

**LITERATURE REVIEW:
PENGARUH LATIHAN AEROBIK INTENSITAS SEDANG TERHADAP
JUMLAH ERITROSIT**

Zhasifa Khoirunnisa Suwanto¹, Siti Kaidah², Huldani²

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat,
Banjarmasin

²Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

Email korespondensi: zhasifaks@gmail.com

Abstract: *Aerobic exercise is defined as any activity that uses large muscles, can be maintained continuously and is rhythmic. During strenuous exercise, erythrocytes can be damaged by the blood rate. Meanwhile, moderate intensity exercise provides more opportunities for erythrocyte replacement. Erythrocytes function to provide oxygen and nutrients to tissues, and remove carbon dioxide and waste products from the body when a person performs physical activity. The purpose this literature review is to determine the effect of moderate intensity aerobic exercise on the number of erythrocytes. Writing is done by analyzing related literature obtained from search results on medical journal databases, namely PubMed-MEDLINE, Science Direct and Google Scholar. Included articles are in English and published in 2010-2020. A total of 20 articles are included in this literature review. There is a difference in the number of erythrocytes after moderate intensity aerobic exercise.*

Keywords: *Moderate intensity erobic exercise, Erythrocytes*

Abstrak: **Latihan aerobik didefinisikan sebagai aktivitas apapun yang menggunakan otot besar, dapat dipertahankan terus menerus dan bersifat ritmis.** Saat latihan berat, eritrosit dapat rusak akibat laju darah. Sedangkan pada latihan intensitas sedang lebih memberi peluang penggantian eritrosit. Eritrosit berfungsi untuk memberikan oksigen dan nutrisi ke jaringan, serta mengeluarkan karbon dioksida dan produk limbah dari dalam tubuh ketika seseorang melakukan aktivitas fisik. Tujuan *literature review* ini yaitu untuk mengetahui pengaruh latihan aerobik intensitas sedang terhadap jumlah eritrosit. Penulisan dilakukan dengan menganalisis *literature* terkait yang didapatkan dari hasil pencarian pada *database* jurnal kedokteran, yaitu PubMed-MEDLINE, Science Direct dan Google Scholar. Artikel yang disertakan menggunakan bahasa Inggris dan dipublikasikan pada tahun 2010-2020. Sebanyak 20 artikel disertakan pada *literature review* ini. Terdapat perbedaan dari jumlah eritrosit setelah melakukan latihan aerobik intensitas sedang.

Kata-kata kunci: Latihan aerobik intensitas sedang, Eritrosit

PENDAHULUAN

Menurut *World Health Organization* (2010), "Sehat adalah adalah sejahtera jasmani, rohani, dan sosial, bukan hanya bebas dari penyakit, cacat maupun kelemahan".¹ Hidup sehat dan kebugaran jasmani sangat erat kaitannya. Untuk menjaga tubuh tetap sehat dan bugar, maka diperlukan adanya latihan fisik. Latihan fisik diketahui dapat meningkatkan kebugaran fisik, selain itu juga dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas dari berbagai penyakit kronis.²

Saat ini, fakta yang diketahui adalah latihan fisik teratur memiliki efek positif pada fisik, hasil fisiologis, dan psikologis. Salah satu contoh olahraga adalah latihan aerobik.³ *American College of Sports Medicine* (ACSM) mendefinisikan latihan aerobik sebagai aktivitas apapun yang menggunakan otot besar, dapat dipertahankan terus-menerus dan bersifat ritmis. Sesuai dengan namanya, otot yang diaktifkan oleh jenis latihan ini mengandalkan metabolisme aerobik untuk mengekstraksi energi dalam bentuk *adenosine triphosphate* (ATP) dari asam amino, karbohidrat, dan asam lemak.⁴

Latihan aerobik yang teratur dapat memengaruhi peningkatan kapasitas fisik dengan meningkatkan efisiensi dari kardiovaskular, otot, pernapasan dan sistem saraf.³ Peran penting darah adalah untuk mempertahankan homeostasis jaringan internal tubuh.⁵ Saat latihan berat, eritrosit dapat rusak akibat laju darah. Sedangkan pada latihan intensitas sedang lebih memberi peluang penggantian eritrosit.⁶ Nilai-nilai hematologi dapat berubah selama dan setelah latihan, yang dapat bervariasi sesuai dengan jenis kelamin, usia, lingkungan atau nutrisi.⁷

Darah terdiri dari cairan intraseluler (plasma) yang memiliki peran utama mempertahankan homeostasis. Fungsi dasar dari eritrosit yang beredar adalah untuk memberikan O₂ dan nutrisi ke jaringan, serta mengeluarkan karbon dioksida dan produk limbah dari dalam tubuh ketika seseorang melakukan aktivitas fisik.⁷ Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ditemukan jumlah eritrosit yang menurun dan menetap setelah latihan. Pada penelitian Che Hung-Liu (2017) diberikan latihan 24 jam lari marathon, didapatkan hasil jumlah eritrosit menurun signifikan setelah latihan.⁸ Berdasarkan uraian di atas, *literature review* ini diharapkan dapat memberikan penjelasan tentang pengaruh latihan aerobik intensitas sedang terhadap jumlah eritrosit. Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik untuk mengetahui pengaruh latihan aerobik intensitas sedang terhadap jumlah eritrosit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Literature review ini akan mengulas tentang bagaimana pengaruh latihan aerobik intensitas sedang terhadap jumlah eritrosit. *Literature review* ini juga merangkum serta membandingkan artikel tentang perbandingan jumlah eritrosit setelah melakukan latihan aerobik intensitas sedang pada waktu durasi, frekuensi, intensitas, jenis latihan dan mekanismenya. Ada 20 artikel yang dibahas dalam penelitian ini yaitu pada tabel 1.

Tabel 1. Literatur terkait Pengaruh Latihan Aerobik Intensitas Sedang terhadap Jumlah Eritrosit

No	Penulis/ Tahun	Topik Penelitian	Subjek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Lombardi, G., <i>et.al</i> (2011) ⁹	<i>Effect of winter swimming on haematological parameters</i>	15 orang (13 pria dan 2 wanita) berusia 21-58 tahun diantara peserta “Cimento 2009”, sebuah pertunjukkan renang sepanjang 150 meter.	Kuasi eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest posttest design</i>	Hasil menunjukkan peningkatan jumlah eritrosit yang signifikan dengan diperoleh nilai rerata eritrosit pada <i>pre-winter swimming</i> (sebelum berenang di musim dingin) $4.935 (4.830-5.045) \times 10^{12}/L$ menjadi $5.060 4.910-5.200 \times 10^{12}/L$ pada <i>post-winter swimming</i> (setelah berenang di musim dingin).
2.	Mohamma dy, H.M., <i>et.al</i> (2017) ¹⁰	<i>Impact of moderate intensity aerobic exercise on chemotherapy-induced anemia in elderly women with breast cancer: A randomized controlled clinical trial</i>	30 pasien wanita dengan kanker payudara dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kontrol dan intervensi, Grup A menerima latihan aerobik dan Grup B yang tidak berlatih.	<i>A randomized controlled clinical trial</i>	Pada Grup A eritrosit mengalami peningkatan signifikan ($P < 0,001$). Eritrosit meningkat dari $4,24 \pm 0,37 \times 10^6/\mu L$ menjadi $4,49 \pm 0,42 \times 10^6/\mu L$. Sedangkan, pada Grup B mengalami penurunan yang signifikan ($P < 0,001$) pada eritrosit dari $4,30 \pm 0,317 \times 10^6/\mu$ menjadi $3,74 \pm 0,33 \times 10^6/\mu L$.
3.	Pourghard ash, F., <i>et.al</i> (2017) ¹¹	<i>Investigating the effect of regular aerobic activity on young females hematology</i>	30 mahasiswi berusia 18-25 tahun dibagi menjadi 2 kelompok yaitu: kelompok eksperimen latihan aerobik dan kelompok kontrol, masing-masing berisi 15 subjek.	Kuasi eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest dan posttest design</i>	Peningkatan jumlah eritrosit secara signifikan pada kelompok latihan aerobik. Diperoleh nilai rata-rata jumlah eritrosit kelompok latihan yakni dari $4,69 \pm 0,45 \times 10^6/\mu L$ menjadi $5,074 \pm 0,31 \times 10^6/\mu L$ sedangkan pada kelompok kontrol mengalami penurunan dari $4,57 \pm 0,41 \times 10^6/\mu L$ menjadi $4,53 \pm 0,45 \times 10^6/\mu L$.
4.	Atan, T., <i>et.al</i> (2015) ¹²	<i>The effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood parameters</i>	25 atlet putra berusia 22.43 ± 2.25 tahun; usia olahraga: $8,50 \pm 3,32$ tahun; dibagi menjadi 2 kelompok. Tes latihan aerobik (<i>shuttle run test</i> , $n=12$) dan tes latihan anaerobik (<i>running anaerobic sprint test</i> , $n=13$).	Eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest posttest design</i>	Pelatihan dilakukan selama 1 minggu, pada kedua kelompok latihan terjadi peningkatan rata-rata jumlah eritrosit pada 1 menit setelah latihan. Namun, setelah 60 menit rata-rata jumlah eritrosit mengalami penurunan.
5.	Ghahfarro	<i>Effect of acute aerobic</i>	40 pemain sepak bola berusia	Kuasi	Terjadi peningkatan yang signifikan segera setelah

No	Penulis/ Tahun	Topik Penelitian	Subjek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	khi, M.M., <i>et.al</i> (2019) ¹³	<i>exercise in different times of day on iron status and hematological factors in professional football players</i>	16 tahun dibagi menjadi 4 kelompok (n=10), yaitu: kelompok senam pagi, senam sore, senam pagi kontrol pagi, dan kontrol malam.	eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest posttest design</i>	latihan aerobik akut serta menunjukkan penurunan yang signifikan dalam eritrosit pada kelompok latihan pagi dan sore 24 dan 72 jam setelah latihan dibandingkan dengan kelompok kontrol.
6.	Jothi, K., <i>et.al</i> (2013) ¹⁴	<i>Effect of varied aerobic exercise on selected blood parameters among hockey players</i>	45 pemain hoki pria berusia 18-25 tahun. Subjek dibagi menjadi tiga kelompok yang sama, yaitu: eksperimen I (aerobik senam langkah), eksperimen II (aerobik senam dasar), dan kontrol.	Eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest dan posttest design</i>	<i>Pretest</i> diperoleh nilai rata-rata jumlah eritrosit kelompok aerobik senam langkah (4.32 g/dl), senam dasar (4.25 g/dl) dan kelompok kontrol (4.15 g/dl). Pada <i>posttest</i> diperoleh nilai rata-rata jumlah eritrosit kelompok aerobik senam langkah (5.17 g/dl), senam dasar (5.07 g/dl) dan kelompok kontrol (4.18 g/dl).
7.	Sazvar, A., <i>et.al.</i> (2013) ¹⁵	<i>The Effect of morning aerobic exercise on some hematological parameters in young, active males</i>	26 mahasiswa laki-laki berusia antara (19/23±1/07 tahun) dipilih secara <i>random sampling</i> dan dibagi menjadi dua kelompok: latihan (n=13) dan kontrol (n=13).	Kuasi eksperimental	Pada kelompok latihan diperoleh nilai rerata dan SD jumlah eritrosit dari 5728±301 juta/sel menjadi 5876±313 juta/sel. Pada kelompok kontrol juga terjadi peningkatan dari 5572±454 juta/sel menjadi 5680±411 juta/sel.
8.	Azarbayjani, M.A., <i>et.al</i> (2014) ¹⁶	<i>Acute hematological profile response to one session of aerobic and anaerobic exercise among young male kickboxers</i>	13 laki-laki atlet <i>kickboxer</i> berusia 18-24 tahun secara acak dipisahkan dalam 2 kelompok: kontrol dan kelompok eksperimen.	Eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest dan posttest design</i>	Terjadi peningkatan eritrosit dimana diperoleh nilai pada sampel yang diambil 5.71±0.71 x 10 ³ /mL (30 menit sebelum latihan) 5.57±0.56 x 10 ³ /mL (segera setelah latihan) 5.66±0.55 x 10 ³ /mL (45 menit setelah latihan) 5.69±0.64 x 10 ³ /mL (90 menit setelah latihan). Walaupun hasil ini tidak signifikan (p=0,51).
9.	Mukarromah, S.B., <i>et.al</i> (2010) ⁶	Pengaruh senam aerobik intensitas sedang terhadap kadar eritrosit dan hematokrit darah	30 orang mahasiswa putra berusia antara 19-20 tahun. Dibagi menjadi 2 kelompok kelompok 1 (kontrol, n=15) dan kelompok 2 (senam aerobik, n=15).	Eksperimental laboratorik, rancangan penelitian: <i>The randomized pretest-posttest control design</i>	Pada variabel eritrosit kelompok kontrol (Ko) jumlah eritrosit tidak mengalami perubahan. Pada kelompok eksperimen (KEks) bahwa senam aerobik yang diperlakukan pada mahasiswa memberikan dampak peningkatan yang signifikan secara statistik terhadap eritrosit darah.

No	Penulis/ Tahun	Topik Penelitian	Subjek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
10.	Shapoorabadi, Y.J., et al. (2016) ¹⁷	<i>Effects of aerobic exercise on hematologic indices of women with rheumatoid arthritis: A randomized clinical trial</i>	Pasien wanita rheumatoid arthritis berusia antara 18-70 tahun dibagi menjadi dua kelompok yaitu: terapi aerobik (n=16) dan hanya menerima terapi medis (kontrol, n=17).	<i>A randomized clinical trial</i> , rancangan penelitian: <i>pretest posttest design</i>	Terjadi adanya peningkatan jumlah eritrosit yang signifikan pada kelompok latihan (p<0,001). Namun, pada kelompok yang hanya diberi terapi (kontrol) tidak mengalami perubahan yang signifikan (p=0,581).
11.	Wahab, M.A., et al. (2018) ¹⁸	<i>Aerobic versus resistive training on selected hematological parameters in elderly</i>	40 orangtua berusia antara 65-75 tahun dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok A latihan aerobik (<i>treadmill</i>) dan kelompok dilakukan pelatihan resistif progresif.	Eksperimental	Terjadi peningkatan eritrosit pada kedua kelompok, namun hasil ini tidak signifikan (p <0,05). Rerata jumlah eritrosit kelompok latihan aerobik dari 4,72±0,41 x 10 ¹² /L menjadi 4,75±0,35 x 10 ¹² /L dan pada kelompok latihan resistif dari 4,66±0,31 x 10 ¹² /L menjadi 4,7±0,32 x 10 ¹² /L.
12.	Teleglow, A., et al. (2014) ¹⁹	<i>The influence of winter swimming on the rheological properties of blood</i>	12 perenang musim dingin pria berusia antara 30-35 tahun.	Eksperimental	Penurunan jumlah eritrosit dari <i>pre-winter swimming season</i> diperoleh nilai median 4,96 (4,41-5,68) 10 ⁶ /mm ³ menjadi 4,86 (4,23-5,84) 10 ⁶ /mm ³ pada <i>post-winter swimming season</i> . Hasil tidak signifikan.
13.	Mogharnasi et al. (2014) ²⁰	<i>Effects of endurance and circuit resistance trainings on lipid profile, heart rate, and hematological parameters in obese male students</i>	36 siswa laki-laki obesitas berusia antara 12-16 tahun dibagi menjadi 3 kelompok: <i>endurance exercise</i> , <i>resistance exercise</i> dan kontrol.	Eksperimental	Terjadi penurunan pada kelompok <i>endurance exercise</i> , dan terjadi peningkatan pada kelompok <i>resistance exercise</i> dan kelompok kontrol, namun hasil ini tidak signifikan (P>0,05).
14.	Cicèk, (2018) ⁷	<i>The effects of different exercise types on hematological parameters in sedentary women</i>	23 wanita sehat yang tidak aktif berolahraga dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok latihan aerobik (AE, n=10) dan latihan kekuatan (CE, n=13).	Eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest dan posttest design</i>	Terjadi penurunan eritrosit pada wanita yang tidak aktif berolahraga. Jumlah eritrosit kelompok aerobik dari 4,60±0,23 juta/uL menjadi 4,38±0,20 juta/uL dan latihan kekuatan dari 4,52±0,27 juta/uL menjadi 4,34±0,26 juta/uL.
15.	Che-Hung-Liu,	<i>The changes of red blood cell</i>	19 pelari pria yang berusia antara 38-54 tahun.	Eksperimental, rancangan	Jumlah eritrosit, menurun secara signifikan (p < 0.05) setelah lomba ultra-maraton 24 jam. Pada

No	Penulis/ Tahun	Topik Penelitian	Subjek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	<i>et.al</i> (2017) ⁸	<i>viscoelasticity and sports anemia in male 24-hr ultra-marathoners</i>		penelitian: <i>pretest</i> dan <i>posttest design</i>	<i>prerace</i> diperoleh nilai median jumlah eritrosit 4,66 x 10 ⁶ /μL menjadi 4,60 x 10 ⁶ /μL <i>postrace</i> .
16.	Ceylan H.I, <i>et.al</i> (2014) ²¹	<i>Examining of the effects of aerobic dance and step dance exercises on some hematological parameters and blood lipids</i>	32 mahasiswa berusia 18-22 tahun, dibagi menjadi dua kelompok yaitu tari aerobik (n=16, 10 laki-laki dan 6 perempuan), tari langkah (n=16, 12 perempuan dan 4 laki-laki).	Eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest</i> dan <i>posttest design</i>	Terjadi penurunan eritrosit secara signifikan, pada kelompok tari aerobik, mean jumlah eritrosit dari 5,10±52 juta/uL menjadi 5,09±48 juta/uL, dan terjadi peningkatan eritrosit pada kelompok tari langkah, mean jumlah eritrosit dari 4,80±46 juta/uL menjadi 4,93±50 juta/uL.
17.	Moosaviz ademonir (2011) ⁵	<i>Effect of one period of training on hemoglobin, hematocrit and RBC of athlete girls</i>	13 atlet dari mahasiswa perempuan berusia 18-22 tahun dipilih secara tidak acak.	Kuasi eksperimental	Setelah melakukan latihan aerobik 2 kali seminggu selama 8 minggu, setiap sesi berlari 40 menit dengan intensitas denyut jantung maksimal (HRmax) 60-65% terjadi penurunan jumlah eritrosit yang signifikan, hasil nilai <i>T value</i> eritrosit 2/710 x 10 ¹² /L (p<0,05).
18.	Alam <i>et al.</i> (2014) ²²	<i>Effect of physical exercise on some hematological parameters in female athletes in Bangladesh</i>	105 mahasiswi berusia 15-25 tahun. 35 wanita non-atlet yang tampak sehat diambil sebagai kontrol (Grup-A) dan 70 atlet wanita sebagai kelompok studi (Grup-B). Grup-B dibagi lagi menjadi B1: Pelari dan B2: Pesepeda.	Studi observasi <i>cross-sectional</i>	Dalam penelitian rata-rata eritrosit secara signifikan lebih rendah diantara pelari dan pesepeda selama pelatihan 2 bulan daripada kelompok kontrol. Rerata jumlah eritrosit grup-A 4,25±0,39 juta/uL grup-B1 3,52±0,50 juta/uL dan grup-B2 3,91±0,29 juta/uL.
19.	Das, P., <i>et.al</i> (2015) ²³	<i>Aerobic capacity and hematological response to exercise: A study on school-going regularly exercising boys in two different air pollution zones</i>	40 anak laki-laki bersekolah yang terlatih berusia 14-16 tahun. Penelitian dilakukan pada dua tempat dengan konsentrasi pencemaran udara dipilih yang rendah dan tinggi.	Kuasi eksperimental	Perbandingan antara daerah dengan tingkat pencemaran udara tinggi dan tingkat pencemaran udara rendah diperoleh nilai rerata jumlah eritrosit lebih rendah secara signifikan. Rerata jumlah eritrosit di kota Tollygunge (polusi tinggi) 4,29±0,50 juta/mm ³ dan di kota Sonarpur (polusi rendah) 5,01±0,53 juta/mm ³ .

No	Penulis/ Tahun	Topik Penelitian	Subjek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
20.	Hemati, Z., et.al (2014) ²⁴	<i>The effects of aerobic exercise on middle-aged male smokers & non-smokers with serum hematologic in Bushehr</i>	30 subjek berusia antara (32-48 tahun) dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu 15 pria perokok paruh baya dan 15 non-perokok non-atletik.	Kuasi eksperimental, rancangan penelitian: <i>pretest</i> dan <i>posttest design</i>	Terjadi penurunan jumlah eritrosit setelah diberikan latihan aerobik pada kedua kelompok. Pada kelompok perokok rata-rata jumlah eritrosit dari 5.5917 juta/sel (<i>pretest</i>) menjadi 5.3317 juta/sel (<i>posttest</i>) dan pada kelompok non-perokok rata-rata jumlah eritrosit dari 5.2369 juta/sel (<i>pretest</i>) menjadi 5.1962 juta/sel (<i>posttest</i>).

Berdasarkan 20 artikel pada *literature review* tersebut, ditemukan hasil 11 artikel menunjukkan peningkatan eritrosit (6 signifikan dan 5 tidak signifikan), dan 9 artikel terjadi penurunan (7 signifikan dan 2 tidak signifikan).

Pada penelitian Lombardi, G., *et.al* (2011)⁹, Mohammady H.M., *et.al* (2017)¹⁰, Pougadash, F., *et.al* (2017)¹¹, Atan, T., *et.al* (2015)¹², Ghahffarokhi, M.M., *et.al* (2019)¹³, dan Jothi, K., *et.al* (2013)¹⁴ melaporkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada jumlah eritrosit setelah latihan aerobik intensitas sedang.

Berbagai macam penyebab peningkatan tersebut yaitu: berenang di air dingin menyebabkan variasi komposisi fraksi sel darah.⁹ Perbedaan suhu memengaruhi proses eritropoesis, ketika malam suhu turun dan lebih dingin sehingga menyebabkan penurunan eritrosit dibandingkan pagi hari.¹² Pada penderita kanker payudara peningkatan transportasi oksigen dan kapasitas oksidatif jaringan setelah latihan aerobik intensitas sedang disebabkan oleh peningkatan volume darah. Hal tersebut dikarenakan meningkatnya volume plasma dan massa eritrosit, meningkatkan deformabilitas eritrosit dan menurunkan viskositas darah yang memungkinkan pasien dapat mempertahankan kapasitas aerobiknya selama kemoterapi.¹⁰ Latihan aerobik meningkatkan sirkulasi darah dan kebutuhan otot untuk oksigen, sehingga konsumsi oksigen di otot 100 kali lipat dari waktu istirahat. Selain itu, pendorong utama produksi eritropoietin adalah jumlah oksigen yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan metabolisme jaringan tubuh dimana merupakan salah satu penyebab meningkatnya kebutuhan oksigen jaringan tubuh pada latihan aerobik. Berkaitan dengan hal tersebut, maka terjadinya kondisi hipoksia saat berolahraga dan adaptasi akibat olahraga yang intens menyebabkan peningkatan hormon eritropoietin dalam jumlah kecil dari ginjal dan hati. Maka dari itu,

olahraga teratur telah menyebabkan peningkatan hormon eritropoietin, meningkatkan aliran darah, dan akhirnya meningkatkan eritrosit.^{11,14} Peningkatan eritrosit ini, juga bergantung pada kehilangan plasma yang disebabkan oleh olahraga.¹²

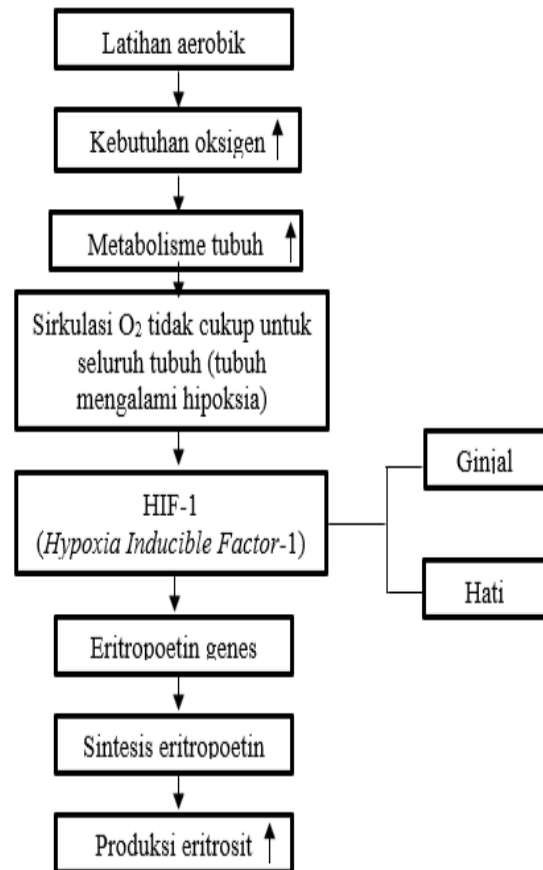
Sementara pada penelitian Sazvar, A., *et. al* (2013)¹⁵, Azarbayjani, M.A., *et. al* (2014)¹⁶, Mukarromah, S.B., *et. al* (2010)⁶, Shapoorabadi, Y.J., *et. al* (2016)¹⁷, Wahab, M.A., *et. al* (2018)¹⁸ menemukan peningkatan jumlah eritrosit setelah latihan aerobik intensitas sedang. Namun, hasil tersebut tidak signifikan. Peningkatan ini terjadi karena volume eritrosit dari hasil peningkatan volume seluruh darah. Namun, kenaikan ini tidak stabil dan permanen, terjadi akibat pembentukan sel cadangan dari dinding vena atau limpa bukan dari produksi sel nyata.¹⁵ Selain itu, peningkatan eritrosit juga disebabkan oleh besarnya oksigen otot dalam latihan dapat menyebabkan tekanan oksigen darah arteri menjadi menurun tajam selama latihan, tekanan karbon dioksida dalam darah vena meningkat jauh di atas normal, sehingga ikatan eritrosit-O₂ cenderung lebih melemah dibandingkan ikatan eritrosit-CO₂, dan sebagai *balancing* atas rusaknya eritrosit akibat laju darah saat latihan berat, maka pada latihan intensitas sedang lebih memberi peluang penggantian eritrosit.⁶ Selama latihan, kebutuhan oksigen dan produksi karbon dioksida meningkat sehingga kebutuhan eritrosit menjadi lebih banyak, kemudian konsumsi oksigen dengan menghasilkan peningkatan anion superoksida. Respons tubuh yaitu dengan meningkatkan jumlah eritrosit.¹⁷

Berbeda dari hasil penelitian yang sudah dipaparkan, pada penelitian Teleglow, A., *et.al* (2014)¹⁹, Mogharnasi, M., *et al.* (2014)²⁰ menyatakan bahwa penurunan jumlah eritrosit setelah latihan aerobik intensitas sedang. Namun, hasil tersebut tidak signifikan. Penurunan ini disebabkan sifat elastis dari eritrosit lebih

buruk ketika mengalami dehidrasi akibat peningkatan tekanan onkotik intravaskular koloid. Ketika deformabilitas menurun, kandungan air dalam eritrosit diatur secara osmotik, terutama oleh K⁺ intraseluler dan Na⁺ ekstraseluler. Demikianlah lolosnya K⁺ menginduksi hilangnya air dan peningkatan viskositas intraseluler. Juga beban oksigen yang berlebihan (stress oksidatif) dapat direfleksikan dengan penurunan deformabilitas eritrosit.¹⁹

Adapun pada penelitian Cicèk, G., (2018)⁷, Che-Hung-Liu *et.al* (2017)⁸, Ceylan H.I., *et.al* (2014)²¹, Moosavizademonir (2011)⁵, Alam, T., *et al.* (2014)²², Das P., *et.al* (2015)²³ Hemati, Z., *et.al* (2014)²⁴ menyebutkan bahwa terjadi penurunan jumlah eritrosit setelah latihan aerobik intensitas sedang. Penurunan ini terjadi akibat peningkatan kebutuhan penerahan tenaga otot yang pada gilirannya meningkatkan viskositas darah, menurun deformabilitas dan meningkatkan suhu tubuh. Penyebab lain dari anemia terkait olahraga adalah asupan protein yang tidak adekuat dan defisiensi zat besi.⁷ Anemia olahraga tidak hanya melalui hemolisis tetapi juga oleh kerusakan oksidatif eritrosit, dalam keadaan normal eritrosit berusia rata-rata 120 hari, penyusunan kembali terjadi 1% setiap harinya. Latihan aerobik menyebabkan kecepatan pemulihan meningkat yang bermanfaat untuk atletik karena eritrosit muda membawa oksigen yang lebih efisien daripada eritrosit tua.²⁴ Terdapat hubungan yang mendasari antara anemia akibat olahraga, viskositas dan elastisitas eritrosit. Perubahan sifat viskoelastik di eritrosit dapat menyebabkan peningkatan hemolisis. Perubahan sifat viskoelastik di eritrosit telah terjadi terkait dengan kerentanan terhadap stress dan memperpendek rentang hidup eritrosit.⁸ Penurunan mungkin juga dikaitkan dengan malnutrisi.²¹ Selain itu, penurunan eritrosit dapat disebabkan oleh dua faktor: 1-penurunan produksi eritrosit karena tidak ada pembuat eritrosit. 2-

Penghancuran eritrosit akibat guncangan mekanis berjalan kaki dan kerusakan eritrosit tua.⁵ Penyebab lain dari penurunan jumlah eritrosit adalah latihan yang diinduksi hemodilusi atau ekspansi plasma.²² Nilai eritrosit yang jauh lebih rendah setelah latihan di tempat berpolusi tinggi, mungkin karena sedikit peningkatan volume darah saat terpapar polutan udara yang lebih tinggi.²³



Gambar 1. Mekanisme Peningkatan Eritrosit²⁷

Berdasarkan pedoman ACSM menyebutkan bahwa frekuensi latihan aerobik dianjurkan pada 3-5 hari seminggu pada orang dewasa, dengan frekuensi yang bervariasi tergantung intensitas latihan.²⁵ Berolahraga 1-2 kali/minggu tidak dianjurkan umumnya pada orang dewasa karena risiko cedera muskuloskeletal dan kejadian buruk kardiovaskular lebih tinggi pada individu yang tidak aktif latihan fisik secara teratur dan terlibat dalam latihan fisik yang tidak biasa.²⁶ Rekomendasi

frekuensi latihan aerobik intensitas sedang dilakukan minimal 5 hari seminggu dianjurkan bagi orang dewasa untuk memperoleh dan mempertahankan manfaat kesehatan.²⁵

Rekomendasi intensitas latihan berdasarkan ACSM pada latihan aerobik intensitas sedang ($40\% \leq 60\%$ dari cadangan detak jantung/ *heart rate reserve* [HRR]) dan untuk durasi latihan sebagai ukuran jumlah waktu latihan fisik yang dilakukan (yaitu berupa: sesi, hari, dan minggu). Durasi latihan aerobik yang dianjurkan pada orang dewasa dengan intensitas sedang 30-60 menit/hari (≥ 150 menit/minggu).²⁵

PENUTUP

Berdasarkan *literature review* ini, dapat disimpulkan bahwa latihan aerobik dapat meningkatkan sirkulasi darah dan meningkatkan kebutuhan otot untuk oksigen, sehingga konsumsi oksigen di otot 100 kali lipat dari waktu istirahat, sehingga menjadi peningkatan kebutuhan oksigen jaringan tubuh. Berkaitan dengan hal tersebut, maka terjadinya kondisi hipoksia saat berolahraga dan adaptasi akibat olahraga yang intens menyebabkan peningkatan hormon eritropoetin dalam jumlah kecil dari ginjal dan hati.^{11,14} Penurunan jumlah eritrosit pada latihan aerobik dapat terjadi akibat anemia terkait olahraga, stress oksidatif, malnutrisi, guncangan mekanis berjalan kaki dan kerusakan eritrosit tua.^{5,7,19,21}

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh latihan aerobik intensitas sedang terhadap jumlah eritrosit dikarenakan terdapat perbedaan antara hasil artikel-artikel yang digunakan dalam *literature review* ini sehingga mampu untuk menguatkan hipotesis-hipotesis yang diajukan tiap peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wahyuni, A.R., Arsyad, A., Firdaus, H. Pengaruh latihan fisik aerobik dan anaerobic terhadap komponen darah perifer pada mencit jantan. *JST Kesehatan*. 2016;6(4):388 – 392.
2. Angane, E.Y., Navare, A.A. Effect of aerobic exercise on pulmonary function test in healthy adults. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2016;4(6):2320-6012.
3. Koç, H., Ozen, G., Abanoz, H., Pulur, A. Comparative analysis of hematological parameters in well-trained athletes and untrained men. *Pedagogics Physiology*. 2018;22(5):2664-9837.
4. Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R. et al. Aerobic vs anaerobic exercise training effect on the cardiovascular system. *World Journal Cardiol*. 2017;9(2):134-138.
5. Moosavizademonir. Effect of one period of training on hemoglobin, hematocrit and RBC of athlete girls. *Annals of Biological Research*. 2011;2(6):642-644.
6. Mukarromah, S.B. Pengaruh senam aerobik intensitas sedang terhadap kadar eritrosit dan hematokrit darah. [Proceeding Seminar Nasional Universitas Negeri Semarang]. Semarang: Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Negeri Semarang; 2010.
7. Çiçek, G. The effects of different exercise types on hematological parameters in sedentary women. *Journal of Education and Training Studies*. 2018;6(8):96-101.
8. Liu, C.H., Tseng, Y.F., Lai, J.I., et al. The changes of red blood cell viscoelasticity and sports anemia in male 24-hr ultra-marathoners. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2018;81:475-481.

9. Lombardi, G., Ricci, C., Banfi, G. Effect of winter swimming on haematological parameters. *Biochemia Medica*. 2011;21(1):71-8.
10. Mohamady, H.M, Elsis, H.F, Aneis, Y.M. Impact of moderate intensity aerobic exercise on chemotherapy-induced anemia in elderly women with breast cancer: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Advanced Research*. 2017;8: 7-12.
11. Pourghardash, F., Nikseresht, A. Investigating the effect of regular aerobic activity on young females hematology. 2017. *The IIOABJ journal*; 8(1): 39-45.
12. Atan, T., Alacam, H. The Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Parameters. *Anthropologist*. 2015;19(1): 87-93.
13. Ghahfarrokhi, M.M., Habibi A., Nasab, H.R. Effect of acute aerobic exercise in different times of day on iron status and hematological factors in professional football players. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2019; 21:(3).
14. Jothi, K., Rajavel, T., Chandraleka, K. Effect of Varied Aerobic Exercise on Selected Blood Parameters among Hockey Players. *Online International Interdisciplinary Research Journal*. 2013; 3(4).
15. Sazvar, A., Mohammadi, M., Nazem, F., Farahpour, N. The effect of morning aerobic exercise on some hematological parameters in young, active males. *Iranian Journal of Health and Physical Activity* 2013; 4(1): 23-28.
16. Azarbayjani, M.A., Fathi, R., Dalooi, A.A., Abdi, A., Fatolah, H. Acute hematological profile response to one session of aerobic and anaerobic exercise among young male kickboxers. *Turk J Phys Med Rehab*. 2014;60:92-7.
17. Shapoorabadi, Y.J., Vahdatpour, B., Salehi, M., Ramezani, H. Effect of aerobic exercise on hematologic indices of women with rheumatoid arthritis: a randomized clinical trial. *Journal of Research on Medical Science*. 2016;21(9):1-6.
18. Wahab, Mona Ahmed M.A.E., Eldin Hala M.E., Hagag, A. A.M., Fouad, S.A.E. Aerobic versus resistive training on selected hematological parameters in elderly. *Innovative Scientific Information & Services Network*. 2018; 15(2): 708-715.
19. Teleglow, A., Dabrowski, Z., Marchewka, A., Tyka, A., et.al. The influence of winter swimming on the rheological properties of blood. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2014;57:119-127.
20. Mogharnasi, M., Eslami, R., Behnam, B. Effects of Endurance and Circuit Resistance Trainings on Lipid Profile, Heart Rate, and Hematological Parameters in Obese Male Students. *Annals of Applied Sport Science*. 2014; 2(4): 11-22.
21. Ceylan, H.I., İrez, G.B., Saygın, Ö. Examining of the effects of aerobic dance and step dance exercises on some hematological parameters and blood lipids. *International Journal of Human Sciences*. 2014;11(2), 980-991.
22. Alam, T., Rahman, S.M.J., et al. Effect of Physical Exercise on some Hematological Parameters in Female Athletes in Bangladesh. *J Nepal Med Assoc*. 2014;52(195):892-96.
23. Das, P., Chatterjee, P., Aerobic capacity and hematological response to exercise: A study on school-going regularly exercising boys in two different air pollution zones. *Journal of Exercise Science and Fitness* 13. 2015; 99-103.

24. Hemati, Z., Janbozorgi, M., Samadiyan, A., Soleymani, M., The effects of aerobic exercise on middle-aged male smokers & non-smokers with serum hematologic in Bushehr. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2014; 3(1):119-123.
25. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription. 9th Edition*. Philadelphia: LWW; 2014.
26. Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., et al. American College of Sports Medicine Position Stand. The quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59.
27. Yunus, M. Pengaruh latihan interval terhadap kenaikan jumlah sel eritrosit dan VO₂maks. *ResearchGate*. 2017;8(1):79-89.