

## HUBUNGAN TINGKAT ASUPAN SENG DAN ZAT BESI DENGAN JUMLAH LEUKOSIT ATLET SEPAK BOLA REMAJA

Liani Setyarsih<sup>1\*</sup>, Iqlima Safitri<sup>1</sup>, Hardhono Susanto<sup>2</sup>, Suhartono<sup>3</sup>, Deny Yudi Fitranti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia.

\*Penulis Penanggungjawab : E-mail: liani.setyarsih@gmail.com.

<sup>2</sup>Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia.

<sup>3</sup>Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia.

### ABSTRACT

**Background:** High-intensity physical exercise causes physical stress that will suppress the immune system in the athlete's body. Decreased immune system function will increase the risk of infection and reduce athlete performance. Leukocytes are a component that affects the immune system homeostasis. One of the factors that influence the immune system is the intake of nutrients, such as zinc and iron.

**Objectives:** To determine the correlation of zinc and iron intake levels with the total leukocytes in adolescent soccer athletes.

**Methods:** This was an observational research with a cross-sectional study design. The research was conducted at Sekolah Sepak Bola (SSB) Terang Bangsa Semarang involving 24 adolescent athletes by Simple Random Sampling method. Food intake was assessed through 24-hour food recall, physical activity data, sleep quality and psychological stress conditions were measured using a questionnaire, and blood samples were measured from veins. Data were analyzed using Pearson and Spearman tests.

**Results:** 91.7% of subjects' total leukocytes were in the normal category. The mean zinc intake level of subjects was 56.22% while iron was 57.7%. There was no significant correlation of zinc and iron intake level with the total leukocytes.

**Conclusion:** There was no significant correlation of zinc and iron intake level with the total leukocytes.

**Keywords :** Zinc intake level; iron intake level; total leukocyte; immune system

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Latihan fisik intensitas tinggi dapat menyebabkan timbulnya stres fisik yang akan menekan sistem imun pada tubuh atlet. Penurunan fungsi sistem imun tersebut akan meningkatkan risiko infeksi dan menurunkan performa atlet. Leukosit adalah komponen yang berperan dalam homeostasis sistem imun. Salah satu faktor yang mempengaruhi sistem imun adalah asupan zat gizi termasuk seng dan zat besi.

**Tujuan:** Untuk mengetahui hubungan tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit pada atlet sepak bola remaja.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan Cross sectional. Penelitian dilaksanakan di Sekolah Sepak Bola (SSB) Terang Bangsa Semarang. Jumlah subjek sebanyak 24 atlet remaja dengan metode pengambilan sampel Simple Random Sampling. Data asupan makan diperoleh melalui food recall 24 jam, data aktivitas fisik, kualitas tidur dan kondisi stres psikologis diambil menggunakan kuesioner, dan sampel darah diambil melalui pembuluh darah vena. Data dianalisis menggunakan uji korelasi pearson dan rang spearman.

**Hasil:** Sebanyak 91,7% jumlah leukosit subjek dalam kategori normal. Rerata tingkat asupan seng subjek yaitu 56,22% sedangkan zat besi sebesar 57,7%. Tidak terdapat hubungan signifikan antara tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit.

**Simpulan:** Tidak terdapat hubungan signifikan antara tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit.

**Kata Kunci :** Tingkat asupan seng; tingkat asupan zat besi; jumlah leukosit; sistem imun

### PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan olahraga *endurance* (ketahanan) berintensitas tinggi yang berlangsung selama 90 menit.<sup>1,2</sup> Olahraga *endurance* berlangsung dalam jangka waktu lama dan fokus pada durasi serta intensitas latihan.<sup>2</sup> Jadwal latihan yang berat dan pertandingan dapat menyebabkan timbulnya stres fisik yang akan menekan sistem imun pada

tubuh atlet.<sup>3,4</sup> Perubahan fungsi sistem imun tubuh merupakan bentuk respon terhadap aktivitas olahraga akut dan kronis sehingga memicu perubahan fisiologis dan patologis seperti munculnya kelelahan, penurunan performa latihan, serta risiko munculnya infeksi.<sup>5</sup> Penelitian menunjukkan bahwa beberapa aspek fungsi imun tidak kembali normal hingga beberapa jam setelah

latihan sehingga berimplikasi pada kerentanan terjadinya infeksi pada atlet.<sup>6</sup>

Salah satu komponen yang berperan dalam homeostasis sistem imun adalah leukosit.<sup>4</sup> Leukosit sebagai sistem imun tubuh berfungsi untuk melawan zat asing yang masuk dan mencegah terjadinya infeksi.<sup>7,8</sup> Perubahan jumlah leukosit dapat terjadi karena latihan fisik dengan intensitas berat. Jumlah leukosit yang tinggi dapat menjadi tanda bahwa kemungkinan atlet belum pulih dari latihan sebelumnya atau juga menandakan bahwa atlet mengalami infeksi.<sup>4</sup> Penelitian terdahulu melaporkan bahwa terjadi peningkatan leukosit setelah latihan dengan intensitas tinggi (75% *Maximum heart rate*).<sup>9</sup> *Maximum heart rate* ( $HR_{max}$ ) digunakan untuk menunjukkan besarnya intensitas latihan dalam sepak bola.<sup>10</sup> Rata-rata  $HR_{max}$  atlet dalam satu kali permainan sepak bola sebesar 80-90%.<sup>11</sup> Total leukosit meningkat sebanyak 70% segera setelah latihan pada atlet sepak bola.<sup>12</sup> Latihan fisik menyebabkan perubahan jumlah leukosit karena terjadi peningkatan kadar hormon stres seperti kortisol dan katekolamin.<sup>4,13</sup>

Selain aktivitas fisik, faktor lain yang mempengaruhi sistem imun adalah asupan zat gizi. Penelitian menunjukkan bahwa beberapa zat gizi dibutuhkan untuk sistem imun dan kekurangan asupan zat gizi tersebut akan mengganggu fungsi sistem imun.<sup>14</sup> Seng dan zat besi adalah zat gizi mikro yang berperan penting dalam sistem imun.<sup>14,15</sup> Seng berfungsi meningkatkan fungsi sistem imun karena berperan sebagai antioksidan yang mengurangi pengeluaran penanda stres oksidatif dan sitokin inflamasi.<sup>14,16</sup> Kemampuan seng sebagai antioksidan menunjukkan bahwa ia memiliki peran dalam pencegahan cedera akibat radikal bebas selama proses inflamasi.<sup>17</sup> Kurangnya asupan seng dapat menyebabkan gangguan sistem imun dan meningkatkan kerentanan terjadinya infeksi pada saluran pencernaan dan pernapasan.<sup>14,16</sup>

Asupan zat besi juga berperan dalam sistem kekebalan tubuh karena asupan zat besi yang tidak memenuhi kebutuhan dapat mempengaruhi respon imun bawaan sehingga meningkatkan risiko terjadinya infeksi.<sup>18</sup> Kekurangan zat besi dapat menghambat efektifitas kerja leukosit dalam menghancurkan bakteri yang masuk ke tubuh.<sup>19</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebesar 90% atlet sepak bola memiliki tingkat asupan zat besi kurang dari kebutuhan dan sebesar 100% atlet memiliki tingkat asupan seng kurang dari kebutuhan.<sup>20</sup>

Studi sebelumnya mengenai hubungan asupan seng dan zat besi terhadap sistem imun menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Penelitian yang dilakukan pada balita menyebutkan bahwa

tidak terdapat hubungan asupan seng dan zat besi dengan status imunitas yang dinilai dari jumlah limfosit.<sup>21</sup> Hasil studi lainnya juga menunjukkan tidak ada hubungan asupan seng dengan status imunitas, namun terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zat besi dengan status imunitas.<sup>22</sup> Terdapat interaksi antara seng dan zat besi pada saat penyerapan di saluran pencernaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi zat besi yang lebih banyak akan mengganggu penyerapan seng, begitu pula sebaliknya. Suplementasi kombinasi antara seng dan zat besi dengan perbandingan 1:1 efektif menurunkan defisiensi zat besi dan zat seng, hal tersebut menunjukkan tidak ada interaksi negatif antar kedua zat gizi apabila dikonsumsi dalam jumlah yang sama.<sup>23</sup>

Sistem imun selain dipengaruhi asupan zat gizi, juga dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, kondisi stres (fisik dan psikologis), kualitas tidur, serta durasi, frekuensi, dan intensitas latihan.<sup>24,25</sup> Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit pada atlet sepak bola remaja.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan *Cross sectional*. Penelitian dilaksanakan di Sekolah Sepak Bola (SSB) Terang Bangsa Semarang. Subjek dalam penelitian ini sebanyak 24 atlet sepak bola yang diambil menggunakan metode *Simple Random Sampling*. Kriteria inklusi sampel yaitu laki-laki berusia 15-18 tahun, tergabung dalam klub sepak bola minimal 1 tahun, tidak sedang sakit, cedera, atau dalam perawatan dokter, tidak sedang menjalani diet khusus atau diet penyakit tertentu, tidak merokok dan tidak mengonsumsi alkohol.

Data yang dikumpulkan meliputi data identitas subjek, asupan makan dan jumlah leukosit. Data variabel perancu yang diambil yaitu aktivitas fisik, kondisi stres psikologis, dan kualitas tidur. Data identitas subjek meliputi nama, usia, dan tanggal lahir diambil menggunakan kuisioner. Data aktivitas fisik diambil menggunakan PAL (*Physical Activity Level*) *Questionnaire* untuk mengetahui aktivitas fisik subjek dalam 24 jam terakhir. Kategori tingkat aktivitas fisik berdasarkan PAL dikatakan ringan apabila nilainya 1,40-1,69 kkal/jam, sedang apabila 1,70-1,99 kkal/jam, dan berat apabila 2,00-2,40 kkal/jam.<sup>26</sup>

Asupan makan diteliti untuk mengetahui asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, seng, dan zat besi yang dikonsumsi subjek melalui *food recall* 24 jam sebanyak 3 hari yaitu 2 hari kerja dan 1 hari di akhir pekan, kemudian hasilnya dirata-rata. Pengambilan data asupan makan dilakukan oleh 4

orang enumerator yang merupakan lulusan gizi dan telah diberikan pengarahan sebelumnya. Kebutuhan energi subjek dihitung menggunakan rumus kebutuhan gizi atlet yang memperhitungkan usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, faktor tumbuh, *Specific Dynamic Action* (SDA) dan *Basal Metabolism Rate* (BMR). Kebutuhan karbohidrat sebesar 60%, protein sebesar 15%, dan lemak sebesar 25% dari kebutuhan energi. Asupan energi, karbohidrat, lemak, dan protein dikategorikan lebih apabila >110% kebutuhan, cukup apabila 80-110% kebutuhan dan kurang apabila <80% kebutuhan.<sup>27</sup> Kebutuhan seng dan zat besi dikategorikan berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2019. Kebutuhan seng remaja laki-laki usia 15-18 tahun adalah 11 mg sedangkan kebutuhan zat besi sebesar 11 mg. Tingkat asupan seng dan zat besi dikategorikan cukup apabila  $\geq 65\%$  AKG dan kurang apabila <65% AKG.<sup>28</sup>

Data kondisi stres psikologis diukur menggunakan kuesioner *The Perceived Stress Scale* (PSS). Tingkat stres dikategorikan stres ringan apabila total skor 1- 14, stres sedang apabila total skor 15-26, dan stres berat apabila total skor >26.<sup>29</sup> Data kualitas tidur diukur menggunakan kuesioner

*Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI). Kategori kualitas tidur baik apabila skor <5 dan kategori kualitas tidur buruk apabila skor >5.<sup>30</sup> Sampel darah diambil dari pembuluh darah vena untuk mengukur jumlah leukosit subjek. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh petugas laboratorium dan diuji di laboratorium. Kategori nilai normal leukosit yaitu  $3,2-10 \times 10^3/\mu\text{L}$ .<sup>31</sup> Analisis data menggunakan uji korelasi *Pearson* apabila data berdistribusi normal, data tersebut meliputi tingkat asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, seng, zat besi, kondisi stres, dan kualitas tidur. Uji korelasi *Rank Spearman* digunakan apabila data berdistribusi tidak normal, seperti data aktivitas fisik.

## HASIL

### Karakteristik Subjek Penelitian

Sebanyak 24 atlet sepak bola laki-laki yang berasal dari SSB Terang Bangsa Semarang menjadi subjek dalam penelitian ini. Data karakteristik subjek terdiri dari usia, aktivitas fisik, kondisi stres, dan kualitas tidur (Tabel 1). Subjek dalam penelitian ini yaitu remaja berusia antara 15-17 tahun dengan rerata jumlah leukosit sebesar  $7,4 \times 10^3/\mu\text{L}$ .

**Tabel 1. Karakteristik Usia, Aktivitas Fisik, Kondisi Stres, Kualitas Tidur dan Jumlah Leukosit**

Karakteristik Subjek	Minimal	Maksimal	Rerata $\pm$ SD
Usia (tahun)	15	17	15,88 $\pm$ 0,79
Aktivitas Fisik (kkal/jam)	1,13	1,88	1,51 $\pm$ 0,25
Kondisi Stres (skor)	8	22	15,58 $\pm$ 3,75
Kualitas Tidur (skor)	0	11	6,63 $\pm$ 2,43
Jumlah Leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ )	4,68	11,43	7,4 $\pm$ 1,54

Data tingkat kecukupan asupan zat gizi meliputi asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, seng, dan zat besi tersaji dalam Tabel 2. Rerata tingkat asupan energi subjek sebesar 75,43% tergolong kurang dari kebutuhan, sementara rerata

tingkat asupan lemak sebesar 96,42% tergolong cukup sesuai kebutuhan. Rerata tingkat asupan seng sebesar 56,22% dan zat besi sebesar 57,7% tergolong kurang dari kebutuhan.

**Tabel 2. Tingkat Kecukupan Asupan Energi, Karbohidrat, Lemak, Protein, Seng, dan Zat Besi**

Karakteristik Subjek	Minimal	Maksimal	Rerata $\pm$ SD
Tingkat kecukupan asupan energi (%)	41,03	116,82	75,43 $\pm$ 23,48
Tingkat kecukupan asupan karbohidrat (%)	31,43	106,79	65,77 $\pm$ 19,33
Tingkat kecukupan asupan lemak (%)	31,1	153,41	96,42 $\pm$ 31,69
Tingkat kecukupan asupan protein (%)	28,9	133,58	73,12 $\pm$ 26,40
Tingkat kecukupan asupan seng (%)	17,65	87,06	56,22 $\pm$ 16,24
Tingkat kecukupan asupan zat besi (%)	29,33	98,78	57,7 $\pm$ 15,35

### Distribusi Frekuensi Asupan Zat Gizi, Aktivitas Fisik, Kondisi Stres, Kualitas Tidur, dan Jumlah Leukosit

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu jumlah leukosit yang dikategorikan normal dan tidak normal. Tabel 3 menunjukkan bahwa sebanyak 22 subjek memiliki jumlah leukosit normal (91,7%).

Sebesar 70,8% subjek memiliki aktivitas fisik ringan dan 29,2% memiliki aktivitas fisik sedang. Subjek yang mengalami kondisi stres dengan kategori sedang lebih banyak daripada kategori ringan dan subjek yang memiliki kualitas tidur buruk lebih banyak daripada kualitas tidur baik.

**Tabel 3. Distribusi Frekuensi Aktivitas Fisik, Kondisi Stres, Kualitas Tidur dan Jumlah Leukosit**

Variabel	Jumlah (n)	Persentase (%)
<b>Aktivitas Fisik</b>		
Ringan	17	70,8
Sedang	7	29,2
Berat	0	0
<b>Kondisi Stres</b>		
Ringan	9	37,5
Sedang	15	62,5
Berat	0	0
<b>Kualitas Tidur</b>		
Baik	7	29,2
Buruk	17	70,8
<b>Jumlah Leukosit</b>		
Normal	22	91,7
Tidak Normal	2	8,3

**Tabel 4. Distribusi Frekuensi Tingkat Asupan Energi, Karbohidrat, Lemak, Protein, Seng, dan Zat Besi**

Variabel	Jumlah (n)	Persentase (%)
<b>Tingkat kecukupan asupan energi</b>		
Lebih	3	12,5
Cukup	6	25
Kurang	15	62,5
<b>Tingkat kecukupan asupan karbohidrat</b>		
Lebih	0	0
Cukup	4	16,7
Kurang	20	83,3
<b>Tingkat kecukupan asupan lemak</b>		
Lebih	9	37,5
Cukup	8	33,3
Kurang	7	29,2
<b>Tingkat kecukupan asupan protein</b>		
Lebih	2	8,3
Cukup	5	20,8
Kurang	17	70,8
<b>Tingkat kecukupan asupan seng</b>		
Cukup	8	33,3
Kurang	16	66,7
<b>Tingkat kecukupan asupan zat besi</b>		
Cukup	9	37,5
Kurang	15	62,5

Distribusi frekuensi tingkat kecukupan asupan zat gizi disajikan dalam Tabel 4. Sebagian besar subjek memiliki tingkat kecukupan asupan energi, karbohidrat, protein, seng, dan zat besi dalam kategori kurang dari kebutuhan. Subjek dengan tingkat kecukupan asupan seng cukup hanya sebesar 33,3%, sementara tingkat kecukupan asupan zat besi kategori cukup hanya sebesar 37,5%.

### Hubungan antara tingkat kecukupan asupan seng, zat besi, dan variabel perancu dengan jumlah leukosit

Tabel 5. menunjukkan uji korelasi antara variabel terikat dan variabel perancu dengan jumlah leukosit. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara tingkat kecukupan asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit ( $p > 0,05$ ). Begitu pula dengan variabel perancu juga menunjukkan tidak ada hubungan signifikan dengan jumlah leukosit ( $p > 0,05$ ).

**Tabel 5. Hubungan antara Variabel Terikat dan Variabel Perancu dengan Jumlah Leukosit**

Variabel	Jumlah Leukosit	
	Koefisien Korelasi (r)	p
Tingkat asupan seng	0,329	0,116 <sup>a</sup>
Tingkat asupan zat besi	0,184	0,388 <sup>a</sup>
Tingkat asupan energi	-0,034	0,876 <sup>a</sup>
Tingkat asupan karbohidrat	-0,180	0,401 <sup>a</sup>
Tingkat asupan lemak	-0,133	0,535 <sup>a</sup>
Tingkat asupan protein	0,005	0,980 <sup>a</sup>
Aktivitas fisik	0,135	0,528 <sup>b</sup>
Kondisi Stres	-0,183	0,391 <sup>a</sup>
Kualitas Tidur	0,075	0,726 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Uji korelasi Pearson, <sup>b</sup>Uji korelasi Rank Spearman

### PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini melaporkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara tingkat asupan seng dengan jumlah leukosit ( $p > 0,05$ ). Hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa asupan seng tidak memiliki hubungan signifikan dengan status imunitas yang dinilai dari jumlah limfosit.<sup>21,22</sup> Seng berperan dalam sistem imun sebagai antioksidan karena berikatan dengan protein di membran sel untuk menghambat produksi radikal bebas hidrogen peroksida, memicu perkembangan dan aktivitas sistem imun non-spesifik seperti neutrofil dan sel *natural killer* (NK).<sup>32</sup> Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pemberian suplementasi seng dapat meningkatkan sistem imun melalui peningkatan Immunoglobulin A pada atlet futsal.<sup>33</sup>

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara tingkat asupan zat besi dengan jumlah leukosit ( $p > 0,05$ ). Asupan zat besi yang rendah akan mengganggu perkembangan jaringan sistem imun dan mengakibatkan gangguan aktivitas seluler imun seperti sel NK dan neutrofil.<sup>34</sup> Penelitian ini menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya bahwa tidak terdapat hubungan asupan seng dan zat besi dengan sistem imun pada balita.<sup>21</sup>

Tidak adanya hubungan tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit pada penelitian

ini kemungkinan karena lebih banyak subjek yang tingkat asupan seng dan zat besi kurang dari kebutuhan yaitu >60%. Berdasarkan konsep “imunonutrisi”, kemampuan zat gizi untuk berperan dalam sistem imun terjadi apabila zat gizi dikonsumsi dalam jumlah yang cukup sesuai kebutuhan. Asupan zat gizi akan terlibat dalam metabolisme energi dan sintesis protein sehingga dapat memodulasi aktivitas dan fungsi sel imun.<sup>35</sup> Alasan lain tidak terdapatnya hubungan tersebut yaitu selain asupan seng dan zat besi, sistem imun juga dipengaruhi zat gizi lain seperti vitamin A, D, E, dan selenium. Zat gizi tersebut dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi sistem imun dan kekurangan satu atau lebih asupan zat gizi itu akan mengganggu fungsi sistem imun dan meningkatkan peluang masuknya patogen ke dalam tubuh.<sup>14</sup>

Indikator yang digunakan untuk menilai sistem imun pada penelitian ini adalah leukosit atau sel darah putih. Fungsi fisiologis sistem imun adalah sebagai pertahanan terhadap mikroba infeksius yang masuk ke dalam tubuh.<sup>36</sup> Jumlah leukosit dan komponen leukosit dapat menggambarkan gangguan sistem imun terkait adanya inflamasi yang akan mengganggu kesehatan.<sup>37</sup> Salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya fungsi sistem imun adalah latihan fisik dengan intensitas tinggi. Hal tersebut terjadi pada atlet sepak bola karena sepak bola termasuk olahraga *endurance* dengan intensitas tinggi.<sup>1</sup> Penurunan fungsi imun yang terjadi pada atlet dapat meningkatkan kerentanan terjadinya infeksi.<sup>3</sup> Gangguan fungsi sistem imun tubuh karena latihan fisik disebabkan oleh adanya peningkatan kadar hormon stres seperti kortisol dan katekolamin setelah adanya paparan stres fisik dari latihan fisik.<sup>4,13</sup> Latihan fisik yang berat dapat meningkatkan jumlah radikal bebas sehingga menyebabkan stres oksidatif dan dapat merangsang aktivitas sel leukosit sehingga memicu terjadinya peningkatan jumlah leukosit.<sup>38</sup>

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar atlet di SSB Terang Bangsa memiliki jumlah leukosit normal (91,7%). Hal tersebut karena pengambilan sampel darah dalam kondisi istirahat (*resting*) bukan setelah latihan fisik. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa rerata jumlah leukosit atlet karate berada dalam kategori normal.<sup>39</sup> Perubahan leukosit dapat terjadi karena efek jangka pendek (akut) dari latihan intensitas tinggi. Perubahan tersebut terjadi segera setelah latihan hingga 2 jam setelah latihan.<sup>40</sup> Jadi dalam kondisi istirahat leukosit akan berada dalam jumlah normal, tetapi akan meningkat ketika melakukan latihan fisik dengan intensitas tinggi.

Faktor lain yang mempengaruhi sistem imun yaitu kualitas tidur dan kondisi stres psikologis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kualitas tidur dan kondisi stres psikologis dengan jumlah leukosit. Kualitas tidur yang buruk dapat mempengaruhi respon imun adaptif dan bawaan melalui dua sistem yaitu *hypothalamic-pituitary-adrenal* (HPA) *axis* dan sistem saraf simpatik. Gangguan tidur kronis menyebabkan aktivasi HPA *axis* dan sistem saraf simpatik sehingga meningkatkan proinflamasi.<sup>41</sup>

Kondisi stres berkaitan dengan aktivasi HPA *axis* dan sistem saraf simpatik yang menyebabkan peningkatan kadar hormon adrenal seperti glukokortikoid, epinefrin, dan norepinefrin.<sup>42</sup> Peningkatan hormon stres tersebut memiliki efek signifikan pada distribusi dan fungsi sel imun.<sup>43</sup> Atlet dapat mengalami stres psikologis karena adanya kompetisi, cedera, perjalanan, gangguan tidur, dan tekanan psikologis dalam kehidupan pribadi.<sup>25</sup> Terdapat keterbatasan dalam penelitian ini yaitu jumlah sampel yang terlalu kecil. Hal tersebut karena ketersediaan subjek di lokasi penelitian tidak terlalu banyak. Sehingga untuk penelitian selanjutnya perlu menggunakan sampel yang lebih banyak agar data yang didapat lebih bervariasi.

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan tingkat asupan seng dan zat besi dengan jumlah leukosit pada atlet sepak bola remaja ( $p>0,05$ ). Hasil yang sama juga ditunjukkan pada hubungan variabel perancu dengan jumlah leukosit. Perlunya menjaga kondisi sistem imun atlet agar mengurangi risiko terjadinya infeksi, sehingga atlet disarankan untuk mengonsumsi zat gizi yang berperan untuk memperkuat sistem imun.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian telah dibiayai oleh hibah riset pengembangan dan penerapan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Tahun 2019.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kirkendall DT. The complete guide to soccer fitness and injury prevention: A handbook for players, parents and coaches. The University of North Carolina Press; 2011.
2. Reilly T. The Science of Training – Soccer: A Scientific approach to developing strength, speed and endurance. New York: Routledge; 2007.
3. Gunzer W, Konrad M, Pail E. Exercise-induced immunodepression in endurance athletes and nutritional intervention with carbohydrate, protein and fat-what is possible, what is not? *Nutrients*. 2012;4(9):1187–212.
4. Gleeson M. Immune function in sport and

- exercise. *J Appl Physiol.* 2007;103:693–9.
5. Bagchi D, Nair S, Sen CK. *Nutrition and Enhanced Sports Performance: Muscle Building, Endurance, and Strength.* Elsevier. USA: Elsevier; 2013.
  6. Kakani MW, Peake J, Brenu EW, Simmonds M, Gray B, Hooper SL, et al. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exerc Immunol Rev.* 2010;16:119–37.
  7. Horn PL, Pyne DB, Hopkins WG, Barnes CJ. Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(5):925–32.
  8. Orysiak J, Witek K, Zmijewski P, Gajewski J. White blood cells in polish athletes of various sports disciplines. *Biol Sport.* 2012;29(2):101–5.
  9. Abdossaleh Z, Fatemeh A, Frozan K, Amin SM. Leukocytes subsets is differentially affected by exercise intensity. *Int J Sport Stud.* 2014;4(2):246–53.
  10. Nikolaidis PT. Maximal heart rate in soccer players: measured versus age-predicted. *Biomed J.* 2015;38(1):84–9.
  11. Alexandre D, Silva CD da, Hill-Haas S, Wong DP, Natali AJ, Lima JRP De, et al. Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *J Strength Cond Res.* 2012;26(10):2890–906.
  12. Avloniti AA, Douda HT, Tokmakidis SP, Kortsaris AH, Papadopoulou EG, Spanoudakis EG. Acute effects of soccer training on white blood cell count in elite female players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(3):239–49.
  13. Maughan RJ, Gleeson M. *The biochemical basis of sports performance.* 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2010.
  14. Calder PC. Feeding the immune system. *Proc Nutr Soc.* 2013;72(3):299–309.
  15. Gleeson M. Nutritional support to maintain proper immune status during intense training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2013;75:85–97.
  16. Khanam S. Impact of zinc on immune response. *Immunol Curr Res.* 2018;2(1):1–2.
  17. Prasad AS. Zinc in human health: Effect of zinc on immune cells. *Mol Med.* 2008;14(5–6):353–7.
  18. Ward RJ, Crichton RR, Taylor DL, Della Corte L, Srail SK, Dexter DT. Iron and the immune system. *J Neural Transm.* 2011;118(3):315–28.
  19. Syafrizar, Welis W. *Gizi Olahraga.* Malang: Wineka Media; 2009.
  20. Nurdini DA, Probosari E. Tingkat kecukupan zat gizi dan kadar hemoglobin pada atlet sepakbola. *J Nutr Coll.* 2017;6(1):28.
  21. Dewi R, Zulaekah S. Hubungan asupan energi, protein, besi, seng dengan status imunitas anak balita di perkampungan kumuh Kota Surakarta. *J Kesehat.* 2010;3(2):129–39.
  22. Angraini DI, Ayu PR. The relationship between nutritional status and immunonutrition intake with immunity status. *J Kesehat.* 2014;4(8):158–65.
  23. Ridwan E. Kajian interaksi zat besi dengan zat gizi mikro lain dalam suplementasi. *Penelit Gizi dan Makanan.* 2012;35(1):49–54.
  24. Gleeson M. *Immune function in sport and exercise-advances in sport and exercise science series.* Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier; 2006.
  25. Walsh NP. Recommendations to maintain immune health in athletes. *Eouropean J Sport Sci.* 2018;18(6):820–31.
  26. FAO. *Human energy requirements: Report of a Joint FAO/ WHO/UNU expert consultation.* Rome; 2001.
  27. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. *Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi.* Jakarta: LIPI; 2004.
  28. Hardinsyah, Briawan D, Retnaningsih, Tin H. *Modul Pelatihan Ketahanan Pangan “Analisis Kebutuhan Konsumsi Pangan.”* Bogor: Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Institut Pertanian Bogor; 2004.
  29. Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *J Health Soc Behav.* 1983;24(4):385–96.
  30. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res.* 1989;28(2):193–213.
  31. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. *Pedoman Interpretasi Data Klinik.* Jakarta: Kementrian Kesehatan RI; 2011.
  32. Prasad AS. Zinc is an Antioxidant and Anti-Inflammatory Agent: Its Role in Human Health. *Front Nutr.* 2014;1(14):1–10.
  33. Saedy M, Bijeh N, Moazzami M. The effect of six weeks of high-intensity interval training with Zinc supplementation on some humoral immunity markers in female futsal players. *Ann Appl Sport Sci.* 2018;6(1):11–9.
  34. Subowo. *Imunologi Klinik.* 2nd ed. Jakarta: Sagung Seto; 2013. 415–434 p.
  35. Moreira A, Kekkonen RA, Delgado L, Fonseca J, Korpela R, Haahtela T. Nutritional modulation of exercise-induced immunodepression in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.*

- 
- 2007;61(4):443–60.
36. Fathima SJ, Khanum F. Blood cells and leukocyte culture – A short review. *Blood Res Transfus J.* 2017;1(2):1–2.
37. Ochizuki KM, Iyauchi RM, Isaki YM, Asezawa NK. Associations between leukocyte counts and cardiovascular disease risk factors in apparently healthy japanese men. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2012;58:181–6.
38. Copper KH. *Antioxidant Revolution.* Tennessee: Thomas Nelson Publisher; 2000.
39. Wahyudi I, Kinanti RG, Andiana O, Abdullah A. Survei kadar leukosit pada atlet karate di koni Kota Malang. *J Sport Sci.* 2019;9(1):1–5.
40. Neves PRDS, Tenório TRDS, Lins TA, Muniz MTC, Pithon-Curi TC, Botero JP, et al. Acute effects of high- and low-intensity exercise bouts on leukocyte counts. *J Exerc Sci Fit.* 2015;13(1):24–8.
41. Irwin MR. Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annu Rev Psychol.* 2015;66:143–72.
42. Pruetz SB. Stress and the immune system. *Pathophysiology.* 2003;9:133–53.
43. Dhabhar FS. Effects of stress on immune function: The good, the bad, and the beautiful. *Immunol Res.* 2014;58:193–210.