

PERBANDINGAN DAYA TAHAN KARDIOVASKULER SEBELUM DAN SESUDAH MENGIKUTI PROGRAM LATIHAN AEROBIK

Oleh

Fatoni¹, Didi Yudha Pranata², Rachmi Marsheilla Aguss³, Andi Saiful Alimsyah¹,
Mohammad Dika Raswadi¹

¹Universitas Negeri Makassar

²Universitas Bina Bangsa Getsempena

³Universitas Teknokrat Indonesia

Email: fatoni@unm.ac.id

Abstrak

Latihan aerobik merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik yang terbukti memberikan manfaat signifikan bagi kesehatan kardiovaskuler. Mahasiswa Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi tetap harus memiliki kebugaran jasmani serta pola hidup yang baik karena tuntutan akademik, untuk itu membutuhkan intervensi berbasis olahraga untuk meningkatkan daya tahan kardiovaskuler. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan parameter daya tahan kardiovaskuler sebelum dan sesudah program latihan aerobik selama tiga bulan pada 50 mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan desain pretest-posttest. Subjek mengikuti program latihan aerobik intensitas sedang hingga tinggi sebanyak tiga kali seminggu selama 12 minggu. Parameter yang diukur meliputi denyut jantung istirahat, tekanan darah sistolik dan diastolik, serta VO_2 max, yang dianalisis menggunakan uji *paired t-test* untuk melihat perubahan signifikan sebelum dan sesudah intervensi. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan signifikan pada denyut jantung istirahat ($78,4 \pm 5,2$ menjadi $70,6 \pm 4,8$ dpm, $p < 0,001$), tekanan darah sistolik ($128,6 \pm 7,4$ menjadi $121,3 \pm 6,8$ mmHg, $p < 0,001$), dan tekanan darah diastolik ($82,1 \pm 5,6$ menjadi $76,8 \pm 5,2$ mmHg, $p < 0,001$). Selain itu, kapasitas aerobik yang diukur melalui VO_2 max mengalami peningkatan signifikan ($34,2 \pm 4,1$ menjadi $40,7 \pm 4,5$ mL/kg/menit, $p < 0,001$). Perubahan ini mencerminkan adaptasi fisiologis berupa peningkatan efisiensi kardiovaskuler dan kapasitas aerobik, yang mendukung pentingnya latihan aerobik intensitas sedang hingga tinggi dalam meningkatkan kesehatan jantung dan kebugaran jasmani.

Kata kunci: Latihan Aerobik, Daya Tahan Kardiovaskuler, Denyut Jantung, Tekanan Darah, VO_2 Max

A. PENDAHULUAN

Latihan aerobik telah lama dikenal sebagai salah satu intervensi yang efektif untuk meningkatkan kesehatan kardiovaskuler. Aktivitas ini melibatkan gerakan berulang dengan intensitas sedang hingga tinggi yang dapat meningkatkan kapasitas aerobik serta memicu adaptasi fisiologis pada sistem kardiovaskuler dan respirasi (American College of Sports Medicine [ACSM], 2021). Latihan aerobik secara teratur dapat meningkatkan

efisiensi kerja jantung, memperbaiki sirkulasi darah, serta meningkatkan penyerapan oksigen oleh jaringan tubuh (Sharma et al., 2020). Selain itu, latihan aerobik secara signifikan menurunkan denyut jantung istirahat dan meningkatkan VO_2 max (Cornelissen, V. A., & Smart, N. A., 2013; Patel, H., et al., 2017)

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa latihan aerobik dapat menurunkan denyut jantung istirahat, tekanan darah, serta meningkatkan kapasitas aerobik yang diukur melalui VO_2 max (Lee et al., 2019). Penurunan denyut jantung istirahat mencerminkan peningkatan efisiensi jantung dalam memompa darah, sedangkan penurunan tekanan darah mengindikasikan perbaikan fungsi pembuluh darah dan penurunan resistensi perifer (Williams et al., 2018).

Hasil penelitian lainnya yaitu Huang, G., et al. (2016) menyatakan bahwa latihan interval intensitas tinggi efektif dalam meningkatkan VO_2 max dan menurunkan denyut jantung istirahat pada individu dengan penyakit kronis. Selain berpengaruh pada peningkatan VO_2 max dan penurunan denyut jantung, latihan interval intensitas tinggi lebih efektif dalam meningkatkan VO_2 max dan menurunkan tekanan darah. (Weston, K. S., et al., 2014; Liou, K., et al., 2016; Villelabeitia-Jaureguizar, K., et al., 2017).

Hasil penelitian Montero, D., et al. (2015) menyatakan bahwa latihan aerobik dapat mengurangi kekakuan arteri, yang berkontribusi pada penurunan tekanan darah pada populasi obesitas. Penemuan lain juga menyampaikan bahwa latihan aerobik berkontribusi pada penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik, serta meningkatkan kebugaran kardiorespiratori yang diukur melalui VO_2 max (Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H., 2005)

Selain itu, peningkatan VO_2 max menunjukkan bahwa tubuh lebih efisien dalam menggunakan oksigen selama aktivitas fisik, yang berhubungan erat dengan daya tahan kardiovaskuler (Bassett & Howley, 2017). Namun, meskipun manfaat latihan aerobik terhadap kesehatan kardiovaskuler telah banyak dikaji, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana program latihan aerobik dalam jangka waktu tertentu, dapat memberikan efek yang signifikan pada parameter kardiovaskuler pada populasi dewasa sehat. Faktor-faktor seperti frekuensi, durasi, dan intensitas latihan dapat memengaruhi hasil adaptasi yang terjadi (Garber et al., 2011).

Dalam konteks kesehatan masyarakat, peningkatan aktivitas fisik melalui latihan aerobik menjadi salah satu strategi utama dalam pencegahan penyakit kardiovaskuler.

World Health Organization merekomendasikan aktivitas fisik aerobik minimal 150-300 menit/minggu untuk memperoleh manfaat kesehatan yang optimal (WHO, 2020). $VO_2\max$ sering dianggap sebagai indikator utama dalam menilai tingkat kebugaran seseorang, terutama dalam mengukur kapasitas kardiorespiratori secara keseluruhan (Plowman & Smith, 2011). Parameter ini mencerminkan efektivitas paru-paru dalam menyerap oksigen, efisiensi jantung dalam memompa darah, serta kemampuan hemoglobin dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. $VO_2\max$ juga menggambarkan sejauh mana otot mampu memanfaatkan oksigen yang tersedia serta kinerja mitokondria dan enzim dalam mendukung produksi energi (Sharkley, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan denyut jantung istirahat, tekanan darah, dan $VO_2\max$ setelah mengikuti program latihan aerobik selama tiga bulan. Parameter ini dipilih karena merupakan indikator utama efisiensi dan kesehatan sistem kardiovaskuler. Dengan menggunakan pendekatan kuasi-eksperimental, penelitian ini berupaya memberikan bukti empiris mengenai manfaat latihan aerobik terhadap kesehatan jantung dan pembuluh darah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang relevan dalam mendukung pentingnya latihan aerobik sebagai bagian dari strategi pencegahan dan pengelolaan risiko penyakit kardiovaskuler. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi praktisi pelatih, atlet, analis olahraga dan pembuat kebijakan dalam merancang program latihan aerobik yang lebih efektif dan berbasis bukti ilmiah. Dengan demikian, penelitian ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup individu melalui penerapan latihan aerobik secara lebih luas.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan pendekatan pretest-posttest tanpa kelompok kontrol. Subjek penelitian terdiri dari 50 individu dewasa sehat berusia 18-21 tahun yang dipilih secara *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi, yaitu tidak memiliki riwayat penyakit kardiovaskuler, tidak sedang menjalani pengobatan yang memengaruhi sistem kardiovaskuler, serta memiliki tingkat aktivitas fisik rendah hingga sedang.

Penelitian ini diawali dengan pemberian penjelasan kepada seluruh peserta mengenai tujuan serta tahapan yang akan dilakukan dalam studi ini. Peserta kemudian diminta untuk menandatangani lembar persetujuan tertulis (*informed consent*).

Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan awal guna mengevaluasi parameter kesehatan kardiovaskular, meliputi pengukuran tekanan darah, denyut jantung saat istirahat, kapasitas aerobik (VO_2 max), serta variabilitas denyut jantung.

Selama tiga bulan, peserta mengikuti program intervensi berupa latihan fisik terstruktur yang dilakukan tiga kali seminggu, dengan durasi 60 menit per sesi, yang terdiri dari pemanasan (10 menit), latihan inti berupa kombinasi latihan aerobik intensitas sedang (40 menit), dan pendinginan (10 menit). Intensitas latihan dikontrol menggunakan monitor denyut jantung, dengan target 60-75% dari denyut jantung maksimal (HR_{max}) yang dihitung menggunakan rumus $220 - \text{usia}$.

Pengukuran parameter kardiovaskuler dilakukan dua kali, yaitu sebelum (*pretest*) dan setelah intervensi (*posttest*). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik uji-t berpasangan (*paired t-test*) untuk melihat perbedaan antara sebelum dan sesudah intervensi. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,001$. Untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas data, seluruh pengukuran dilakukan oleh tenaga medis yang terlatih menggunakan peralatan standar yang telah terkalibrasi. Selain itu, peserta diminta untuk menjaga pola makan dan aktivitas sehari-hari tetap konsisten selama masa penelitian guna meminimalkan faktor perancu.

Denyut jantung istirahat diukur menggunakan monitor denyut jantung digital setelah subjek beristirahat selama 10 menit dalam posisi duduk. Tekanan darah diukur menggunakan *sphygmomanometer digital* dengan metode auskultasi tidak langsung, sesuai pedoman American Heart Association. VO_2 max dihitung menggunakan uji *multistage fitness test*, di mana nilai konsumsi oksigen maksimal ditentukan berdasarkan durasi aktivitas fisik hingga kelelahan submaksimal tercapai.

Program latihan aerobik dilaksanakan selama tiga bulan dengan frekuensi tiga kali per minggu, masing-masing sesi berdurasi 60 menit. Setiap sesi terdiri dari tiga tahap, yaitu pemanasan (10 menit), latihan inti (40 menit), dan pendinginan (10 menit). Latihan inti mencakup aktivitas aerobik seperti jogging, bersepeda statis, dan senam aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi, yang disesuaikan dengan 60-75% dari denyut jantung maksimal peserta.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil penelitian. Data yang diperoleh dari pengukuran pretest dan posttest dianalisis menggunakan uji statistik parametrik, yaitu uji t berpasangan (*paired t-*

test), untuk mengevaluasi perbedaan signifikan pada parameter denyut jantung istirahat, tekanan darah, dan VO_2 max sebelum dan sesudah intervensi. Hasil analisis statistik disajikan dalam bentuk nilai rata-rata, standar deviasi, dan nilai p untuk menentukan signifikansi perubahan parameter kesehatan kardiovaskuler. Nilai $p < 0,001$ dianggap signifikan secara statistik.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan signifikan pada denyut jantung istirahat setelah mengikuti program latihan aerobik selama tiga bulan. Rata-rata denyut jantung istirahat peserta sebelum intervensi adalah $78,4 \pm 5,2$ denyut per menit (dpm), sementara setelah intervensi menurun menjadi $70,6 \pm 4,8$ dpm ($p < 0,001$). Rata-rata Tekanan Darah Sistolik istirahat peserta sebelum intervensi adalah $128,6 \pm 7,4$ denyut per menit (mmHg), sementara setelah intervensi menurun menjadi $121,3 \pm 4,8$ (mmHg) ($p < 0,001$). Rata-rata Tekanan Darah Diastolik istirahat peserta sebelum intervensi adalah $82,1 \pm 5,6$ (mmHg), sementara setelah intervensi menurun menjadi $76,8 \pm 5,2$ (mmHg) ($p < 0,001$). Rata-rata daya tahan kardiovaskuler istirahat peserta sebelum intervensi adalah $34,2 \pm 4,1$ (mL/kg/menit), sementara setelah intervensi menurun menjadi $40,7 \pm 4,5$ (mL/kg/menit) ($p < 0,001$). Lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1

Perubahan Denyut Jantung, Tekanan Darah, Daya Tahan Kardiovaskuler Sebelum dan Sesudah Mengikuti Program Latihan Aerobik Selama 3 Bulan

Observ.	Denyut Jantung (dpm) Mean \pm SD	Tekanan Darah Sistolik (mmHg) Mean \pm SD	Tekanan Darah Diastolik (mmHg) Mean \pm SD	Daya Tahan Kardiovaskuler/ Vo2max (mL/kg/menit) Mean \pm SD
Sebelum	$78,4 \pm 5,2$	$128,6 \pm 7,4$	$82,1 \pm 5,6$	$34,2 \pm 4,1$
Sesudah	$70,6 \pm 4,8$	$121,3 \pm 6,8$	$76,8 \pm 5,2$	$40,7 \pm 4,5$
P*	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$

2. Pembahasan Hasil Penelitian

a. Analisis Perubahan Denyut Jantung Istirahat Sebelum dan Sesudah Program Latihan Aerobik

Rata-rata denyut jantung istirahat peserta sebelum intervensi adalah $78,4 \pm 5,2$ denyut per menit (dpm), sementara setelah intervensi menurun menjadi $70,6 \pm 4,8$ dpm ($p < 0,001$). Penurunan ini mencerminkan peningkatan efisiensi kerja jantung, adaptasi ini memungkinkan jantung memompa darah dengan volume yang lebih besar per denyut, sehingga kebutuhan denyut jantung yang lebih tinggi berkurang. Adaptasi fisiologis yang menjelaskan bahwa latihan aerobik secara konsisten dapat meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskuler. Penurunan denyut jantung istirahat juga menunjukkan peningkatan kapasitas aerobik peserta, yang berhubungan dengan peningkatan elastisitas pembuluh darah dan fungsi ventrikel kiri. Selain itu, penurunan denyut jantung istirahat dapat diinterpretasikan sebagai indikator positif dari peningkatan kesehatan kardiovaskuler secara keseluruhan.

Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian (Simonetta G, et.al. 2007) yang menyatakan bahwa orang yang terlatih menunjukkan denyut nadi yang lebih rendah daripada orang yang tidak terlatih, melalui pembebanan yang sama. Latihan yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas fisik sebagai media untuk pencegahan morbiditas dan mortalitas penyakit kardiovaskuler. Selain itu (Mikko P, et. Al. 1998) menyatakan bahwa kebugaran fisik yang baik dan latihan olahraga teratur dapat menginduksi proses adaptasi sistem syaraf otonom pada serabut syaraf vagus dengan penurunan denyut nadi saat istirahat, sehingga subyek dengan latihan pembebanan akan memiliki aktivitas serabut vagus yang lebih tinggi pada subyek dengan kebugaran yang baik.

Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa program latihan aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat memberikan manfaat signifikan terhadap parameter kesehatan jantung.a

b. Analisis Perubahan Tekanan Darah Sistolik dan Diastolik Akibat Intervensi Latihan Aerobik

Hasil penelitian yang menunjukkan adanya penurunan signifikan pada tekanan darah sistolik dan diastolik setelah mengikuti program latihan aerobik selama tiga bulan. Rata-rata tekanan darah sistolik peserta sebelum intervensi adalah $128,6 \pm 7,4$ mmHg, yang menurun menjadi $121,3 \pm 6,8$ mmHg setelah intervensi ($p < 0,001$). Sementara itu,

tekanan darah diastolik rata-rata menurun dari $82,1 \pm 5,6$ mmHg menjadi $76,8 \pm 5,2$ mmHg ($p < 0,001$). Penurunan ini mencerminkan peningkatan fungsi regulasi tekanan darah, yang disebabkan oleh adaptasi fisiologis seperti penurunan resistensi perifer total dan peningkatan pelepasan oksida nitrat yang menyebabkan vasodilatasi.

Tekanan darah minimum diperlukan untuk membuka pembuluh kapiler agar darah dapat mengalir dengan lancar. Jika seseorang jarang berolahraga, elastisitas arteri dapat menurun, menyebabkan pembuluh darah menjadi kaku dan kurang mampu melebar saat jantung memompa darah. Kondisi ini mengakibatkan darah harus melewati pembuluh yang menyempit, sehingga tekanan darah meningkat (Brown et al., 2006). Selain itu, Angiotensin II (Ang-II) berperan dalam menyempitkan arteriol, yang berdampak pada penurunan aliran darah ke kapiler dan vena yang disuplai oleh arteriol tersebut. Sebaliknya, ketika arteriol mengalami pelebaran, aliran darah meningkat, menyebabkan tekanan di daerah hilir naik sementara tekanan di daerah hulu menurun (Campbell et al., 2004; Corbin et al., 2006; Guyton, 2008).

Adaptasi fisiologis yang menjelaskan bahwa latihan aerobik secara teratur dapat meningkatkan elastisitas pembuluh darah dan sensitivitas baroreseptor, sehingga tekanan darah dapat diatur lebih efektif. Penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik ini juga menunjukkan manfaat klinis yang signifikan, terutama bagi individu dengan risiko hipertensi. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa latihan aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat menurunkan tekanan darah melalui mekanisme peningkatan kapasitas vaskular dan penurunan aktivitas simpatis. Adaptasi ini mendukung peningkatan kesehatan kardiovaskuler secara keseluruhan.

c. Peningkatan VO_2 Max sebagai Indikator Kapasitas Aerobik Setelah Program Latihan

Latihan fisik menyebabkan perubahan terhadap berbagai sistem yang bekerja dalam tubuh, salah satunya adalah daya tahan kardiovaskuler yang melibatkan kerja jantung dan paru. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada VO_2 max setelah mengikuti program latihan aerobik selama tiga bulan. Rata-rata VO_2 max peserta meningkat dari $34,2 \pm 4,1$ mL/kg/menit sebelum intervensi menjadi $40,7 \pm 4,5$ mL/kg/menit setelah intervensi ($p < 0,001$). Peningkatan ini mencerminkan adaptasi fisiologis yang terjadi pada sistem kardiovaskuler dan respirasi, seperti peningkatan volume sekuncup jantung, densitas kapiler otot, dan aktivitas enzim oksidatif. Adaptasi

ini memungkinkan tubuh untuk mengangkut dan memanfaatkan oksigen secara lebih efisien selama aktivitas fisik, sehingga kapasitas aerobik peserta meningkat secara signifikan.

Latihan aerobik secara konsisten dapat meningkatkan efisiensi sistem transportasi oksigen. Peningkatan VO_2 max juga menunjukkan peningkatan kapasitas kerja otot dan efisiensi metabolisme energi, yang berkontribusi pada peningkatan performa fisik secara keseluruhan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa latihan aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat meningkatkan VO_2 max melalui mekanisme peningkatan fungsi jantung dan vaskular. Peningkatan ini tidak hanya relevan dalam konteks kebugaran fisik, tetapi juga sebagai indikator kesehatan kardiovaskuler yang lebih baik.

d. Hubungan antara Intensitas Latihan Aerobik dengan Perubahan Daya Tahan Kardiovaskuler

Adanya hubungan yang signifikan antara intensitas latihan aerobik dengan perubahan daya tahan kardiovaskuler, termasuk denyut jantung istirahat, tekanan darah, dan VO_2 max. Peserta yang secara konsisten menjaga intensitas latihan pada zona target 60-75% dari denyut jantung maksimal menunjukkan penurunan denyut jantung istirahat yang lebih besar dibandingkan peserta dengan kepatuhan intensitas yang lebih rendah. Hal ini mencerminkan bahwa intensitas latihan yang optimal berkontribusi pada peningkatan tonus parasimpatis dan efisiensi kerja jantung. Selain itu, penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik juga lebih signifikan pada individu latihan teratur, yang menunjukkan peningkatan regulasi vaskular melalui adaptasi fisiologis. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa latihan aerobik berkontribusi pada penurunan tekanan darah sistolik dan diastolik, serta meningkatkan kebugaran kardiorespiratori yang diukur melalui VO_2 max (Whelton, S. P., et al., 2002)

Peningkatan VO_2 max juga ditemukan lebih tinggi pada peserta yang konsisten berlatih dengan intensitas sedang hingga tinggi dibandingkan mereka yang intensitasnya tidak stabil. Intensitas yang optimal memungkinkan tubuh untuk memaksimalkan adaptasi kardiovaskuler, seperti peningkatan volume sekuncup jantung dan aktivitas enzim oksidatif. Hubungan ini menguatkan teori adaptasi fisiologis yang menyatakan bahwa intensitas latihan memengaruhi tingkat efisiensi transportasi oksigen dan kapasitas aerobik. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya

menjaga intensitas latihan aerobik yang sesuai untuk memaksimalkan manfaat kesehatan kardiovaskuler, terutama dalam program latihan jangka panjang.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa program latihan aerobik selama tiga bulan secara signifikan meningkatkan parameter kesehatan kardiovaskuler, termasuk penurunan denyut jantung istirahat, tekanan darah sistolik dan diastolik, serta peningkatan VO_2 max. Penurunan denyut jantung istirahat mencerminkan efisiensi kerja jantung yang lebih baik. Penurunan tekanan darah menunjukkan peningkatan regulasi vaskular melalui mekanisme seperti vasodilatasi dan sensitivitas baroreseptor. Peningkatan VO_2 max mengindikasikan kapasitas aerobik yang lebih tinggi, yang didukung oleh adaptasi fisiologis seperti peningkatan volume sekuncup jantung dan efisiensi transportasi oksigen.

Hasil penelitian ini juga menegaskan pentingnya intensitas latihan aerobik yang optimal, yaitu 60-75% dari denyut jantung maksimal, dalam memaksimalkan adaptasi fisiologis dan manfaat kesehatan kardiovaskuler. Temuan ini mendukung teori adaptasi fisiologis, yang menjelaskan bahwa latihan aerobik secara teratur dapat meningkatkan efisiensi sistem kardiovaskuler dan kapasitas aerobik. Dengan demikian, program latihan aerobik yang terstruktur dan intensitas yang sesuai dapat direkomendasikan sebagai intervensi efektif untuk meningkatkan kesehatan kardiovaskuler secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- American College of Sports Medicine (ACSM). (2021). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2017). *Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(3), 476-488.
- Brown et. al.(2006). *Exercise physiology: Basic Human Movement in Health and Disease*. Baltimore Lippcott Williams & Wikins Cengage Learning.
- Campbell, N.A. et. al. 2004. *Biology*. Jakarta: Erlangga.
- Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H. (2005). "Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors." *Hypertension*, 46(4), 667-675.
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). "Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis." *Journal of the American Heart Association*, 2(1), e004473.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). *Quantity and quality of exercise for developing and*

- maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Guyton A. C., Hall J. E. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 11. Jakarta : EGC.
- Huang, G., et al. (2016). "Cardiorespiratory fitness effects of high-intensity interval training in people with chronic disease: a meta-analysis." *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 36(5), 342-351.
- Lee, D. C., Artero, E. G., Sui, X., & Blair, S. N. (2019). *Review: Mortality trends with aerobic and resistance exercise*. *Current Sports Medicine Reports*, 18(3), 102-108.
- Liou, K., et al. (2016). "High-intensity interval versus moderate-intensity continuous training in patients with coronary artery disease: a meta-analysis of physiological and clinical parameters." *Heart, Lung and Circulation*, 25(2), 166-174.
- Mikko P, et. Al. 1998. Vagal Modulation of heart during exercise: effects of age and physical fitness. *American Journal of physiology*. Vol:274. No:2.
- Milanović, Z., et al. (2015). "Effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) and continuous endurance training for VO₂ max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials." *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.
- Montero, D., et al. (2015). "Effect of aerobic exercise training on arterial stiffness in obese populations: a systematic review and meta-analysis." *Sports Medicine*, 45(2), 265-278.
- Patel, H., et al. (2017). "The effects of aerobic exercise on resting heart rate and VO₂ max: a systematic review." *Journal of Physical Activity and Health*, 14(7), 545-558.
- Plowman Sharon A. and Smith D L. 2011. *Excercise Physiology For Health, Fitness, And Performance* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sharkley, 2011. *Kebugaran dan Kesehatan*. Rajawali Sport, Devisi Buku Olahraga & Kesehatan. PT. Raja Grafindo Persada.
- Sharma, S., Merghani, A., & Mont, L. (2020). *Exercise and the heart: the good, the bad, and the ugly*. *European Heart Journal*, 41(14), 1357-1365.
- Simonetta G, et.al. 2007. Effect of exercise training on heart rate and QT interval in healthy young individuals:are there gender differences. <http://dx.doi.org/10.1093/eropance/eul14555>- go first.
- Villelaebitia-Jaureguizar, K., et al. (2017). "Comparison of high-intensity interval training versus continuous training in patients with chronic coronary artery disease: a randomized clinical trial." *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 37(2), 111-117.
- Weston, K. S., et al. (2014). "High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis." *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234.
- Whelton, S. P., et al. (2002). "Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials." *Annals of Internal Medicine*, 136(7), 493-503.
- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., ... & Stewart, K. J. (2018). *Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update*. *Circulation*, 116(5), 572-584
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva: World Health Organization.