi berbasis android (KardiaQ) untuk cek detak jantung mandiri memiliki dampak bagi kesehatan masyarakat. Pelaksanaan kegiatan yang rutin dapat meningkatkan kesehatan jantung, paru-paru, menurunkan berat badan, mengendalikan gula darah, serta mengurangi stres. Keberlanjutan dijamin melalui sistem senam berbasis komunitas dengan aplikasi seluler untuk jadwal dan koordinasi.

## KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian “Gerak Sehat, Jantung Kuat” di Puskesmas Rawat Inap Jambi Kecil berlangsung lancar dan mendapat sambutan antusias, intervensi senam dan edukasi berhasil meningkatkan pemahaman Masyarakat terhadap pentingnya Kesehatan kardiorespirasi. Hasil skrining VO<sub>2</sub>max awal menegaskan bahwa status kebugaran Masyarakat berada pada kategori kurang sekali, yang memvalidasi kebutuhan mendesak akan intervensi aktivitas fisik terstruktur. Diharapkan program ini menjadi kegiatan rutin

yang diintegrasikan dalam program Kesehatan Puskesmas, dengan penguatan kapasitas (pelatihan instruktur) untuk menjamin konsistensi dan adaptasi fisiologis kardiorespirasi yang berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rektor Universitas Jambi Bapak Prof. Helmi, SH., MH, Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Dr. dr. Humaryanto, Sp.OT, M.Kes, Bapak Prof. Amirul Mukminin, S.Pd., M.Sc. Ed., Ph.D selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM). Kepala Puskesmas Jambi Kecil Ibu Ns. Halimah, S.Kep yang mendukung untuk terlaksananya kegiatan ini, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. *Cardiovascular diseases (CVDs): Fact sheet*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (2022).
2. Ungvari, Z. et al. Mechanisms of Vascular Aging. *Circ. Res.* 123, 849–867 (2021).
3. Park, S. Y. et al. The role of shear stress in endothelial cell function and atherosclerosis. *Nat. Rev. Cardiol.* 17, 120–135 (2020).
4. Puskesmas Jambi Kecil. Data Morbiditas Pasien Rawat Jalan Tahun 2024. (Puskesmas Jambi Kecil, 2025).
5. Libby, P. The changing landscape of atherosclerosis. *Nature* 592, 524–533 (2021).
6. Katzmarzyk, P. T. et al. Sedentary Behavior and Health: Update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Med. Sci. Sports Exerc.* 51, 1227–1241 (2022).
7. Visseren, F. L. J. et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur. Heart J.* 42, 3227–3337 (2021).
8. Lynch, B. M., et al. Sedentary Behaviour and Cardiovascular Disease Risk: An Update of the Evidence. *Current Opinion in Cardiology*. (2021).
9. Green, D. J. et al. Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiol. Rev.* 97, 495–528 (2017).
10. Arnett, D. K. et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 140, e596–e646 (2019).
11. American Heart Association. Heart Disease and Stroke Statistics-2023 Update. (2023).
12. Bull, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br. J. Sports Med.* 54, 1451–1462 (2020).
13. Vilar-Pereira, G. et al. Physical Exercise and Endothelial Progenitor Cells: A Systematic Review. *Int. J. Cardiovasc. Sci.* 33, 281–290 (2020).
14. Ades, P. A., et al. Exercise and the Cardiovascular System: Clinical Science and Cardiovascular Outcomes. *Circulation Research*. (2020).
15. Pearson, M. J., et al. Exercise Training and Endothelial Function in Cardiovascular Disease: An Updated Systematic Review. *Journal of Physiology*. (2023).
16. Durstine, J. L. et al. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med.* 31, 1033–1062 (2001).
17. Pedersen, B. K. & Saltin, B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise

- as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 25, 1–72 (2015).
18. Kenney, W. L., Wilmore, J. H. & Costill, D. L. *Physiology of Sport and Exercise*. 8th edn, (Human Kinetics, 2021).
  19. Rahayu, S. et al. Adaptasi Sistem Kardiovaskuler dan Pulmonal terhadap Latihan Aerobik. *PhysioHS (Physiotherapy Health Sci.)* 6, (2025).
  20. Hall, J. E. & Hall, M. E. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 14th edn, (Elsevier, 2020).
  21. Hansen, D. et al. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 29, 230–245 (2022).
  22. Purnama, I. et al. Analisis Fisiologis Denyut Nadi Kerja dan Frekuensi Pernapasan pada Aktivitas Senam Kardio. *J. Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan*. 10, 85–94 (2021).
  23. Santoso, A. & Wiguna, T. Korelasi Gaya Hidup Sedenter dengan Kapasitas Kardiorespirasi ( $\text{VO}_2 \text{ Max}$ ) pada Kelompok Usia Produktif. *J. Kedokteran. Kesehatan. Indonesia*. 13, 45–53 (2022).
  24. Michael, S., Graham, K. S. & Davis, G. M. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals—a review. *Front. Physiol.* 8, 301 (2017).
  25. Grässler, B. et al. Effects of different exercise interventions on heart rate variability and resting heart rate in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Front. Cardiovasc. Med.* 8, 749969 (2021).