

Correlation among Iron Intake, Hemoglobin Level, and VO₂max on Unesa Female Basketball and Volleyball Athlete

Wafa Nugrian Pasa^{1*}, Asrul Bahar¹, Noor Rohmah Mayasari¹, Cleonara Yanuar Dini¹, Satwika Arya Pratama¹, Endang Sri Wahjuni¹

Correspondensi e-mail: wafarian34@gmail.com

¹ Program Studi Gizi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

ABSTRACT

Iron absorption and hemoglobin levels are one of the things that can support VO₂max athlete because it has a mechanism to activate oxygen. The aim of this study was to determine the relationship between iron intake and hemoglobin and VO₂max levels for Unesa women's basketball & volleyball athletes. This type of research is quantitative, analytical and descriptive with a cross-sectional design. The respondents of this research were 38 Unesa women's basketball and volleyball athletes who were selected using the total sampling method and the Slovin formula. Data collection on iron intake was carried out by interviews using the SQ-FFQ form, measuring hemoglobin levels using a digital HB tool and measuring VO₂max values using the MFT method. In the iron intake variable, 92.1% of respondents had iron intake in the poor category and 7.9% had iron intake in the good category. In the hemoglobin level variable, 68.4% of respondents had hemoglobin levels in the good category, 28.9% had hemoglobin levels in the higher category, and 2.6% had hemoglobin levels in the poor category. And at the VO₂max level variable, 81.6% of respondents had a VO₂max level with the less category, 5.3% had a VO₂max level with the sufficient category, and 13.2% had a VO₂max level with the good category. Statistical analysis using the gamma correlation test showed that there was no relationship between iron intake and VO₂max levels with $p\text{-value} = 0.556$ ($p > \alpha 0.05$), there is no relationship between iron intake and hemoglobin levels with $p\text{-value} = 0.811$ ($p > \alpha 0.05$), but there is a relationship between hemoglobin levels and VO₂max levels with $p\text{-value} = 0.037$ ($p < \alpha 0.05$). There is a positive correlation which shows that the higher the hemoglobin level, the higher the VO₂max level.

ARTICLE INFO

Submitted: 23 April 2024

Accepted: 11 May 2024

Keywords:

Female Athlete; Iron Intake; Hemoglobin; VO₂max

Hubungan Asupan Zat Besi dan Kadar Hemoglobin dengan VO₂max Atlet Basket dan Voli Wanita Unesa

ABSTRAK

Penyerapan zat besi dan kadar hemoglobin merupakan salah satu hal yang dapat menunjang VO₂max atlet karena memiliki mekanisme untuk mengaktifkan oksigen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan asupan zat besi dengan kadar hemoglobin dan VO₂max pada atlet basket & voli wanita Unesa. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif, analitik, dan deskriptif dengan pendekatan cross-sectional. Responden penelitian ini adalah atlet basket dan voli wanita Unesa berjumlah 38 atlet yang dipilih dengan metode total sampling dan rumus Slovin. Pengumpulan data asupan zat besi dilakukan dengan wawancara menggunakan formulir SQ-FFQ, pengukuran kadar hemoglobin menggunakan alat HB digital dan pengukuran nilai VO₂max menggunakan metode MFT. Pada variabel asupan zat besi, 92,1% responden memiliki asupan zat besi dengan kategori kurang dan 7,9% yang memiliki asupan zat besi dengan kategori baik. Pada variabel kadar hemoglobin, 68,4% responden memiliki kadar hemoglobin dengan kategori baik, 28,9% memiliki kadar hemoglobin dengan kategori lebih, dan 2,6% memiliki kadar hemoglobin dengan kategori kurang. Dan pada variabel tingkat VO₂max, 81,6% responden memiliki tingkat VO₂max

Kata Kunci:

Atlet Wanita; Zat Besi; Hemoglobin; VO₂max

dengan kategori kurang, 5,3% memiliki tingkat VO_2max dengan kategori cukup, dan 13,2% memiliki tingkat VO_2max dengan kategori baik. Analisis statistik dengan uji korelasi gamma menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara asupan zat besi dengan kadar VO_2max dengan $p\text{-value} = 0,556$ ($p > \alpha 0,05$), tidak ada hubungan antara asupan zat besi dengan kadar hemoglobin dengan $p\text{-value} = 0,811$ ($p > \alpha 0,05$), namun terdapat hubungan antara kadar hemoglobin dengan kadar VO_2max dengan nilai $p\text{-value} = 0,037$ ($p < \alpha 0,05$). Terdapat korelasi positif yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar hemoglobin maka semakin tinggi juga tingkat VO_2max .

DOI: <http://dx.doi.org/10.62870/jgkp.v5i1.25002>

Pendahuluan

Atlet wanita lebih sering mengalami kekurangan asupan zat besi apabila dibandingkan atlet pria. Asupan zat besi yang tidak memadai biasanya menjadi penyebab kekurangan zat besi pada atlet wanita (Sandström *et al.*, 2012). Ditemukan bahwa 52% atlet wanita mengalami kekurangan zat besi dalam tubuh akibat kebiasaan makan yang tidak teratur (Sandström *et al.*, 2012). Asupan energi yang rendah, pola makan vegetarian, dan olahraga ketahanan juga merupakan faktor yang mempengaruhi simpanan zat besi pada tubuh atlet pria dan wanita (Castell *et al.*, 2019). Rata-rata tingkat kebaikan asupan zat besi yang ditemukan pada catatan *food recall* 24 jam pada 20 atlet bulu tangkis putri kurang dari 77% dari kebutuhan, hal ini menunjukkan bahwa asupan zat besi responden tergolong kurang (Fernanda *et al.*, 2021). Penelitian di Jepang, didapatkan hasil bahwa atlet wanita memiliki asupan zat besi rata-rata $8,0 \pm 3,1$ mg/hari, yang lebih rendah dari asupan harian yang direkomendasikan (10,5 mg/hari), tetapi hanya 4 dari 27 wanita (15%) yang memiliki tingkat asupan zat besi lebih banyak dari AKG (Angka Kebaikan Gizi) (Fujii *et al.*, 2015). Atlet wanita per harinya harus mengonsumsi zat besi 15-18 mg (Kemenkes RI, 2014). Fungsi zat besi dalam hal ini yaitu untuk kofaktor dan aktivator dalam pembentukan energi dalam tubuh. (Kemenkes RI, 2014). Kekurangan asupan zat besi akan mengakibatkan penipisan penyimpanan besi karena penurunan serum ferritin di sel retikuloendotelial hati, sumsum tulang dan limpa. Transporter zat besi menurun yang membuat transport zat besi ke sel juga berkurang, dan anemia, dimana kadar / sintesis hemoglobin turun akibat suplai zat besi yang tidak memadai (Clénin *et al.*, 2016)

Atlet wanita juga membutuhkan banyak hemoglobin, karena otot menggunakan darah untuk menyimpan lebih banyak oksigen yang akan meningkatkan sistem pernapasan. Dapat diprediksi bahwa jika kadar hemoglobin seseorang rendah, tubuh tidak akan mampu membawa banyak oksigen ke seluruh tubuh. Ini dikarenakan rendahnya simpanan oksigen di dalam otot, oleh karena itu orang tersebut akan lelah lebih cepat sebab darah tidak mempunyai cukup baik oksigen dalam memulihkan tubuh segera (Hasanan, 2018). 32% remaja putri di Indonesia mengalami anemia (Kementerian Kesehatan RI, 2018a), Prevalensi anemia di Jawa Timur mencapai 5,8% (Kementerian Kesehatan RI, 2018b). Prevalensi tersebut terbilang masih dibawah standar nasional, yaitu sekitar 28% (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2014). Atlet putri yang mengalami anemia akan memiliki kapasitas oksigen tubuh yang lebih rendah, sehingga atlet lebih mudah merasa lelah dan menurunkan prestasinya (Afriani & Ervira P.Desty, 2019). Untuk menghasilkan energi yang digunakan selama latihan dan kompetisi, seorang atlet membutuhkan lebih banyak oksigen. Oksigen akan menggerakkan suplai energi tubuh yang siap pakai (ATP) melalui darah ke seluruh tubuh. Hemoglobin sebagai transport atau alat pengirim oksigen ke seluruh tubuh dapat berpengaruh terhadap daya tahan tubuh seseorang (Hariyanti *et al.*, 2020). Bisa dikatakan bahwa penurunan hemoglobin dan zat besi dalam tubuh akan mempengaruhi tingkat VO_2max atlet wanita.

VO_2max merupakan kinerja paru-paru dalam menerima, menyimpan, dan menggunakan oksigen dalam menghasilkan energi ketika beraktivitas berat (Rahayu & Jaelani, 2015). Seseorang dengan VO_2max yang tinggi akan memiliki oksigen yang baik di dalam tubuhnya untuk digunakan otot sebagai energi, yang sangat membantu untuk menunjukkan pola gerakan yang maksimal dan mendapatkan hasil yang terbaik. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa VO_2max berpengaruh terhadap prestasi atlet, baik atlet *elite* maupun *non-elite* (Benny, 2012; Sahabuddin, 2019).

Hubungan antara tingkat VO_2max atlet dan tingkat hemoglobin sebelumnya telah dibuktikan, dimana salah satu faktor yang berpengaruh terhadap nilai VO_2max pada atlet softball putra Banten adalah hemoglobin (Hariyanti *et al.*, 2020). Perubahan VO_2max seseorang dengan 1 gram hemoglobin adalah 3 ml/menit (Schmidt & Prommer, 2008). Terdapat hubungan positif antara kadar hemoglobin dengan kebugaran jasmani atlet basket wanita di UNNES (Mahastuti *et al.*, 2018). Artinya, antara kadar hemoglobin dan VO_2max terhadap daya tahan memiliki hubungan yang kuat (Jacobs *et al.*, 2011). Hasil

penelitian lain menunjukkan bahwa status hemoglobin yang baik dapat mempengaruhi daya tahan tubuh (Anggraeni & Wirjatmadi, 2019). Hubungan antara tingkat VO₂max dan asupan zat besi juga telah dibuktikan dalam penelitian Purnayanti, dkk, dimana asupan zat besi berhubungan secara signifikan dengan kebugaran jasmani pada atlet basket Komunitas Gianyar Muda (Purnayanti *et al.*, 2019). Terdapat hasil berbeda yaitu antara zat besi (Fe) terhadap VO₂max pada siswa sekolah sepak bola UNDP tidak memiliki hubungan (Rahayu & Jaelani, 2015).

Universitas Negeri Surabaya termasuk perguruan tinggi yang memiliki keunggulan di bidang olahraga yang dibuktikan dengan adanya fakultas yang mengkhususkan ilmu keolahragaan, tuaian prestasi di bidang olahraga, dan memiliki UKM bidang olahraga yang sangat beragam. Namun, masih banyaknya atlet, khususnya atlet wanita *non-elite* di UKM olahraga UNESA yang kurang mendapatkan perhatian lebih dalam pemenuhan asupan zat besi, tingkat hemoglobin, dan VO₂ max. Dalam pengambilan data awal pada atlet bola voli wanita UNESA, 25% atlet wanita mempunyai kadar Hb < 12 mg/dl yang mengindikasikan bahwa atlet tersebut mengalami anemia. Dari pengambilan data awal tersebut juga didapatkan bahwa 45% atlet wanita *non-elite* UKM olahraga UNESA memiliki tingkat asupan zat besi kurang dari 18 mg/hari. Terdapat penelitian lain yang menunjukkan bahwa VO₂ max atlet putri *floorball* UNESA memiliki rata-rata 27,4 ml/kg/min atau berkategori rendah (Agustin & Sulistyarto, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat hubungan asupan zat besi dan kadar hemoglobin dengan VO₂max pada atlet bola basket & voli wanita di Universitas Negeri Surabaya.

Metode

Penelitian kuantitatif digunakan pada penelitian ini dengan memanfaatkan pendekatan *cross sectional design*. Pelaksanaan penelitian ini di Gedung Gelanggang Pemuda Unesa pada bulan Maret – April 2023. Ada sejumlah 60 atlet UKM basket dan voli Unesa yang merupakan populasi penelitian ini. Pengambilan sample menggunakan *total sampling* dengan kriteria inklusi: responden merupakan atlet *non-elite* Unesa; berjenis kelamin wanita; berusia 18—29 tahun dan; menandatangani *informed consent*, kriteria eksklusi: responden mengalami *Nefrotik Syndrome*, Gagal Ginjal Kronik, dan; responden mengikuti pertandingan selama masa penelitian atau pengambilan data. Rumus slovin dibawah ini dipergunakan untuk menentukan total sampel dengan “n” yang merupakan total sampel minimal, “N” merupakan total populasi, serta “d” merupakan taraf kepercayaan. Mengacu pada perhitungan diperoleh hasil jumlah responden pada penelitian sebanyak 37,5 atlet (dibulatkan menjadi 38).

$$n = \frac{N}{1 + (N \times d \times d)}$$

Data primer digunakan pada penelitian ini. Data anamnesis responden diperoleh melalui teknik wawancara yang mencakup identitas umur, cabor, agama, suku, suplemen yang dikonsumsi, kebiasaan merokok, siklus menstruasi. Data asupan zat besi didapatkan melalui teknik wawancara dengan mempergunakan alat bantu buku foto makanan dan formulir SQ-FFQ. Formulir SQ-FFQ ini diadopsi dari penelitian Wahjuni, dkk. (2022) dan telah diuji validitas dan reliabilitasnya terlebih dahulu menggunakan uji *Cronbach Alpha*. Terdapat 65 jenis makanan di formular SQ-FFQ ini dan mendapatkan nilai r=0,44 (>0,3) dan nilai reliabilitas 0,94 (≥0,7) yang menandakan bahwa formular ini valid dan reliabel. Data asupan zat besi diubah kedalam satuan gram per hari serta dilakukan analisis dengan *nutrisurvey*. Data asupan zat besi ini juga dianalisis untuk mendapatkan nilai asupan zat besi *non-heme* dan *heme*. Asupan zat besi dikategorikan menjadi; kurang: <18 mg/hari, baik: ≥18 mg/hari (AKG, 2019). Data kadar hemoglobin diukur dengan bantuan alat hb digital. Kadar hemoglobin dikategorikan menjadi; kurang: <12 g/dL, lebih: >16 g/dL, dan baik: 12-16 g/dL (Wiarto, 2013). Sedangkan data tingkat VO₂max diukur melalui metode *Multistage Fitness Test* (MFT). Metode ini mengharuskan responden untuk berlari 20meter bolak balik dengan mengikuti irama berlari. Hasil dari lari tersebut disesuaikan dengan tabel karakteristik VO₂max (Pasaribu, 2020). Tingkat VO₂max dikategorikan menjadi; kurang: <31 (ml/kg/min), baik: ≥35 (ml/kg/min), cukup :31 – 34.9 (ml/kg/min) (Nurhasan, 2019).

Data yang terkumpul diolah untuk pemeriksaan, pengkodean, pengumpulan, pengecekan dan pengolahan data untuk analisis data. Data karakteristik responden dianalisis dengan deskripsi kategorik berupa std. deviasi, *mean*, nilai *minimum* dan *maximum*. Analisis karakteristik responden meliputi umur, cabang olahraga, agama, suku, suplemen yang diminum, kebiasaan merokok, siklus menstruasi, total asupan zat besi, total asupan zat besi *heme*, persentase asupan zat besi *heme*, serta Persentase asupan zat besi *non heme*, total asupan zat besi *non heme*. Nilai hemoglobin dan VO₂max responden. Analisis bivariat mempergunakan uji korelasi yaitu uji korelasi gamma, untuk menguji variabel dalam skala ordinal (Dahlan, 2016). Variabel penelitian ini yaitu hubungan kadar hemoglobin dengan VO₂max, hubungan asupan zat besi dengan VO₂max, serta hubungan kadar zat besi dengan kadar hemoglobin.

Kode etik kesehatan dalam penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan nomer kode yaitu 109/EA/KEPK/2023.

Hasil

Tabel 1 merupakan tabel distribusi frekuensi karakteristik responden penelitian yang meliputi umur, cabor, agama, suku, suplemen yang dikonsumsi, kebiasaan merokok, siklus menstruasi. Sebagian besar responden berumur 19 tahun berjumlah 20 atlet (52,6%), rata-rata umur dari responden adalah 20 tahun, dimana usia 19 tahun adalah usia yang paling muda serta usia paling tua yaitu 22 tahun. Mayoritas responden tersebut berasal dari cabang olahraga voli yaitu berjumlah 34 atlet (89,5%), dan 4 atlet yang berasal dari cabang basket (10,5%). Seluruh atlet beragama Islam dan mayoritas berasal dari suku Jawa yang berjumlah 34 atlet (89,5%), sisanya berasal dari suku Bugis (5,3%), Madura (2,6%), dan Papua (2,6%). Mayoritas responden tidak mengonsumsi suplemen, hanya 6 atlet saja yang mengonsumsi suplemen (15,6%) dengan rincian suplemen *Enervon C* 1 atlet, *Imboost* 1 atlet, dan *You C 1000* sebanyak 4 atlet. Seluruh responden tidak memiliki kebiasaan merokok (100%) dan juga memiliki siklus menstruasi yang lancar (100%).

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Karakteristik	n	%
Umur		
19 tahun	20	52,6
20 tahun	9	23,7
21 tahun	6	15,8
22 tahun	3	7,9
Agama		
Islam	38	100
Suku		
Bugis	2	5,3
Jawa	34	89,5
Madura	1	2,6
Papua	1	2,6
Mengonsumsi Suplemen		
Ya	6	15,8
Tidak	32	84,2
Kebiasaan Merokok		
Ya	0	0
Tidak	38	100
Siklus Menstruasi		
Lancar	38	100
Tidak lancar	0	0

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Variabel Penelitian

Karakteristik	n	%	Mean \pm SD
Total Asupan Zat Besi			
Kurang (<18 mg/hari)	35	92,1	9,4 \pm 5,6
Baik (\geq 18 mg/hari)	3	7,9	
Asupan Zat Besi Heme			
Kurang (<75%)	38	100	4,5 \pm 2,7
Baik (\geq 75%)	0	0	
Asupan Zat Besi Non-Heme			
Lebih (>15%)	38	100	6,2 \pm 3,6
Baik (<15%)	0	0	
Kadar Hemoglobin			
Kurang (<12 g/dl)	1	2,6	14,6 \pm 1,8
Baik (12-16 g/dl)	26	68,4	
Lebih (>16 g/dl)	11	28,9	
Tingkat VO_2max			
Kurang (<31 ml/kg/min)	31	81,6	27,5 \pm 4,2
Cukup (31-35 ml/kg/min)	2	5,3	
Baik (>35 ml/kg/min)	5	13,2	

Tabel 2 merupakan tabel distribusi frekuensi total asupan zat besi, persentase asupan zat besi *heme*, jumlah asupan zat besi *heme*, persentase asupan zat besi *non-heme*, jumlah asupan zat besi *non-heme* kadar hemoglobin, dan tingkat VO_2max responden. Asupan zat besi dari sebagian besar responden cenderung kurang, yakni sejumlah 35 atlet (92,1%) serta sebanyak 3 atlet dengan asupan zat besi baik (7,9%). Total asupan zat besi dari 38 atlet memiliki rata-rata yaitu 9,4 mg/hr dengan standar deviasinya adalah 5,6. Seluruh atlet memiliki asupan zat besi *heme* lebih sedikit dibandingkan zat besi *non-heme* dari total asupan zat besi mereka. Asupan zat besi *heme* didapatkan rata-ratanya adalah 4,5 mg/hr dengan standar deviasinya adalah 2,7. Nilai minimal untuk asupan zat besi *heme* adalah 1,05 mg/hr. Sedangkan untuk asupan zat besi *non-heme* didapatkan rata-ratanya adalah 6,2 mg/hr dan standar deviasinya 3,6. Distribusi frekuensi pada variabel hemoglobin menunjukkan bahwa kadar hemoglobin dari mayoritas atlet tergolong baik, yakni sejumlah 26 atlet (68,4%), 11 atlet mempunyai kadar hemoglobin kategori lebih (28,9%), dan hanya 1 atlet dengan kadar hemoglobin kategori kurang (2,6%). Pengambilan sampel darah untuk mengetahui kadar hemoglobin atlet ini mendapatkan nilai rata-rata hemoglobin yaitu 14,6 g/dl. Sedangkan distribusi frekuensi pada variabel tingkat VO_2max atlet menunjukkan bahwa sebagian besar memiliki nilai VO_2max yang termasuk dalam kategori kurang, yaitu sebanyak 31 atlet (81,6%), 2 atlet memiliki nilai yang termasuk dalam kategori cukup (5,3%), dan 5 atlet ymemiliki nilai yang termasuk dalam kategori baik (13,2%). Menurut hasil MFT yang dilakukan, nilai $VO_2 max$ atlet memiliki rata-rata sejumlah 27,5 ml/kg/min.

Tabel 3 Analisis Hubungan Asupan Zat Besi dan Kadar Hemoglobin dengan $VO_2 max$

Variabel	Tingkat VO_2max								p	r
	Kurang		Cukup		Baik		Total			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Asupan Zat Besi										
Kurang (<18 mg/hari)	29	76,3%	2	5,3%	4	10,5%	35	92,1%	0,556	0,442
Baik (≥18 mg/hari)	2	5,3%	0	0,0%	1	2,6%	3	7,9%		
Total	31	81,6%	2	5,3%	5	13,2%	38	100%		
Kadar Hemoglobin										
Kurang (<12 g/dl)	0	0,0%	1	2,6%	0	0,0%	1	2,6%	0,037	0,677
Baik (12-16 g/dl)	26	68,4%	0	0,0%	0	0,0%	26	68,4%		
Lebih (>16 g/dl)	5	13,2%	1	2,6%	5	13,2%	11	28,9%		
Total	31	81,6%	2	5,3%	5	13,2%	38	100%		

Data tersebut merupakan hasil analisis uji korelasi gamma antara hubungan asupan zat besi dan kadar hemoglobin dengan VO_2max yang disajikan dalam tabel silang, disertai koefisien korelasi (r), nilai p, dan jumlah responden. Analisis hubungan asupan zat besi dengan VO_2max memperoleh p senilai $0,556 > 0,05$ atau menunjukkan korelasi tidak bermakna antara asupan zat besi dengan VO_2max . Sebagian atlet mempunyai tingkat VO_2max kurang dengan asupan zat besi kurang yaitu ada sejumlah 29 atlet (76,3%) dan asupan zat besi baik dimiliki oleh sejumlah 2 atlet (5,3%). Sebagian atlet memiliki tingkat VO_2max yang cukup dengan asupan zat besi kurang yaitu ada sejumlah 2 atlet (5,3%). Sebagian atlet memiliki tingkat VO_2max yang baik dengan asupan zat besi kurang yaitu sejumlah 4 atlet (10,5%) dan asupan zat besi baik yaitu ada sejumlah 1 atlet (2,6%).

Analisis hubungan kadar hemoglobin dengan VO_2max memperoleh p dengan nilai $0,037 < 0,05$ atau berarti korelasi bermakna antara kadar hemoglobin dengan $VO_2 max$. Korelasi senilai 0,677 adalah positif dan memiliki kekuatan korelasi sedang. Sebagian atlet memiliki tingkat VO_2max yang kurang dengan kadar hemoglobin yang baik sebanyak 26 atlet (68,4%) dan kadar hemoglobin yang lebih sebanyak 5 atlet (13,2%). Sebagian atlet memiliki tingkat VO_2max yang cukup dengan kadar hemoglobin yang kurang sebanyak 1 atlet (2,6%) dan kadar hemoglobin yang lebih sebanyak 1 atlet (2,6%) Sebagian atlet memiliki tingkat VO_2max yang baik kadar hemoglobin yang lebih sebanyak 5 atlet (28,9%)

Tabel 4 Analisis Hubungan Asupan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin

Variabel	Kadar Hemoglobin						p	r		
	Kurang		Baik		Lebih				Total	
	n	%	n	%	n	%			n	%
Asupan Zat Besi										
Kurang(<18mg/hari)	1	2,6%	24	63,2%	10	26,3%	35	92,1%	0,149	0,811
Baik (≥18mg/hari)	0	0%	3	5,3%	1	2,6%	3	7,9%		
Total	1	2,6%	26	68,4%	11	28,9%	38	100%		

Tabel 4 merupakan hasil analisis uji korelasi gamma antara hubungan asupan zat besi dengan kadar hemoglobin yang disajikan dalam tabel silang, disertai koefisien korelasi (r), nilai p , dan jumlah responden. Analisis hubungan asupan zat besi dengan kadar hemoglobin memperoleh p dengan nilai 0,149 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa ada korelasi tidak bermakna antara asupan zat besi dengan kadar hemoglobin. Atlet yang memiliki kadar hemoglobin kurang dengan asupan zat besi kurang yaitu berjumlah 1 atlet (2,6%). Sebagian atlet memiliki kadar hemoglobin yang baik dengan asupan zat besi kurang yaitu ada sejumlah 24 atlet (63,2%) dan asupan zat besi yang baik ada sejumlah 3 atlet (5,3%). Sebagian atlet juga mempunyai kadar hemoglobin lebih dengan asupan zat besi baik yaitu sejumlah 10 atlet (26,3%) dan asupan zat besi baik yaitu sejumlah 1 atlet (2,6%).

Pembahasan

Dalam penelitian ini, kami mengklasifikasikan karakteristik penyerapan zat besi menjadi dua kategori: kategori “kurang” dan “baik”. Studi statistik asupan zat besi total didapatkan hasil bahwa mayoritas responden adalah 35 atlet (92,1%), memiliki asupan zat besi yang kurang, dan atlet dengan asupan zat besi yang baik sebatas 3 atlet (7,9%). Ini sejalan akan penelitian Mahastuti dkk. (2018), seluruh responden yang terdiri dari 18 pemain basket putri dan 12 pemain basket putra (100%) mempunyai asupan zat besi yang kurang. Penelitian lain yang dilakukan Arima & Etisa (2019) menemukan bahwa 29 dari 50 (58%) remaja putri berusia 18-19 tahun memiliki asupan zat besi di bawah AKG. Sebaliknya, penelitian Khasanah (2022) menemukan bahwa sebagian besar remaja putri berusia 18 tahun yang disurvei atau terdapat 58,5% yaitu 38 responden mempunyai asupan zat besi dalam kategori baik, 27 responden (41,5%) memiliki asupan zat besi kurang. Penelitian Kuswari dkk. (2019) menunjukkan asupan zat besi responden atlet taekwondo putri per harinya memiliki rata-rata 21 mg atau berkategori “baik”. ini berlawanan dari penelitian Khasanah (2018). Kuswari dkk. (2019) disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran asupan zat besi dan perbedaan responden terpilih. Pada penelitian Khasanah (2018) dan Kuswari *et al.*, (2018), metode pengukuran zat besi melalui metode *food recall* 3 x 24 jam.

Metode *food recall* dan SQ-FFQ masing-masing memiliki beberapa keunggulan dan kelemahannya. Keunggulan dari *food recall* 3 x 24 jam salah satunya yaitu mengenai beban responden yang lebih ringan (Achadi, 2007). Penggunaan *food recall* 3 x 24 lebih meringankan daya ingat responden karena responden hanya diperintahkan untuk mengingat makanan yang dikonsumsi 3 hari sebelumnya, sementara SQ-FFQ responden diperintahkan untuk mengingat atau memperkirakan makanan apa saja yang telah dikonsumsi dalam waktu 1-3 bulan terakhir yang menyebabkan responden juga melakukan *underreporting* karena tidak semua makanan disebutkan (Achadi, 2007). Sedangkan untuk mengukur zat gizi mikro, lebih baik dan valid menggunakan metode SQ-FFQ (Fitri, 2013). Menurut penelitian Fitri, penggunaan metode SQ-FFQ lebih valid untuk melihat asupan zat gizi mikro jika dibandingkan dengan *food recall* karena metode SQ-FFQ, dimana responden menyebutkan jenis makanan yang dikonsumsi secara keseluruhan dalam satu bulan terakhir dan kemudian diubah dan mendapatkan data asupan gram per harinya (Fitri, 2013). Kerugian serta keuntungan setiap metode ini akan mempengaruhi hasil dari total asupan makanan responden. Selain perbedaan metode untuk mengukur asupan zat besi, perbedaan lainnya juga terlihat dari respondennya yang berbeda. Pada penelitian Khasanah (2018) dan Kuswari, dkk (2018) respondennya yaitu remaja putri SMA dan atlet taekwondo.

Mayoritas responden penelitian ini memiliki asupan zat besi kurang. Kondisi ini terjadi dikarenakan asupan zat besi *non heme* responden yang relatif banyak jika dibandingkan asupan zat besi *heme*. Rata-rata asupan zat besi *heme* adalah 4,5 mg/hr, dimana asupan tersebut masih kurang dari baik (>75% dari total asupan zat besi harian), sedangkan rerata asupan zat besi *non-heme* adalah 6,2 mg/hr yang melebihi batas baik (<15% dari total asupan zat besi harian). Zat besi *non-heme* diserap lebih sulit jika diperbandingkan dengan zat besi *heme*. Selain itu, zat besi *heme* memiliki transporter yang dapat membawanya langsung ke membrane sel dan ke aliran darah. Transporter spesifik *heme* ini tidak bisa digunakan oleh zat besi *non heme*, sehingga penyerapan zat besi *non heme* tidak bisa langsung ke membran sel dan aliran darah. Zat besi *non-heme* sangat sulit dilepaskan dari protein pembawa, hanya sekitar 5% zat besi dalam makanan yang bisa diserap langsung.

Fungsi dari zat besi adalah kofaktor dan aktifator untuk menghasilkan hemoglobin dan energi (Kemenkes RI, 2014). Kekurangan asupan zat besi akan mengakibatkan penipisan penyimpanan besi karena penurunan serum ferritin di sel retikuloendotelial hati, sumsum tulang dan limpa. Transporter zat besi menurun yang membuat transport zat besi ke sel juga berkurang, dan anemia, dimana kadar / sintesis hemoglobin turun akibat suplai zat besi yang tidak menbaiki (WHO,2007 dalam Clénin *et al.*, 2016). Sehingga oksigen yang akan diangkut dari paru-paru ke tubuh akan berkurang.

Pada penelitian ini kadar hemoglobin diklasifikasi menjadi tiga kategori, yaitu kategori kurang (<12 g/dl), kategori baik (12-16 g/dl), dan kategori lebih (>16 g/dl). Hasil penelitian ini yaitu mayoritas responden memiliki kadar hemoglobin baik yakni ada sejumlah 26 responden (68,4%). Hanya satu responden yang kadar hemoglobinnnya kurang, dan 11 responden yang kadar hemoglobinnnya lebih. Hal ini sesuai penelitian dari Mahastuti dkk., (2018), di mana mayoritas responden yaitu 13 orang atlet basket putri mempunyai kadar hemoglobin baik (43,3%) dan sebanyak 5 responden mempunyai kadar hemoglobin kurang (16,7%). Hasil berbeda diperoleh Pretty & Muwakhidah (2017), dimana mayoritas remaja putri memiliki kadar hemoglobin yang rendah (54,4%).

Mayoritas responden yang mempunyai kadar hemoglobin baik salah satu alasannya adalah karena responden memiliki siklus menstruasi yang teratur, sehingga kehilangan darah lebih sedikit dan kadar hemoglobin darahnya tidak terpengaruh. Kehilangan darah saat menstruasi menandakan simpanan zat besi cepat hilang tergantung lamanya menstruasi (fase menstruasi) dan jumlah darah yang dikeluarkan (Gibney *et al.*, 2009). Selain itu, dikarenakan kebaikan zat besi dari responden mayoritas tidak terpenuhi, maka kadar hemoglobin yang baik ini bisa terjadi karena serum ferritin pada responden masih terbaik. Zat besi yang berasal dari makanan akan diserap di usus halus, disimpan dalam *ferritin*, digunakan untuk kebutuhan sel, dan dibawa ke peredaran untuk memenuhi kebutuhan sel-sel tubuh (Domellof, 2007). Namun dikarenakan serum *ferritin* bukan merupakan variabel penelitian ini, maka perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai hubungan antara serum *ferritin* dengan kadar hemoglobin.

Zat gizi mikro lain seperti vitamin B12, asam folat, zat besi, vitamin B6, serta zat gizi makro yaitu protein merupakan zat gizi yang membantu produksi sel darah merah. Defisiensi salah satu zat besi dapat mengganggu proses produksi sel darah merah, dimana hal ini apabila secara kontinyu dapat menimbulkan anemia (Tartowo & Wartonah, 2008). Vitamin B12 dan Vitamin B9 saling mendukung dalam produksi sel darah merah (Gaurifa, 2018). Pembentukan sel darah merah pada struktur tulang dibantu oleh asam folat (Muwakhidah, 2012). Vitamin B6 yang termasuk vitamin B kompleks membantu sebagai katalis sintesis *heme* pada hemoglobin (Gaurifa, 2018). Zat besi yang tidak tersedia secara bebas diikat oleh protein untuk diangkut dan menjadi transferrin dan dibawa ke sumsum tulang belakang untuk berikatan dengan hemoglobin (Andarina & Suarmi, 2006). Beberapa asupan mikronutrien ini mungkin berhubungan dengan kadar hemoglobin. Namun asupan tersebut tidak menjadi variabel dalam penelitian ini, dan hubungan antara vitamin B12, dan vitamin B6, asam folat, serta kadar protein dan hemoglobin memerlukan penelitian lebih lanjut.

Hemoglobin adalah metaloprotein utama sel darah merah. Fungsinya yaitu mengangkut karbon dioksida ke paru-paru dari jaringan perifer serta mengangkut oksigen menuju jaringan perifer dari paru-paru (Irianto, 2017). Semua jaringan tubuh dan produk metabolisme disuplai dengan makanan dan oksigen melalui darah. Tubuh dapat terlindung dari berbagai macam penyakit, virus, bakteri, dan bahan kimia melalui peredaran darah yang terus menerus oleh jantung (Anggi, 2014). Tingkat $VO_2 max$ dalam penelitian ini dikategorikan ke dalam kategori kurang (<31 ml/kg/min), kategori cukup (31-34.9 ml/kg/min), dan kategori baik (≥ 35 ml/kg/min). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat $VO_2 max$ atlet mayoritas adalah kurang, yaitu sebanyak 31 atlet (81,6%). Ini sesuai penelitian dari Pretty & Muwakhidah (2017) yang mendapatkan hasil yaitu mayoritas remaja putri memiliki kebugaran jasmani yang kurang (54,4%). Sementara penelitian lainnya dari Mahastuti, dkk (2018) didapatkan hasil yaitu mayoritas responden yaitu atlet basket wanita dan pria memiliki kebugaran jasmani yang baik (40%). Perbedaan yang didapatkan antara penelitian ini dengan penelitian Mahastuti, dkk (2018) terjadi karena perbedaan dalam metode pengukuran VO_2max , dimana pada penelitian Mahastuti, dkk (2018) menggunakan metode *balke test*.

Perbedaan dari metode *balke test* dan MFT adalah dari cara responden berlari. Pada MFT, responden berlari selama 20 menit dengan kecepatan dan waktu yang terus meningkat atau terdapat levelnya, sedangkan pada *balke test* tidak terdapat level atau tuntutan untuk meningkatkan kecepatan, hanya mengukur sejauh apa responden berlari selama 15 menit (Parekh, 2017). Kedua perbedaan tersebut bisa menjadi salah satu faktor mengapa terdapat hasil yang berbeda antara kedua penelitian.

Asupan zat besi yang kurang menjadi salah satu faktor mengapa tingkat VO_2max responden mayoritas kurang. Fungsi zat besi sebagai aktivator dan kofaktor pembentukan energi dan hemoglobin menjadi menurun, sehingga terjadi penumpukan asam laktat yang membuat tubuh mudah lelah (Nuraini, 2010; Guyton dan Hall, 2011). *Iron-response proteins* (IRP) mengatur respons seluler terhadap tingkat zat besi intraseluler. Jalur faktor induksi hipoksia (HIF) mengatur respons seluler terhadap oksigen. Hipoksia menghambat degradasi IRP2 dan meningkatkan regulasi ekspresi gen target HIF, reseptor transferin 1 (TfR1) dan logam *divalent transporter 1* (DMT1), yang menyandikan protein serapan besi. Pengurangan zat besi intraseluler menginduksi jalur HIF dengan menghambat *prolyl* hidroksilase HIF enzim (PHD). Selain itu, HIF2 tunduk pada represi translasi oleh IRP1 sebagai respons

terhadap defisiensi besi. HIF2 mengontrol transkripsi *erythroporotein* (EPO) sebagai respons terhadap hipoksia. Pada gilirannya, EPO menginduksi produksi *erythroferone* (ERFE) di sumsum tulang, yang menghambat ekspresi hepcidin di hati. Hepcidin menargetkan besi-ekspor protein ferroportin (FPN) di usus. Selain diatur oleh IRP dan hepcidin, FPN di usus enterosit diregulasi HIF2 sebagai respons terhadap hipoksia (Littleton & Alistair Robbins, 2017)

Dari hasil analisis uji statistik pada tabel 3 diperoleh nilai p sebesar 0,556 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan asupan zat besi dengan VO_2max tidak bermakna. Hal ini sesuai dengan penelitian Dewi & Wirjatmadi (2017) yang tidak menemukan hubungan asupan zat besi dengan VO_2max pada atlet Pencak IPSI Lamongan. Berbeda dengan penelitian Pretty & Muwakhidah (2017), terdapat hubungan yang signifikan antara kadar zat besi yang baik dengan kebugaran jasmani (uji *Harvard*) pada remaja putri SMA N 1 Sukoharjo dengan p -value 0,0001. Demikian pula penelitian Kuswari dkk. (2019) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara zat besi dengan kebugaran jasmani (VO_2max) atlet Taekwondo Chibinong dengan nilai p value sebesar 0,007. Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian Pretty & Muwakhidah (2017) dan Kuswari *et al.* (2019) mungkin disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran asupan zat besi dan tes kebugaran jasmani. Pada penelitian Pretty & Muwakhidah (2017), metode yang digunakan untuk mengukur asupan zat besi dalam sebulan terakhir adalah SQ-FFQ, dan tes kebugaran jasmani adalah tes *Harvard*. Pada penelitian Kuswari dkk (2019), metode pengukuran asupan zat besi adalah *food recall* 1x24 jam dan tes kebugaran jasmani adalah MFT.

Metode *food recall* dan SQ-FFQ masing-masing memiliki beberapa keunggulan dan kelemahannya. Keunggulan dari *food recall* 3 x 24 jam salah satunya yaitu mengenai beban responden yang lebih ringan (Achadi, 2007). Penggunaan *food recall* 3 x 24 lebih meringankan daya ingat responden karena responden hanya diperintahkan untuk mengingat makanan yang dikonsumsi pada 3 hari sebelumnya, sedangkan pada SQ-FFQ responden diperintahkan untuk mengingat atau memperkirakan makanan apa saja yang telah dikonsumsi dalam waktu 1-3 bulan terakhir yang menyebabkan responden juga melakukan *underreporting* karena tidak semua makanan disebutkan (Achadi, 2007). Sedangkan keunggulan dari SQ-FFQ adalah metode ini lebih valid digunakan untuk mengukur asupan zat gizi mikro (Fitri, dkk, 2013). Menurut penelitian Fitri, penggunaan metode SQ-FFQ lebih valid dalam melihat asupan zat gizi mikro jika dibandingkan dengan *food recall* karena pada metode SQ-FFQ, dimana responden menyebutkan semua jenis makanan yang dikonsumsi dalam satu bulan terakhir yang kemudian diubah dan mendapatkan data asupan gram per harinya (Fitri, 2013). Keuntungan dan kerugian dari masing-masing metode tersebut akan mempengaruhi hasil dari total asupan makanan responden. Perbedaan metode antara *harvard test* dan MFT terlihat pada teknik pengukurannya, dimana *harvard test* mengukur tingkat $VO_2 max$ melalui percobaan naik-turun bangku selama 5 menit sedangkan MFT mengukur tingkat $VO_2 max$ melalui lari bolak balik dengan jarak lari yaitu 20 meter (Adhidarma, 2016; Parekh, 2017). Perbedaan ini menjadi faktor mengapa hasil penelitian menjadi berbeda.

Hasil analisis uji statistik pada tabel 3 menghasilkan p -value sebesar 0,037 ($p < 0,05$) yang menunjukkan hubungan antara hemoglobin dengan $VO_2 max$ signifikan. Hubungan nilai korelasi hemoglobin dengan VO_2max sebesar 0,677 menunjukkan korelasi positif dengan kekuatan korelasi kuat. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang menunjukkan adanya hubungan antara hemoglobin dan $VO_2 max$ pada remaja putri (Khasanah, 2018; Pretty 2017). Menurut Mutiara *et al.* (2023) saat ini tidak ada hubungan antara kadar hemoglobin dengan kebugaran jasmani pada remaja putri. Menurutnya, ada faktor lain yang mempengaruhi kebugaran jasmani seseorang, yaitu aktivitas fisik dan istirahat. Namun penelitian ini tidak memasukkan variabel aktivitas fisik dan istirahat sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai topik ini. Atlet wanita membutuhkan hemoglobin dalam jumlah besar. Ini karena otot menggunakan darah untuk menyimpan lebih banyak oksigen dan meningkatkan pernapasan. Kadar hemoglobin yang rendah memperkirakan bahwa tubuh akan kurang mampu mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Hal ini disebabkan karena simpanan oksigen di otot rendah dan seseorang cepat lelah karena oksigen dalam darah tidak cukup untuk memulihkan tubuh dengan cepat (Hasanan, 2018).

Atlet memerlukan lebih banyak oksigen untuk menghasilkan energi yang mereka perlukan selama latihan dan kompetisi. Oksigen mengangkut pasokan energi siap pakai (ATP) tubuh ke seluruh tubuh melalui darah. Daya tahan tubuh yang baik tidak terlepas dari kemampuan organ tubuh seperti jantung dan paru-paru dalam berperan sebagai alat pengangkut oksigen melalui media pengangkut hemoglobin (Hariyanti *et al.*, 2020). Dapat dikatakan bahwa penurunan hemoglobin dalam tubuh mempengaruhi nilai $VO_2 max$ atlet putri.

Dari hasil analisis uji statistik pada tabel 3 diperoleh p -value sebesar 0,811 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa hubungan antara asupan zat besi dengan kadar hemoglobin tidak signifikan. Hasil ini sesuai dengan penelitian Shannon *et al.* (2014) tidak terdapat hubungan antara asupan zat besi dengan kadar hemoglobin pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulung, p -value =

0,198. Hal ini berbeda dengan pendapat Utami, dkk. (2013) dalam penelitian yang dilakukan pada siswa sekolah dasar di Kecamatan Bolan dimana hasilnya menunjukkan adanya hubungan antara asupan zat besi dengan kejadian anemia.

Zat gizi mikro lain seperti zat besi, vitamin B12, asam folat, vitamin B6, dan zat gizi makro yaitu protein merupakan zat gizi yang membantu untuk produksi sel darah merah. Defisiensi salah satu zat besi dapat mengganggu proses produksi sel darah merah yang jika dibiarkan secara terus menerus dapat menimbulkan anemia (Tartowo & Wartolah, 2008). Vitamin B12 dan Vitamin B9 saling mendukung dalam produksi sel darah merah (Gaurifa, 2018). Pembentukan sel darah merah pada struktur tulang dibantu oleh asam folat (Muwakhidah, 2012). Vitamin B6 yang merupakan bagian dari vitamin B kompleks membantu sebagai katalis sintesis *heme* pada hemoglobin (Gaurifa, 2018). Zat besi yang tidak tersedia secara bebas diikat oleh protein untuk diangkut dan menjadi transferrin dan dibawa ke sumsum tulang belakang untuk berikatan dengan hemoglobin (Andarina & Suarmi, 2006). Beberapa asupan mikronutrien ini mungkin berhubungan dengan kadar hemoglobin. Namun asupan tersebut tidak menjadi variabel dalam penelitian ini, dan hubungan antara vitamin B12, asam folat, dan vitamin B6 serta kadar protein dan hemoglobin memerlukan penelitian lebih lanjut.

Keterbatasan dalam penelitian ini yaitu: 1) Usia, jenis kelamin, umur, protein yang bukan merupakan variabel yang diteliti mungkin bisa menjadi faktor lain dari tingkat VO_2max , 2) Ada beberapa faktor lain yang mungkin berhubungan dengan hemoglobin seperti vitamin B12, asam folat, vitamin B6, protein, yang bukan merupakan variabel yang diteliti, 3) Pemilihan instrumen SQ-FFQ untuk mengumpulkan data asupan zat besi memiliki beberapa kelemahan yaitu asupan zat besi hanya sebatas ingatan responden terhadap asupannya selama 3 bulan terakhir, 4) Pengumpulan sampel darah dengan berbagai kadar hemoglobin menggunakan alat digital ini hanya sebatas pengukuran kadar hemoglobin saja. Nilai hematokrit, sel darah putih, MCH, MCHC, MCV, dan trombosit yang merupakan unsur penting dalam mengukur konsentrasi darah tidak dapat dideteksi, 5) Serum ferritin yang merupakan simpanan zat besi didalam tubuh tidak dapat diambil datanya dikarenakan keterbatasan alat.

Kesimpulan

Terdapat hubungan antara kadar hemoglobin dengan $VO_2 max$ atlet basket dan voli wanita Unesa, namun tidak ditemukan hubungan antara asupan zat besi dengan $VO_2 max$ dan tidak terdapat hubungan asupan zat besi dan kadar hemoglobin atlet basket dan voli wanita Unesa

Daftar Pustaka

- Achadi, E. (2007). *Gizi dan Kesehatan Masyarakat*. Raja Grafindo Persada.
- Adhidarma, N. C. (2016). Karakteristik Tingkat Kebugaran Kardiorespirasi Siswa Kelas 6 SD di Desa Mengwitani Tahun 2014. *E-Jurnal Medika*, 5(5). 1002006144-2-5 Jurnal Chandra Fix Medika.pdf (unud.ac.id)
- Afriani, Y., & Ervira P.Desty. (2019). Hemoglobin Levels and Nutrients Intake on Young Soccer Athletes in Yogyakarta. *Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreation*, 8(3), 107-112. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/peshrPhone/Fax>
- Agustin, D., & Sulistyarto, S. (2017). Analisis Kondisi Fisik Atlet Putri Floorball Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 5(2), 29-36. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/7/article/viewFile/21676/19869>
- Andarina, D., & Sumarmi, S. (2006). Hubungan Konsumsi Protein Hewani dan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin pada Balita Usia 13-36 Bulan. *The Indonesian Journal of Public Health*, 3(1), 19-23.
- Anggi, I. M. (2014). Hubungan Asupan Energi, Protein, Zat Besi dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Hemoglobin Tenaga kerja di Pabrik Pengolahan Rambut TP. WON JIN Indonesia. *Journal of Nutrition College*, 3(4).
- Anggraeni, L., & Wirjatmadi, R. B. (2019). Status Hemoglobin, Kebiasaan Merokok dan Daya Tahan Kardiorespirasi ($Vo_2 Max$) pada Atlet Unit Kegiatan Mahasiswa Bola Basket. *Media Gizi Indonesia*, 14(1), 27-34. <https://doi.org/10.204736/mgi.v14i1.14-27-34>
- Arima, L. A. T., & Etisa, A. M. (2019). Hubungan Asupan Zat Besi Heme, Zat Besi Non-Heme dan Fase Menstruasi dengan Serum Feritin Remaja Putri. *Journal of Nutrition College*, 8(2). *Journal of Nutrition College* (undip.ac.id)
- Benny, B. (2012). Kontribusi Tingkat Vo_2max terhadap Prestasi Atlet Unggulan Sulawesi Selatan. *Jurnal Pendidikan Keperawatan Olahraga*, 4(3).
- Castell, L. M., Nieman, D. C., Bermon, S., & Peeling, P. (2019). Exercise-Induced Illness and Inflammation: Can Immunonutrition and Iron Help? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2). <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2018-0288>

- Clémin, G., Cordes, M., Huber, A., Schumacher, Y., Noac, N., Scales, J., & Kriemler, S. (2016). Position Stand Iron Deficiency in Sports Definition Influence on Performance and Therapy Consensus Statement of the Swiss Society of Sports Medicine. In *Swiss Sports & Exercise Medicine* (Vol. 64, Issue 1).
- Dahlan, M. S. (2016). *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Epidemiologi Indonesia.
- Dewi, K. I., & Wirjatmadi, R. B. (2017). Hubungan Keabakan Vitamin C dan Zat Besi dengan Kebugaran Jasmani Atlet Pencak IPSI Lamongan. *Media Gizi Indonesia*, 12(1), 1–3. <https://ojs2.e-journal.unair.ac.id/MGI/article/download/5111/4787>
- Domellof, M. (2007). Iron Requirements, Absorption and Metabolism in Infancy and Childhood. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 10(3). <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e3280523aaf>
- Fernanda, C., Gifari, N., Mulyani, E. Y., Nuzrina, R., & Ronitawati, P. (2021). Hubungan Asupan, Status Gizi, Aktivitas Fisik, Tingkat Stres dan Siklus Menstruasi Atlet Bulutangkis. In *Sport and Nutrition Journal* (Vol. 3). <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/spnj/>
- Fitri, N. (2013). Studi Validasi Semi-Quantitatif Food Frequency Questionnaire dengan Food Recall 24 Jam pada Asupan Zat Gizi Mikro Remaja Di SMA Islam Athira Makassar. *Hasanudin University Repository*. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:repository.unhas.ac.id:123456789/6050>
- Fujii, T., Okumura, Y., Maeshima, E., & Okamura, K. (2015). Sports and Exercise Medicine Dietary Iron Intake and Hemoglobin Concentration in College Athletes in Different Sports. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 1–5. <https://clinmedjournals.org/articles/ijsem/international-journal-of-sports-and-exercise-medicine-ijsem-1-029.pdf>
- Gaurifa, A. M. (2018). *Hubungan Asupan Vitamin B9 dan Vitamin B12 Terhadap Kadar Hemoglobin Anak Balita Gizi Kurang Usia 12-59 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Petumbukan [Politeknik Kesehatan Medan]*. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018>
- Gibney, M., Margaretts, B., Kearney, J., & Arab, L. (2009). *Gizi Kesehatan Masyarakat*. EGC.
- Guyton, A., & Hall, J. (2011). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. EGC.
- Hariyanti, M. A., Rahayu, N. I., & Pitriani, P. (2020). Hubungan Kadar Hemoglobin dan Vo₂Max Pada Atlet Softball. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 5(1), 16–21. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v5i1.24191>
- Hasanan, F. (2018). Hubungan Kadar Homoglobin dengan Daya Tahan Kardiovaskuler pada Atlet Atletik FIK Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan*, 1–16.
- Irianto, P. (2017). *Pedoman Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan*. CV. Andi Offset.
- Jacobs, R. A., Rasmussen, P., Siebenmann, C., Díaz, V., Gassmann, M., Pesta, D., Gnaiger, E., Nordborg, N. B., Robach, P., & Lundby, C. (2011). Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1422–1430. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00625.2011>
- Khasanah, A. N. (2022). *Hubungan Asupan Zat Besi, Kadar Hemoglobin, dan Status Gizi Terhadap Kebugaran Jasmani Remaja Putri di MA Keterampilan Al-Irsyad Gajah*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Kuswari, M., Handayani, F., Gifari, N., & Nuzrina, R. (2019). Relationship of Energy Intake, Macro and Micro Nutrients to Physical Fitness of Athletes of Dyva Taekwondo Centre Cibinong. *JUARA : Jurnal Olahraga*, 5(1), 19–30. <https://doi.org/10.33222/juara.v5i1.572>
- Littleton, S., & Alistair Robbins, P. (2017). The Interplay Between Iron and Oxygen Homeostasis with A Particular Focus on The Heart. *Journal Appl Physiol*, 123(4), 967–973. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00237.2017>
- Mahastuti, F., Rahfiludin, Z., Bagian Gizi Kesehatan Masyarakat, S., & Kesehatan Masyarakat, F. (2018). Hubungan Tingkat Keabakan Gizi, Aktivitas Fisik dan Kadar Hemoglobin dengan Kebugaran Jasmani. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, 2356–3346. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Mutiara, E. S., Manalu, L., Klise, R. E., Aginta, S., Aini, F., & Rusmalawaty, R. (2023). Analisis Pemberian Tablet Tambah Darah pada Ibu Hamil di Puskesmas: Studi Literature Review. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(2), 125–135. <https://doi.org/10.14710/mkmi.22.2.125-135>
- Muwakhidah. (2012). *Efek Suplementasi Fe, Asam Folat dan Vitamin B12 Terhadap Peningkatan Kadar Hemoglobin (Hb) dan Pada Pekerja 40 wanita (Di Kabupaten Sukoharjo)*. Universitas Diponegoro.
- Nuraini, R. (2010). Hubungan Tingkat Konsumsi Zat Besi dan Vitamin C dengan Kesegaran Jasmani Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Kesehatan*, 3(1), 48–57. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/2311/6.REISYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nurhasan. (2019). Tes dan Pengukuran Pendidikan Olahraga. In *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab* (Vol. 1, Issue 1).
- Parekh, N. (2017). Comparison of VO₂ Max on Balke Treadmill Test in Light Smokers & Non Smokers. *International Journal of Science and Research*, 7(9), 185.

- Pasaribu, A. M. N. (2020). *Tes dan Pengukuran Olahraga*. Yayasan Pendidikan dan Sosial Indonesia Maju.
- Pretty, A., & Muwahhidah. (2017). Hubungan Asupan Zat Besi dan Kadar Hemoglobin dengan Kesegaran Jasmani pada Remaja Putri di SMAN 1 Polokarto Kabupaten Sukoharjo. *Seminar Nasional Gizi*, 179–187. https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/8695/Prosiding_Semnas-GIZI-2017_18.pdf?sequence=1
- Purnayanti, N. M. S., Ambartana, I. W., & Sukraniti, D. P. (2023). Tingkat Konsumsi Vitamin C, Zat Besi Dan Status Gizi Dengan. *Jurnal Ilmu Gizi: Journal of Nutrition Science*, 9(1), 7–14. <http://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/JIG/article/view/jig774%0ATINGKAT>
- Rahayu, E. P., & Jaelani, M. (2015). Asupan Fe, Kadar Hemoglobin dan VO₂ Max pada Siswa Sekolah Sepak Bola. *Jurnal Riset Gizi*, 3, 13–18. <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jrg/article/view/4320/0>
- Sahabuddin. (2019). Analisis Antropometrik Dan VO₂ Max Dengan Prestasi Pemain BKMFB Tenis Meja FIK UNM. *Journal of Physical Education, Sport and Recreation*, 2(1), 128–143.
- Sandström, G., Börjesson, M., & Rödger, S. (2012). *Iron Deficiency in Adolescent Female Athletes-Is Iron Status Affected by Regular Sporting Activity?* www.cjsportmed.com
- Schmidt, W., & Prommer, N. (2008). Effects of Various Training Modalities on Blood Volume. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(57), 69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00833.x>
- Shanon, G. M., Alexander, S. L. B., & Shirley, E. S. K. (2014). Hubungan Antara Asupan Protein Dan Zat Besi Dengan Kadar Hemoglobin Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Angkatan 2013 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal E-Biomedik (EBM)*, 2(3).
- Tartowo, & Wartonah. (2008). *Keperawatan Medikal Bedah Gangguan Sistem Hematologi*. Trans Info Media.
- Utami, S., Nelly, M., & Julia, R. (2013). Hubungan asupan zat gizi dengan kejadian anemia pada anak sekolah dasar di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Ejournal Keperawatan*.
- Wahjuni, Endang Sri, dkk. (2022). Hubungan Status Gizi dan Tingkat Kebugaran Atlet Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya.
- Wiarso, G. (2013). *Fisiologi dan Olahraga*. Graha Ilmu.