



## **Hubungan Latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) dengan Peningkatan Kadar Leukosit pada Atlet Lari Jarak Jauh PASI Kota Malang**

Ahmad Alfian Rosma<sup>1</sup>, Rias Gesang Kinanti<sup>2</sup>, Nanang Tri Wahyudi<sup>3</sup>

Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang, Ilmu Keolahragaan

[Amd.mad2000@gmail.com](mailto:Amd.mad2000@gmail.com)<sup>1</sup>, [rias.gesang.fik@um.ac.id](mailto:rias.gesang.fik@um.ac.id)<sup>2</sup>, [nanang.wahyudi.fik@um.ac.id](mailto:nanang.wahyudi.fik@um.ac.id)<sup>3</sup>

### **Abstrak**

Latihan fisik intensitas tinggi dapat meningkatkan tingkat inflamasi dalam tubuh yang ditandai dengan keluarnya *reactive oxygen species* (ROS) dalam tubuh yang dapat memicu meningkatnya kadar leukosit. Penelitian bertujuan melihat hubungan antara latihan *high intensity interval training* (HIIT) dengan peningkatan kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *pre experiment* dengan desain penelitian *one group pretest posttest design*. Metode latihan HIIT subjek diberi instruksi melakukan lari interval dengan rasio 1:1 dengan pembagian 2 menit lari cepat dan 2 menit berjalan dilakukan sebanyak 10 kali. Saat latihan subjek dipantau intensitasnya menggunakan skala borg dengan tetap dipertahankan pada skala 7-10. Sebelum dan sesudah diberi latihan subjek diambil darahnya melalui pembuluh darah vena pada bagian cubiti sebanyak 10  $\mu$ l. Setelah dilakukan pengambilan sampel darah, sampel diteliti di laboratorium patologi klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Hasil penelitian diperoleh rata-rata kadar leukosit sebelum latihan adalah sebanyak 5,375 ( $SD \pm 0,5970$ ) dan kadar leukosit setelah latihan adalah 6,687 ( $SD \pm 1,6496$ ). Uji hipotesis menggunakan *Paired Sample T-test* dengan nilai sig. (2-Tailed) 0,085 ( $p > 0,05$ ). Kesimpulan pada penelitian ini adalah kadar leukosit sebelum dan sesudah latihan terdapat pengaruh yang tidak signifikan.

**Kata kunci:** leukosit, latihan, intensitas.

### **Abstract**

*High-intensity physical exercise can increase the extent of infection in body which is characterized by the release of reactive oxygen species (ROS) in the body which can trigger an increase in leukocyte levels. Aim of this study was to examine the relationship between high intensity interval training (HIIT) and increased leukocyte levels in long-distance runners. Method in this research is a pre-experimental method with a one group pretest posttest research design. HIIT training method subjects were given instructions to do interval running in a 1:1 ratio with division of 2 minutes sprinting and 2 minutes walking done 10 times. When exercising the subject's intensity was monitored using a borg scale while maintaining it on a scale of 7-10. Before and after being given exercise, 10  $\mu$ l of blood was taken from vein in cubital area. Samples were examined in clinical pathology laboratory, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Results showed average leukocyte level before exercise was 5.375 ( $SD \pm 0.5970$ ) and leukocyte level after exercise was 6.687 ( $SD \pm 1.6496$ ). Hypothesis test using the Paired Sample T-test with a sig. (2-Tailed) 0.085 ( $p > 0.05$ ). Conclusion on this observe became that leukocyte levels before and after exercise had an insignificant effect.*

**Keywords:** leukocytes, exercise, intensity.

## PENDAHULUAN

Leukosit adalah salah satu sel dalam tubuh yang memberikan perlindungan dari kerusakan. Peningkatan sel darah putih dipengaruhi salah satunya yaitu latihan intensitas tinggi (>80% HR max). Menurut Neves et al (2015) latihan yang dilakukan dengan intensitas yang tinggi dapat mempengaruhi jumlah kadar leukosit dalam darah dibandingkan dengan latihan intensitas rendah. Menurut Dorneles et al (2016) Latihan HIIE (High Intensity Interval Exercise) pada individu obesitas selama 30 menit terbukti meningkatkan sel leukosit secara signifikan. Hal tersebut disebabkan proses latihan dapat merangsang sistem saraf simpatik dalam tubuh dengan melepaskan hormon adrenalin dan norepinefrin yang dapat meningkatkan tekanan darah lalu menyebabkan peningkatan sel leukosit dalam darah (Pedersen, 2000). Latihan adalah bentuk aktivitas fisik yang terprogram untuk mencapai suatu tujuan. Menurut Harsono (2018) latihan dapat diartikan adalah gerak tubuh yang dilakukan secara berulang dengan prinsip yang selalu bertambah intensitas, volume, beban serta frekuensinya setiap harinya. Dalam pelaksanaannya latihan dibagi menjadi tiga menurut intensitasnya, yaitu latihan intensitas rendah, latihan intensitas sedang dan latihan intensitas tinggi. Penentuan intensitas dapat dilakukan dengan cara perhitungan denyut nadi pada saat latihan serta penentuan objektif menggunakan skala borg atau *Borg Scale*. Namun sebelum menentukan intensitas latihan, terlebih dahulu adalah menentukan intensitas maksimalnya. Intensitas maksimal dapat ditentukan melalui perhitungan rumus 220-usia.

Latihan intensitas tinggi atau *High Intensity Training* adalah latihan yang dilakukan dengan intensitas dengan rentang antara 85-95% HR Max atau 7-10 jika menggunakan skala borg. Pada hakikatnya latihan yang dilakukan dengan metode baik, benar, terukur dan terstruktur dapat memberikan manfaat yang baik bagi tubuh. Hal ini sesuai dengan rekomendasi dari Kemenkes RI (2018) bahwa latihan harus sesuai dengan anjuran Baik, Benar, Terukur dan Terstruktur (BBTT) yaitu latihan yang baik adalah latihan yang disesuaikan dengan kemampuan individu dan benar dalam melakukan tahapan latihan fisik serta terukur dalam pemberian intensitas dan waktu latihannya dan yang paling terpenting adalah teratur dalam melakukan. Latihan fisik yang dilakukan sesuai anjuran akan dapat bermanfaat bagi tubuh mulai dari dapat meningkatkan hormon *endorphin*, hormon pertumbuhan atau *growth hormone* yang bermanfaat bagi perkembangan fisik seseorang. Menurut Kanca (2006) latihan teratur dapat meningkatkan hormon pertumbuhan,

*endorphin, progesteron, testosteron* serta dapat menurunkan hormon insulin.

Salah satu macam latihan intensitas tinggi adalah *High Intensity Interval Training* (HIIT). HIIT sesuai dengan definisinya yaitu suatu metode latihan yang mengkombinasikan dengan kerja dan istirahat dengan interval waktu yang singkat (Laursen and Buchheit 2019). Latihan HIIT seringkali dimasukkan dalam program latihan atlet terutama pada atlet lari jarak jauh. Menurut Tabata (2019) latihan tabata adalah latihan interval yang mengkombinasikan latihan dan istirahat dalam waktu yang singkat dengan set yang banyak. Hal ini dikarenakan latihan tabata yang diberikan kepada atlet lari jarak jauh dapat meningkatkan kemampuan daya tahan aerobik pada atlet yang merupakan energi dominan dalam cabang olahraga lari jarak jauh. Menurut Herlan (2020) latihan HIIT dengan model tabata terbukti dapat meningkatkan kemampuan *endurance* pada atlet lari jarak jauh. Selain model tabata latihan HIIT juga dapat diaplikasikan dengan menggunakan lari interval. Lari interval adalah lari yang dilakukan dengan mengkombinasikan intensitas lari dan istirahat yang singkat dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan daya tahan aerobik. Lari interval terbukti signifikan meningkatkan kemampuan aerobik pada atlet lari jarak jauh. *Interval training* atau latihan interval seringkali digunakan pelatih untuk meningkatkan kemampuan atletnya. Menurut Adi Putra (2013) lari interval dengan rasio 1:1 berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan pada siswa kelas sepuluh SMK Negeri 3 Singaraja. Salah satu prinsip dalam olahraga yang sangat penting yaitu prinsip *recovery* atau prinsip kembali ke asal. Prinsip *recovery* adalah proses mengembalikan kondisi tubuh sebelum pertandingan. *Recovery* bisa dilaksanakan melalui beberapa langkah, antara lain adalah pemberian sesi istirahat pada saat latihan 90-120 detik serta *recovery* pasca latihan yaitu berendam air es, mandi dengan air hangat, massage dan lain sebagainya (Aprilia, Kristiyanto, and Doewes 2018). Beban fisik dan mental yang terkadang terlampaui berat dikarenakan target seorang atlet harus dapat dicapai seringkali menjadikan atlet tidak memperhatikan prinsip *recovery* dalam programnya.

Dari penjelasan beberapa referensi diatas yang menyatakan bahwa latihan HIIT dapat berpengaruh peningkatan terhadap kadar leukosit di dalam tubuh atlet lari jarak jauh. Maka dari itu peneliti tertarik untuk mengambil sampel atlet lari jarak jauh. Pada saat ini atlet lari jarak jauh juga sedang dalam masa pembinaan oleh PASI Kota Malang sebagai persiapan lomba tingkat provinsi yaitu Pekan Olahraga Provinsi (PORPROV) VII Jawa Timur yang bertempat di Kab. Lumajang, kab. Jember, kab. Bondowoso, dan kab.

Situbondo. Dimana seluruh atlet ditargetkan untuk meraih emas pada ajang tersebut. Sesuai dengan latar belakang yang dipaparkan oleh peneliti. Maka dalam hal ini peneliti memiliki konsep untuk melakukan penelitian yang terkait pengaruh latihan intensitas tinggi terhadap kadar leukosit dengan judul “Hubungan Latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) Dengan Peningkatan Kadar Leukosit Pada Atlet Lari Jarak Jauh Pasi Kota Malang

## **METODE**

Metode yang dipakai sebagai pendukung pada penelitian ini adalah menggunakan metode penelitian eksperimen, dengan proses memperhatikan keterkaitan antara sebab dan akibat antara variabel bebas dan variabel terikat dengan cara memberikan satu perlakuan atau lebih kepada subjek yang diteliti (Budiwanto, Setyo 2017). Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian semu atau *pre-experiment*. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain *one group pretest posttest*. Jenis penelitian *one group pretest posttest* merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan kepada satu kelompok dengan dipilih secara acak serta tidak dilakukan tes kestabilan dan kejelasan keadaan kelompok sebelum dilakukan perlakuan (Adiputra et al. 2021). Teknik pengambilan sampel untuk penelitian ini menggunakan teknik sampling purposif adalah salah satu cara penentuan sampel secara spesifik dengan kriteria yang sudah ditentukan.

Metode latihan HIIT dalam penelitian adalah menggunakan lari interval dengan rasio kerja dan istirahat 1:1 dengan rincian subjek diinstruksikan untuk lari cepat selama 2 menit dan berjalan selama 2 menit sebanyak 10 repetisi. Pengambilan sampel darah dilakukan sebelum dan sesudah latihan melalui pembuluh darah vena pada bagian cubiti sebanyak 10  $\mu$ l. Setelah dilakukan pengambilan darah, sampel langsung diantar ke laboratorium patologi klinik fakultas kedokteran universitas brawijaya. Hasil uji laboratorium dianalisis deskriptif untuk menguji sebaran data yang dihasilkan, lalu dilanjutkan dengan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai prasyarat melakukan uji hipotesis bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen. Dalam uji normalitas dan homogenitas ini menggunakan uji *Shapiro-wilk* dan *Levene test*. Setelah data berdistribusi normal dan homogen maka dilanjutkan uji hipotesis menggunakan *paired sample T-test*.

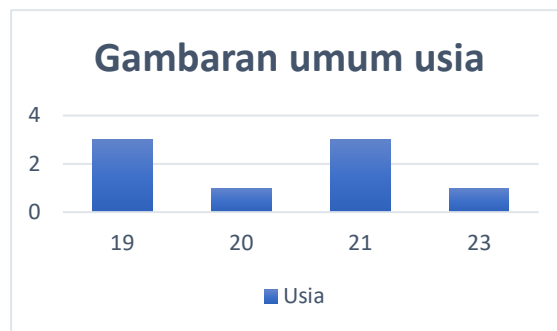
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil data laboratorium yang sudah tersedia, lebih lanjut segera dilaksanakan uji statistik dengan uji deskriptif. Yang berguna untuk melihat sebaran datanya. Pada uji deskriptif karakteristik subjek dihasilkan bahwa sampel rata-rata berusia 20,37 tahun ( $SD \pm$

1,40 ) dan dengan indeks massa tubuh rata-rata 21,27 (SD ± 2,30). Dengan rincian 3 pria berumur 19 tahun, 1 pria 20 tahun, 3 pria berumur 21 tahun, dan 1 pria berumur 23 tahun.

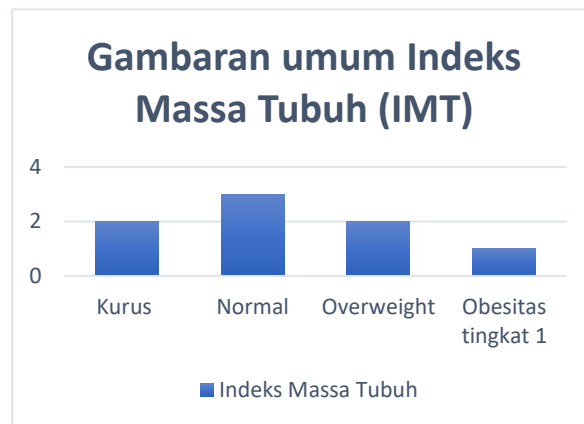
Tabel 1. Rata-rata usia dan IMT

No	Tabel rata-rata usia dan IMT	
	IMT	Usia
1.	21,27 ± SD 2,30	20,37 ± SD 1,40



Gambar 1. Gambaran umum usia subjek

Sedangkan untuk gambaran IMT (indeks massa tubuh) adalah sebagai berikut :



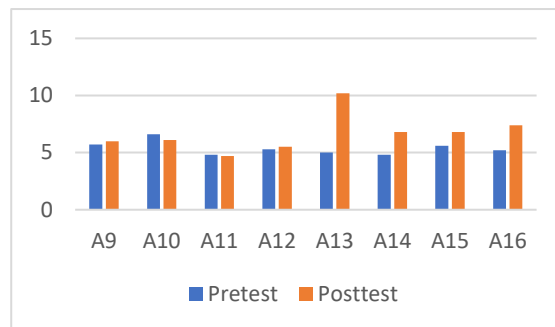
Gambar 2. Gambaran umum Indeks massa tubuh (IMT)

Untuk karakteristik indeks massa tubuh subjek dihasilkan sebanyak 2 atlet lari jarak jauh dikategorikan dalam kategori kurus (<18.50). 3 orang dikatakan normal (18.50-24.99), 2 orang dikatakan overweight (>25.00) dan 1 orang dikatakan obesitas tingkat 1 (>30.00). Perolehan hasil uji laboratorium sampel darah subjek sebelum dan sesudah diberi latihan HIIT tersaji dalam tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Uji laboratorium

No	Kode	Pretest	Posttest
1	A9	5,7	6
2	A10	6,6	6,1
3	A11	4,8	4,7
4	A12	5,3	5,5
5	A13	5	10,2
6	A14	4,8	6,8
7	A15	5,6	6,8
8	A16	5,2	7,4

Hasil uji laboratorium kadar leukosit atlet lari jarak jauh memiliki nilai minimal 4,8 dan maksimal 6,6 pada uji sebelum latihannya dengan rerata 5,375 ( $SD \pm 0,5970$ ). Serta untuk hasil setelah latihannya menyatakan nilai minimal 4,7 dan nilai maksimal sebesar 10,2 dengan rerata 6,687 ( $SD \pm 1,6496$ ). Gambaran umum kadar leukosit atlet lari jarak jauh tersaji pada grafik berikut :



Gambar 3. Grafik gambaran kadar leukosit

Setelah diketahui hasil dari uji laboratorium selanjutnya adalah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas bertujuan memperhatikan data berdistribusi normal dan homogen. Uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan untuk memenuhi prosedur sebelum melakukan uji hipotesis dengan *Paired sample T-test*. Hasil uji normalitas dibantu menggunakan aplikasi *social package for social science (SPSS) 25* akan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3. Uji normalitas

Uji shapiro wilk			
	Statistik	df	Nilai signifikan
Pretest	0,883	8	0,202
Posttest	0,886	8	0,215

Pada uji normalitas penelitian ini menggunakan uji shapiro wilk dikarenakan jumlah sampel kurang dari 30 orang. Dalam uji shapiro wilk data dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansi lebih dari 0,05 ( $p > 0,05$ ). Dalam penelitian ini nilai signifikan sebelum latihan sebesar 0,202 dan setelah latihan 0,215. Nilai signifikan lebih dari 0,05 ( $p > 0,05$ ) maka dapat dikatakan data berdistribusi normal. Dalam uji homogenitas penelitian ini menggunakan *levene test* dengan dibantu software SPSS 25. Hasil uji homogenitas akan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. Uji Homogenitas

		<i>Levene test</i>			
		<i>Levene statistic</i>	df1	df2	Sig.
<i>Pretest</i>	<i>Based on mean</i>	2,488	1	14	0,137

Pada uji homogenitas, sebuah data dapat dianggap homogen atau sama jika angka perolehan signifikansi lebih dari 0,05 ( $p > 0,05$ ). Pada penelitian ini nilai signifikansi menginterpretasikan angka sebesar 0,137. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ( $0,137 > 0,05$ ) maka dapat dikatakan data yang digunakan homogen. Setelah dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas yang menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen uji analisis dilanjutkan dengan uji hipotesis menggunakan uji T berpasangan. Uji hipotesis dalam penelitian ini dibantu menggunakan software SPSS 25. Hasil dari uji hipotesis ini akan disajikan menggunakan tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Uji T berpasangan

		Uji T berpasangan				
		Mean	SD	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair-1	Pretest-Posttest	1,3125	0,6537	-2,008	7	0,085

Dalam analisis *paired sample T-test*, hipotesis yang diuji adalah  $H_0$ . Jika nilai signifikan ( Sig. 2 tailed) lebih dari 0,05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Dalam penelitian ini bermakna bahwa latihan HIIT tidak berpengaruh terhadap kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh. Dan jika nilai signifikan (sig. 2 tailed) kurang dari 0,05 maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dalam penelitian ini bermakna bahwa latihan HIIT berpengaruh terhadap kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh. Pada penelitian ini nilai signifikansi (Sig, 2-tailed) bernilai 0,085 lebih besar dari 0,05 ( $0,085 > 0,05$ ) maka dapat diartikan bahwa latihan HIIT pada atlet lari jarak jauh tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar leukosit.

Penelitian yang dilaksanakan kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap kadar leukosit pada subjek atlet lari jarak jauh. Populasi pada penelitian ini adalah atlet PASI kota Malang yang berusia 18-23 tahun, berjenis kelamin laki-laki, serta masih aktif mengikuti event pertandingan, yang berjumlah 8 subjek. Latihan HIIT adalah salah satu metode latihan intensitas tinggi yang sedang populer pada saat ini. Latihan HIIT seringkali dimasukkan dalam program pelatihan atlet pada masa persiapan sebelum menjalani pertandingan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Pahala Tua Hutajulu pada tahun 2017. Menguji efek latihan HIIT dan *High Volume Training* (HVT) pada atlet sepakbola dengan rata-rata usia 16 tahun. Sampel yang digunakan adalah pemain Sekolah Sepak Bola (SSB) Batik yang berjumlah total 22 orang. Yang selanjutnya dibagi menjadi dua grup yaitu grup perlakuan dan grup kontrol. Kelompok perlakuan diberi perlakuan latihan HIIT (90-95% HR Max) dan HVT (60-75% HR max) selama 10 minggu dengan selama 1 minggu dilakukan latihan sebanyak 3 sesi. Sebelum diberi latihan seluruh sampel diinstruksikan untuk melakukan *Yo-yo Intermittent Recovery Test* (YIRT) untuk melihat kemampuan awal sampel. Setelah perlakuan selama 10 minggu sudah dilakukan maka akan dilakukan tes kembali dengan metode yang sama. Hasil dari penelitian ini adalah latihan HIIT dan HVT berpengaruh pada peningkatan kemampuan  $Vo_{2max}$  pada pemain sepak bola (SSB) Batik ( $t_{hitung} < t_{tabel}$  ( $2,008 < 2,086$ ;  $p < 0,05$ ))(Hutajulu 2017). Namun latihan intensitas tinggi yang dilakukan sering dan tidak diikuti istirahat yang cukup maka akan dapat meningkatkan radikal bebas dalam tubuh yang akan menyebabkan stress oksidatif dalam tubuh dan dapat menyebabkan inflamasi dalam tubuh yang nantinya dapat mensekresi sel darah putih dalam tubuh sebagai anti-inflamasi (Berawi and Agverianti 2017).

Hal ini sependapat dengan penelitian yang dilakukan Alginda, Novi, dan Deni pada tahun 2020 yang menguji tentang pengaruh pemberian jus buah naga setelah latihan fisik berat terhadap kadar leukosit. Sampel yang digunakan adalah mahasiswa ilmu keolahragaan berjumlah 10 orang yang nantinya dibagi menjadi dua kelompok secara acak, yaitu kelompok yang tidak diminumkan jus buah naga (P1) dan kelompok yang diminumkan jus buah naga (P2). Metode latihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah latihan HIIT yang dilakukan diatas *treadmill* dengan subjek dipertahankan pada berat latihan 80-85% HR Max, frekuensi latihan yang diberikan sebanyak tiga kali dalam satu minggu selama 21 hari.



Sebelum latihan dilakukan kelompok yang diberi jus buah naga diinstruksikan untuk meminum jus buah naga terlebih dahulu. Setelah pemberian jus buah naga, kedua kelompok diambil darahnya melalui pembuluh darah vena. Hasil dari penelitian ini adalah latihan intensitas tinggi berpengaruh meningkatkan leukosit dalam tubuh. Ditunjukkan dengan rata-rata jumlah leukosit pada kelompok P1 sebelum latihan adalah 6184 ( $SD \pm 0,928$ ) rata-rata jumlah leukosit setelah latihan adalah 10840 ( $SD \pm 2,124$ ) dengan dibuktikan menggunakan analisis *Paired Sample T-Test* (Uji-T berpasangan) yaitu sebesar 0,009 (sig 2-tailed  $p < 0,05$ ) (Tarigan, Harahap, and Marpaung 2020).

Populasi pada penelitian ini adalah atlet lari jarak jauh yang tergabung dalam tim PASI (Persatuan Atletik Seluruh Indonesia) Kota Malang serta masih aktif mengikuti berbagai kejuaraan atletik. Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan survey dan observasi ke tempat latihan yaitu stadion gajayana. Setelah dilakukan survey maka ditentukan sampel yang dipakai sesuai dengan kriteria inklusi yang sudah ditentukan. Subjek dipilih sebanyak 8 orang dengan usia rata-rata 21 tahun dan rerata *body mass index* (BMI) adalah 20,37. Pada penelitian ini ketentuan minimal indeks massa tubuh (IMT) tidak ditentukan dikarenakan subjek yang digunakan adalah atlet. Karena IMT bukanlah patokan yang tepat untuk mengetahui status gizi atlet. Hal ini sependapat dengan Anies Setyowati (2014) bahwa IMT tidak berhubungan dengan kekuatan otot namun terdapat hubungan bermakna terhadap persen lemak tubuh dengan kekuatan otot. Seluruh subjek dalam penelitian ini memiliki IMT yang normal yaitu 20,37 ( $SD \pm 1.40$ ).

Sampel dalam penelitian ini memiliki kadar leukosit rata-rata 5,375 (Pretest) dan 6,687 (Posttest) dalam hal ini kadar leukosit seluruh atlet lari jarak jauh dalam keadaan normal. Rentang angka normal untuk leukosit adalah berkisar 4000-10000  $mm^3$  (Effendi 2003): Leukosit yang melebihi ambang normal disebut *leukositosis* sedangkan leukosit yang kurang dari ambang normal disebut *leukopenia*. Leukosit memiliki fungsi pada pertahanan sel terhadap partikel-partikel yang tidak dikenal. Partikel yang tidak dikenal tersebut diantaranya adalah radikal bebas. Radikal bebas adalah komponen partikel dalam tubuh yang terpisah dari elektron bebas yang berasal dari pemisahan ikatan antar atomnya. Radikal bebas dapat terbentuk melalui proses metabolisme dalam tubuh dengan ditandai pembentukan *reactive oxygen species* (ROS). ROS adalah radikal bebas yang memiliki fungsi penting pada beberapa proses fisiologis organ tubuh. Pembentukan radikal bebas terjadi berasal dari adanya stressor, yaitu sinar ultraviolet, radiasi, serta aktivitas fisik.

Radikal bebas yang terbentuk tanpa diimbangi dengan adanya antioksidan dalam tubuh maka dapat menyebabkan stress oksidatif dalam tubuh.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan antara latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) terhadap peningkatan kadar leukosit, dimana didapatkan bahwa terdapat pengaruh yang tidak signifikan pada jumlah leukosit sebelum dan sesudah latihan.

Penelitian untuk mengetahui jumlah kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh dilakukan dengan melakukan observasi terlebih dahulu ke tempat latihan. Setelah observasi dapat diketahui jumlah sampel yang dapat digunakan sesuai dengan kriteria inklusi yang sudah ditentukan. Untuk mengetahui adanya perbedaan jumlah kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh sebelum dan sesudah latihan menggunakan *Paired Sample T-test* atau Uji-T berpasangan. Kadar leukosit sebelum latihan memiliki nilai sig. 0,202 dan nilai 0,215 setelah latihan. Jadi dapat diartikan data yang digunakan berdistribusi normal. Sedangkan berdasarkan uji homogenitas diperoleh nilai 0,137 yang dapat disimpulkan bahwa data homogen.

Setelah data tersebut dinyatakan normal dan homogen akan dilakukan uji hipotesis menggunakan *Paired Sample T-Test*. Hasil perhitungan diketahui nilai  $p$  lebih besar dari 0,05 ( $0,085 > 0,05$ ) sehingga  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak artinya latihan HIIT tidak berpengaruh signifikan pada kadar leukosit dalam tubuh atlet lari jarak jauh.

Sistem pertahanan dalam tubuh sangat berhubungan erat dengan leukosit atau sel darah putih. Leukosit berguna untuk memberikan ketahanan terhadap sel terhadap inflamasi yang disebabkan partikel tidak dikenal. Leukosit memiliki beberapa jenis yaitu diantaranya adalah neutrofil, eosinofil, basofil, monosit, limfosit. Salah satu jenis leukosit yaitu neutrofil terbukti mampu dapat meningkat saat melakukan latihan intensitas tinggi. Hal ini disampaikan oleh Bartlett et al (2020) latihan intensitas tinggi pada orang dewasa dengan riwayat memiliki *prediabetes* serta gaya hidup *sedentary* dapat meningkatkan jumlah neutrofil secara signifikan. Pendapat ini sama dengan Dorneles et al (2016) bahwa latihan HIIE dan MIIE dapat mempengaruhi kadar leukosit, monosit dan limfosit pada orang dewasa obesitas secara signifikan. Sedangkan menurut effendi (2003) kadar leukosit normal pada orang dewasa adalah sekitar 4000-10000  $\text{mm}^3$ . Kadar leukosit dapat meningkat karena terjadi inflamasi dalam tubuh yang disebabkan salah satunya adalah karena radikal bebas dalam tubuh. radikal bebas yang terdapat dalam tubuh dapat berasal dari dua sumber, yaitu dari dalam tubuh dan dari luar tubuh. Mekanisme terbentuknya radikal bebas endogen

dalam tubuh salah satunya adalah melalui aktivitas fisik. *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang terbentuk akibat adanya kontraksi otot selama aktivitas fisik merupakan salah satu faktor utama dalam pembentukan radikal bebas. Latihan yang dilakukan dengan intensitas yang ringan-sedang dan frekuensi yang teratur terbukti dapat meningkatkan produksi antioksidan yang berguna sebagai anti-inflamasi. Sedangkan latihan intensitas tinggi yang dilakukan dengan tanpa diikuti istirahat yang cukup dapat mengakibatkan kenaikan radikal bebas dalam tubuh dan dapat menyebabkan stress oksidatif (Anggiane Putri 2019). Saat jumlah radikal bebas dan antioksidan yang tidak seimbang maka akan dapat mengakibatkan stress oksidatif dalam tubuh. Hal inilah yang dapat menjadi pemicu peningkatan kadar leukosit dalam tubuh yang bekerja sebagai sel imunitas yang mengatasi peradangan.

Latihan *High Intensity Interval Training* (HIIT) dalam pemenuhan sumber energi adalah dominan menggunakan sumber energi anaerobik. Sumber energi anaerobik yang tidak melibatkan oksigen dalam pembentukan energi cenderung akan menyerap oksigen yang lebih banyak pada saat istirahat. Hal ini lah yang dapat memicu peningkatan sel darah putih. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan radikal bebas yang diawali dengan cedera *iskemia-reperfusi* yang melibatkan *xantin oksidase* dan peradangan. Saat melakukan aktifitas fisik AMP dan ATP diproduksi sebagai sumber energi kontraksi otot. Pada saat latihan fisik intensitas tinggi sel inflamasi dalam tubuh memicu pengeluaran neutrofil dalam darah yang berfungsi mengirimkan sinyal kepada otak dengan melalui pengeluaran enzim *Nicotinamide Adenine Dinucleotide* (NADPH). Hal ini juga berlaku untuk kadar leukosit dikarenakan leukosit dan neutrofil termasuk ke dalam sistem imunitas.

Penelitian yang sejalan dilakukan Deni, dkk menyatakan bahwa latihan fisik maksimal dapat mempengaruhi kuantitas leukosit dan jenis-jenisnya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *quasi experiment* dengan rancangan penelitian menggunakan *one group pretest posttest* serta jumlah sampel yang digunakan adalah 11 orang yang dikategorikan sebagai atlet softball. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil jumlah rata-rata leukosit sebesar 8,37 (pretest) dan 13,03 (posttest), jumlah neutrofil sebesar 56,45 (pretest) dan 46,27 (posttest), jumlah limfosit sebesar 33,27 (pretest) dan 42,90 (posttest), jumlah monosit 6,45 (pretest) dan 7,63 (posttest), jumlah eosinofil 3,81 (pretest) dan 3,18 (posttest). Serta hasil uji-T berpasangan menunjukkan bahwa latihan intensitas tinggi dapat menaikkan kuantitas leukosit dan limfosit secara signifikan sedangkan kuantitas monosit meningkat namun tidak signifikan.

## SIMPULAN

Dalam penelitian ini latihan HIIT tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar leukosit pada atlet lari jarak jauh. Ada empat unsur yang mempengaruhi jumlah leukosit pada individu adalah intensitas, frekuensi, waktu dan jenis latihan. Jika seseorang melakukan latihan secara teratur dengan beban yang sesuai, maka akan cenderung dapat meningkatkan sistem imunitas dengan ditandai nilai leukosit yang normal. Hal ini dikarenakan latihan yang dilakukan secara teratur dapat mempengaruhi adaptasi dalam tubuh dan dapat meningkatkan sistem imun.

## DAFTARPUSTAKA

- Adiputra, I. Made Sudarma, I. wayan Trisnadewi, Ni Putu Wiwik Oktaviani, Sari aswati Munthe, Victor Trismanjaya Hulu, Indah Budiastutik, Andi Susilawati, Ahmad Faridi, Radeny Ramdany, Rosmauli jeremia Fitriani, Putu Oky Ari Tania, Baiq Fitria Rahmiati, Sanya anda Lusiana, Efendi Sianturi, and Suryana. 2021. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Yayasan Kita Menulis.
- Anggiane Putri, Mustika. 2019. "Peningkatan Antioksidan Endogen Yang Dipicu Latihan Fisik." *YARSI Medical Journal* 26(3):163. doi: 10.33476/jky.v26i3.760.
- Aprilia, Khalida Nawa, Agus Kristiyanto, and Muchsin Doewes. 2018. "Analisis Penerapan Prinsip-Prinsip Latihan Terhadap Peningkatan Kondisi Fisik Atlet Bulu Tangkis PPLOP Jawa Tengah Tahun 2017/2018." *Journal Power Of Sports* 1(1):55. doi: 10.25273/jpos.v1i1.2210.
- Bartlett, David B., Cris A. Slentz, Leslie H. Willis, Andrew Hoselton, Janet L. Huebner, Virginia B. Kraus, Jennifer Moss, Michael J. Muehlbauer, Guillaume Spielmann, Deborah M. Muoio, Timothy R. Koves, Helena Wu, Kim M. Huffman, Janet M. Lord, and William E. Kraus. 2020. "Rejuvenation of Neutrophil Functions in Association With Reduced Diabetes Risk Following Ten Weeks of Low-Volume High Intensity Interval Walking in Older Adults With Prediabetes – A Pilot Study." *Frontiers in Immunology* 11(May):1–14. doi: 10.3389/fimmu.2020.00729.
- Berawi, Khairun Nisa, and Theodora Agverianti. 2017. "Efek Aktivitas Fisik Pada Proses Pembentukan Radikal Bebas Sebagai Faktor Risiko Aterosklerosis." *Medical Journal of Lampung University* 6:85–90.
- Budiwanto, Setyo, . 2017. *Metodologi Penelitian Dalam Keolahragaan*. 1st ed. Malang: Fakultas Ilmu Keolahragaan-UM.
- Dorneles, Gilson P., Desirée O. Haddad, Viviane O. Fagundes, Bruna K. Vargas, Alana Kloecker, Pedro R. T. Romão, and Alessandra Peres. 2016. "High Intensity Interval Exercise Decreases IL-8 and Enhances the Immunomodulatory Cytokine Interleukin-10 in Lean and Overweight-Obese Individuals." *Cytokine* 77:1–9. doi: 10.1016/j.cyto.2015.10.003.

- Effendi, Z. 2003. "Peranan Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh." *Repository USU* 1–8.
- Harsono. 2018. *Latihan Kondisi Fisik Untuk Atlet Dan Kesehatan*. 1st ed. Jakarta: Rosda.
- Herlan, . Komarudin. 2020. "Pengaruh Metode Latihan High-Intensity Interval Training ( Tabata ) Terhadap Peningkatan Vo2Max Pelari Jarak Jauh." *Jurnal Kepeleatihan Olahraga* 12(March):11–17.
- Hutajulu, Pahala Tua. 2017. "Pengaruh Latihan High Interval Intensity Training Dalam Meningkatkan Nilai Volume Oksigen Maksimum Atlet Sepakbola Junior (U-18)." *Jurnal Penjakora* 1–10. doi: <https://doi.org/10.23887/penjakora.v3i1.11664>.
- Laursen, Paul, and Martin Buchheit. 2019. *Science and Application of High-Intensity Interval Training*. 1st ed. United States of America: Human Kinetics.
- Neves, Pedro Rogério Da Silva, Thiago Ricardo Dos Santos Tenório, Tatiana Acioli Lins, Maria Tereza Cartaxo Muniz, Tânia Cristina Pithon-Curi, João Paulo Botero, and Wagner Luiz Do Prado. 2015. "Acute Effects of High- and Low-Intensity Exercise Bouts on Leukocyte Counts." *Journal of Exercise Science and Fitness* 13(1):24–28. doi: 10.1016/j.jesf.2014.11.003.
- Tabata, Izumi. 2019. "Tabata Training: One of the Most Energetically Effective High-Intensity Intermittent Training Methods." *Journal of Physiological Sciences* 69(4):559–72. doi: 10.1007/s12576-019-00676-7.
- Tarigan, Alginda Pranata, Novita Sari Harahap, and Deni Rahman Marpaung. 2020. "Pengaruh Pemberian Jus Buah Naga Merah Setelah Latihan Fisik Intensitas Berat Terhadap Jumlah Leukosit." *Jurnal Keolahragaan* 8(2):140–47. doi: <https://doi.org/10.21831/jk.v8i2.31838>.