

HEMATOKRIT DAN KADAR HEMOGLOBIN DENGAN KONSUMSI OKSIGEN MAKSIMAL (VO₂MAKS) PADA ATLET REMAJA

Hematocrites and hemoglobin levels with maximum oxygen consumption (VO₂maks) in adolescent athletes

Rini Wuri Astuti

Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Email : riniwuri@yahoo.com

Abstrak

Latar Belakang : Kapasitas fisiologi dan latihan yang menggunakan aktivitas aerobik yang tinggi pada akhirnya akan menunjukkan konsumsi oksigen secara maksimum (VO₂ maks) yang merupakan indikator untuk menentukan kebugaran atlet dalam upaya mencapai kesuksesan.¹ Kebugaran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu latihan yang intensif dan teratur, faktor genetik, dan asupan gizi yang cukup.² Badan Tim Nasional PSSI mengemukakan bahwa atlet sepak bola profesional Indonesia sering mengalami penurunan daya tahan pada babak kedua khususnya mulai menit ke-60. Dokter Tim Nasional Indonesia juga menyatakan bahwa untuk keseluruhan tim U-16 dan U-19, ditemukan rata-rata nilai hemoglobin kurang lebih 80 % berada di bawah standar atlet. VO₂ maks dipengaruhi indikator hematologi seperti hemoglobin (Hb) dan hematokrit (Hct), yang berperan dalam mentransfer oksigen pada jaringan yang aktif. Fungsi hemoglobin dalam tubuh tergantung kemampuannya bergabung dengan oksigen dalam paru-paru, kemudian melepas oksigen dalam jaringan kapiler. Hematokrit adalah porsi dari total volume darah yang dibentuk oleh sel darah merah.³ Oleh karena itu perubahan indikator biokimia Hb dan Hct ini berpengaruh pada performa fisik atlet. **Tujuan :** Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan hematokrit (Hct) dan kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja. **Metode :** Desain penelitian *cross-sectional* dengan sampel dipilih secara *simple random sampling*. Data Kadar hemoglobin dan hematokrit diperoleh dengan menggunakan alat pengukur digital (pengambilan darah melalui pembuluh perifer), sedangkan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) dengan pengukuran metode *Multi Stage Fitness Test*. Analisa bivariat dengan uji non parametrik *Spearman Correlation* dengan tingkat kepercayaan 95% dan *Cochran's Mantel-Haenszel*. **Hasil:** Tidak ada hubungan bermakna hematokrit (Hct) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p=0,485$, $r = 0,080$ ($p>0,05$). Ada hubungan bermakna kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p= 0,002$, $r =0,323$ ($p<0,05$). Ada pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan Hct dengan tingkatan vo₂maks $p= 0,036$ ($p<0,05$). Ada pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan hemoglobin dengan tingkatan VO₂maks $p= 0,004$ ($p<0,05$). Tidak ada pengaruh jenis cabang olahraga terhadap hubungan Hct dengan VO₂maks $p=0,613$ ($p>0,05$). Ada pengaruh cabang olahraga terhadap hubungan kadar Hb dengan VO₂maks $p= 0,005$ ($p<0,05$).

Kata kunci : Hematokrit (Hct), kadar Hemoglobin (Hb), Konsumsi Oksigen Maksimum (VO₂ maks), Atlet Remaja

Abstract

Physiological capacity and exercise using high aerobic activity will ultimately show maximal oxygen consumption (VO₂ max) which is an indicator for determining athlete's fitness in order to achieve success.¹ Fitness is influenced by several factors: intensively and regularly practice, genetic factors, and sufficient nutritional intake.² PSSI National Team Agency argued that Indonesian professional soccer athletes often experience decreased endurance in the second half, especially starting on the 60th minute. The Indonesian National Team doctor also stated that for the overall U-16 and U-19 teams, it was found that more or less 80% the average hemoglobin value was below the athlete's standard. VO₂ max influenced hematologic indicators such as hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct), which play a role in transferring oxygen to the active tissue. The function of hemoglobin in the body depends on its ability to join oxygen in the lungs, then release oxygen in capillary tissue. Hematocrit is a portion of the total blood volume formed by red blood cells.³ Therefore, changes in biochemical indicator Hb and Hct affect the physical performance of the athlete. The general objective of

this study was to analyze the correlation of hematocrit (Hct) and Hemoglobin (Hb) with maximal oxygen consumption (VO₂ max) in teenager athletes. This is cross-sectional study with the sample was chosen by simple random sampling. Data The hemoglobin and hematocrit levels were obtained by using digital measuring devices (taking blood through peripheral vessels), while maximum oxygen consumption (VO₂ max) was measured by the Multi Stage Fitness Test method. Bivariate analysis with Spearman Correlation nonparametric test with 95% confidence level and Cochran's Mantel-Haenszel. No significant association of hematocrit (Hct) with maximum oxygen consumption (VO₂ max) of teenager athletes $p = 0,485$, $r = 0,080$ ($p > 0,05$). There was a significant association of Hemoglobin (Hb) with maximum oxygen consumption (VO₂ max) of teenager athletes $p = 0,002$, $r = 0,323$ ($p < 0,05$). There was a gender effect on the Hmt relationship with vo₂max levels $p = 0.036$ ($p < 0.05$). There was a gender effect on the hemoglobin relationship with the level of VO₂max $p = 0.004$ ($p < 0.05$). There was no influence of the sports type on the Hmt relationship with VO₂max $p = 0.613$ ($p > 0.05$). There was an influence of the sport on the association of Hb content with VO₂max $p = 0.005$ ($p < 0.05$).

Keywords: Hematocrit (Hct), Hemoglobin (Hb), Maximum Oxygen Consumption (VO₂ max), Teenager Athlete.

PENDAHULUAN

Olahraga merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik yang dilakukan secara terencana untuk berbagai tujuan, antara lain mendapatkan kesehatan, kebugaran, rekreasi, pendidikan, dan prestasi. Sehingga penting memahami hubungan nutrisi, gaya hidup, *self image*, dan kinerja fisik (Irianto, 2007). Gizi adalah salah satu faktor utama bagi atlet dalam mencapai kesuksesan, selain faktor genetik, dan tingkat latihan. Kapasitas fisiologi dan latihan yang menggunakan aktivitas aerobik yang tinggi juga pada akhirnya akan menunjukkan konsumsi oksigen secara maksimum (VO₂maks) yang merupakan indikator untuk menentukan kebugaran atlet dalam upaya mencapai kesuksesan (Salarkia, 2004).

Badan Tim Nasional PSSI mengemukakan bahwa atlet sepak bola profesional Indonesia sering mengalami penurunan daya tahan pada babak kedua khususnya mulai menit ke-60. Atlet sepak bola Indonesia juga kehilangan berat badan sebanyak 3 kg selama 90 menit pertandingan karena kehilangan cairan yang keluar melalui keringat. Pada babak berikutnya ternyata atlet mengalami penurunan stamina, kecepatan, dan konsentrasi (Toruan, 2010). Dokter Tim Nasional Indonesia, juga menyatakan bahwa untuk keseluruhan tim U-16 dan U-19, ditemukan rata-rata nilai hemoglobin kurang lebih

80 % berada di bawah standar atlet. Pencapaian prestasi atlet sepak bola Indonesia masih belum memuaskan, setelah 26 tahun semenjak juara terakhir pada SEA Games 1991 di Manila, timnas U-19 baru membuka kesuksesan sepak bola Indonesia dengan berhasil meraih gelar juara Piala AFF. Pada *Sea Games* 2013 di Myanmar, timnas U-23 belum berhasil membawa medali emas. Atlet sepak bola Indonesia kembali mengalami kekalahan pada babak kualifikasi Piala Asia 2015 (Thomas, 2013).

VO₂maks adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat dikonsumsi selama aktivitas fisik yang intens sampai akhirnya terjadi kelelahan (Astoria 2000, Welsman, 1996). VO₂ max dipengaruhi oleh indikator hematologi seperti hemoglobin (Hb) dan hematokrit (Hct), yang berperan dalam mentransfer oksigen pada jaringan yang aktif. Atlet khususnya *endurance* akan mengalami peningkatan plasma yang diiringi dengan penurunan kadar Hb dan Hct. Namun atlet yang mengalami dehidrasi maka kadar hematokrit akan meningkat sebagai respon latihan yang panjang (Firstsportsnutrition, 2016).

Atlet remaja dikarakteristikan sebagai kelompok usia yang resisten terhadap insulin, memiliki respon metabolik (glikolitik) yang berbeda selama latihan, memiliki laju oksidasi lemak yang cenderung lebih tinggi, serta menunjukkan

mekanisme kompensasi panas yang berbeda dibandingkan usia dewasa (Steiger, 2007). Pertumbuhan dan perkembangan fisik yang terjadi pada masa remaja antara lain: penambahan tinggi badan, berat badan, konsumsi oksigen maksimal, kapasitas aerobik, dan kekuatan otot (Stang, 2012).

Pelaksanaan penelitian akan dilakukan di KBIO (Kelas Bakat Istimewa Olahraga) SMA Negeri Satu Sewon, Kabupaten Bantul. SMA Negeri Satu Sewon ini merupakan satu-satunya sekolah di Kabupaten Bantul yang memiliki kelas khusus bidang olahraga, yang membina atlet remaja dengan latihan rutin untuk meningkatkan prestasi dan performa para atletnya.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk menganalisis untuk menganalisis hubungan hematokrit (Hct) dan kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO_2 maks) pada atlet remaja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya materi bahan ajar mata kuliah GDDK dan Gizi Olah Raga khususnya tentang hubungan hematokrit (Hct) dan kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO_2 maks) pada atlet remaja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional */explanatory research* dengan rancangan cross sectional dimana variabel bebas dan variabel terikat diukur dalam waktu yang bersamaan. Penelitian dilaksanakan selama tiga minggu yaitu pada bulan April sampai dengan Mei 2017.

Subjek penelitian berjumlah 74 orang yang dipilih secara acak (*simple random sampling*) berdasarkan kriteria inklusi, yaitu: jenis kelamin laki-laki berusia 15 – 19 tahun, sehat jasmani (tidak sedang cidera) atau dalam perawatan dokter, tidak merokok dan mengkonsumsi alkohol, cukup tidur dan tidak sedang melakukan aktivitas fisik berat

sebelum penelitian, tidak mempunyai riwayat penyakit jantung dan paru-paru, serta bersedia mengikuti penelitian melalui *informed consent*.

Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri dari hematokrit, kadar hemoglobin, jenis kelamin, dan jenis cabang olah raga, sedangkan variabel terikatnya adalah konsumsi oksigen maksimum. Konsumsi oksigen maksimum merupakan jumlah rata-rata oksigen maksimal yang dapat dikonsumsi oleh atlet selama melakukan aktivitas fisik yang intens, diperoleh dengan pengukuran metode *Multi Stage Fitness Test*. Kadar Hemoglobin didefinisikan sebagai jumlah gram hemoglobin per 100 ml darah yang dinyatakan dalam satuan gr/dl. Sedangkan hematokrit merupakan perbandingan sel darah merah dengan volume darah atlet dalam satuan persen. Pengambilan sampel darah melalui pembuluh darah kapiler pada ujung jari menggunakan alat ukur Digital.

Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan data gambaran karakteristik subjek, hematokrit, kadar hemoglobin dan konsumsi oksigen maksimum. Analisa bivariat dengan uji non parametrik *Spearman Correlation* dengan tingkat kepercayaan 95% dan *Cochran's Mantel-Haenszel*.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Subjek Penelitian

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Kategori	n	%
Jenis Kelamin	Laki-laki	55	69,6
	Perempuan	24	30,4
Jumlah		79	100.0
Cabang Olah Raga	Taekwondo	4	5,1
	Sepak Bola	28	35,4
	Voli	16	20,3
	Badminton	12	15,2
	Atletik	4	5,1
	Basket	11	13,9
	Karate	2	2,5
	Tenis Lapangan	2	2,5
Jumlah		79	100.0
Heart Rate	Normal	56	70,9
	Tidak bugar	23	20,1
Jumlah		79	100.0
Hemoglobin	Tidak Normal	11	13,9
	Normal	68	86,1
Jumlah		79	100.0
Hematokrit	Tidak Normal	10	12,7
	Normal	69	87,3
Jumlah		79	100.0
VO ₂ MAks	Poor	2	2,5
	Fair	15	19,0
	Good	40	50,6
	Excellent	21	26,6
	Superior	1	1,3
Jumlah		79	100.0

Berdasarkan Tabel 1, diketahui subjek penelitian sebagian besar yaitu 55 atlet (69,6 %) berjenis kelamin laki-laki, dimana 35,4 % merupakan atlet sepak bola; 20,3 % atlet voli; 15,2 % atlet badminton, sedangkan sebagian yang lain sebagai atlet taekwondo, atletik, basket, karate, dan tenis lapangan.

Pengukuran denyut nadi (*Heart Rate*) dilakukan terhadap semua subjek penelitian untuk mengetahui tingkat kebugaran. Dengan mengetahui denyut nadi seorang atlet, maka dapat dilihat secara sekilas kinerja jantung atlet tersebut dalam kondisi prima atau belum. Dari Tabel 1. diketahui 59 atlet (70,9 %) menunjukkan nilai kebugaran dalam kategori normal, sedangkan 23 atlet (20,1 %) memiliki nilai denyut nadi > 90 per menit. Denyut nadi untuk atlet sedikit berbeda dengan orang

normal pada umumnya, atlet dengan denyut nadi yang rendah (< 40 per menit) menunjukkan bahwa atlet tersebut memiliki kebugaran yang sangat baik.

Indikator hematologi seperti hemoglobin dan hematokrit memiliki peran untuk mentransfer oksigen pada jaringan yang aktif (Firstsportsnutrition, 2016), Sehingga adanya perubahan terhadap indikator Hb dan Hct ini diduga berpengaruh terhadap performa fisik atlet. Berdasarkan Tabel 1. subjek penelitian memiliki kadar hemoglobin pada kategori normal yaitu sebesar 86,1 % yaitu 68 atlet, sedangkan untuk hematokrit sebagian besar juga dalam kategori normal yaitu 69 atlet (87,3 %).

Pengujian Hipotesis

Tabel 3. Hubungan Hematokrit dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO₂ maks)

Variabel Penelitian	p	r*	Kesimpulan
Hematokrit dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO ₂ maks)	0,485	0,0	p>0,05 (tidak signifikan)

*r=korelasi Spearman

Hasil analisis bivariat menggunakan *Spearman Correlation* pada Tabel 2., menunjukkan bahwa tidak ada hubungan bermakna hematokrit (Hct) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja p= 0,485 (p>0,05).

Tabel 3. Hubungan Hemoglobin dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO₂ maks)

Variabel Penelitian	p	r*	Kesimpulan
Hemoglobin dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO ₂ maks)	0,002	0,323	P<0,05 (signifikan, korelasi sedang)

*r=korelasi Spearman

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja p= 0,002 (p<0,05).

PEMBAHASAN

Hubungan Hematokrit (HCT) dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO₂ maks) pada Atlet Remaja

Ketika berolahraga, volume plasma akan menurun sehingga nilai hematokrit akan meningkat. Peningkatan hematokrit yang tinggi pada saat aktifitas fisik yang intens sebagai akibat pengeluaran cairan dari tubuh melalui keringat dan pernafasan. Saat pertandingan, seorang atlet dapat mengalami kelelahan yang diakibatkan oleh dehidrasi. Penelitian terhadap 20 atlet cabang olahraga atletik dilapangan Sumbaga ITB, didapatkan hasil setelah dilakukan treatment lari pada 75% VO₂ maks dengan metode *balke test*, atlet menunjukkan dehidrasi dengan penurunan berat badan berkisar 1-3 % dari berat badan euhidrasi.¹¹ Dalam penelitian lain yang melibatkan 10 naracoba laki-laki berumur 18-30 tahun, dengan mengayun sepeda ergometer diberi beban 60% VO₂ maks dengan kecepatan 60 rpm sampai kelelahan, terjadi peningkatan pengambilan O₂ selama latihan.

Pada Tabel 2., menunjukkan bahwa tidak ada hubungan bermakna hematokrit (Hct) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p=0,485$ ($p>0,05$). Pada aktifitas fisik *endurance* dengan intensitas dan durasi latihan yang relatif panjang yang berisiko dehidrasi, akan menghasilkan perubahan hematokrit (sesaat tinggi). Tetapi dalam penelitian ini pengukuran menggunakan Metode *Multi Stage Fitness Test* dengan durasi yang cukup pendek, sehingga tidak berdampak pada perubahan hematokrit dan VO₂ maks.

Pada saat dehidrasi terjadi penurunan VO₂Maks lebih dari 3%. Penurunan tersebut disebabkan menurunnya kemampuan sistem respirasi dan kardiovaskular. Pada sistem respirasi terjadi peningkatan tekanan parsial CO₂. Peningkatan CO₂ dikarenakan saat dehidrasi tidak terjadi peningkatan sensitivitas untuk membuang

CO₂ karena adanya penurunan sensitivitas sistem saraf pusat. Peningkatan tekanan parsial CO₂ akan mempengaruhi proses difusi gas. Sebagaimana diketahui bahwa proses difusi gas tersebut dipengaruhi oleh perbedaan tekanan parsial O₂ dan CO₂. Selain itu, dehidrasi menyebabkan terjadinya penurunan volume darah yang menyebabkan peningkatan viskositas darah dan menurunkan *venous return* (Allen 1977, Douglas 2000). Pada kondisi dehidrasi menghasilkan hematokrit yang tinggi palsu yang hilang ketika keseimbangan yang tepat akan kembali.

Hubungan Kadar Hemoglobin dengan Konsumsi Oksigen Maksimum (VO₂ maks) pada Atlet Remaja

Tabel 3., menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen secara maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p=0,002$ ($p <0,05$), dengan besar korelasi sedang (0,323). Penelitian Huldani, menyebutkan bahwa pada kelompok yang memiliki Hb normal rata-rata VO₂ maks sebesar 47,59 ml/kg/menit, lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata VO₂ maks pada kelompok Hb rendah yaitu 37,84 ml/kg/menit (Huldani, 2010).

Pada penelitian ini diketahui 86,1 % subjek penelitian memiliki kadar hemoglobin pada kategori normal. Bagi atlet, yang menjalani latihan rutin, sebaiknya memiliki kadar hemoglobin yang sedikit lebih tinggi yakni 15 g/dL karena kebutuhan tubuh akan sumber energi yang meningkat terutama oksigen. Hemoglobin berfungsi membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru. Fungsi ini tergantung pada jumlah hemoglobin yang terkandung dalam sel darah merah (Giri Wartyo, 2013). VO₂maks merupakan daya tahan aerob yang menggambarkan kemampuan jantung, paru dan darah dalam

mengambil, mengedarkan dan mempergunakan oksigen untuk kebutuhan metabolisme tubuh. Kecukupan oksigen tergantung pada kemampuan hemoglobin dalam mengikat oksigen (Guyton, 2006). Kekurangan hemoglobin dapat mempengaruhi jumlah oksigen yang terangkut dan mempengaruhi VO2maks (Kusuma, 2010).

Pengaruh Jenis Kelamin terhadap Hubungan Hematokrit (Hct) dan Kadar Hemoglobin (Hb) dengan Tingkatan VO2maks pada Atlet Remaja

Hasil analisis pengaruh jenis kelamin terhadap Hematokrit (Hct) dan Kadar Hemoglobin (Hb) dengan tingkatan VO2maks menggunakan *Cochran's Mantel-Haenszel* dapat dilihat pada Tabel 4. Dan Tabel 5.

Tabel 4. Pengaruh Jenis Kelamin terhadap Hematokrit (Hct) dengan Tingkatan VO2maks

Jenis Kelamin				Gol_VO2max			P
				BAIK	KURANG	Total	
Laki-laki	intHct	Normal	Count	40	13	53	0,071
			% within intHct	75.5%	24.5%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	0	2	2		
		% within intHct	.0%	100.0%	100.0%		
	Total	Count	40	15	55		
		% within intHct	72.7%	27.3%	100.0%		
Perempuan	intHct	Normal	Count	12	0	12	0,478
			% within intHct	100.0%	.0%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	10	2	12		
		% within intHct	83.3%	16.7%	100.0%		
	Total	Count	22	2	24		
		% within intHct	91.7%	8.3%	100.0%		

Berdasarkan Tabel 4., diketahui pada kelompok laki-laki dengan proporsi Hmt normal maka vo2maks pada kategori baik yaitu 40 atlet (75.5%). Pada kelompok perempuan, dengan proporsi sama antara yg memiliki Hmt normal maupun tidak, maka vo2maks cenderung baik.

Pada kelompok laki-laki, proporsi tingkatan vo2maks tidak berbeda bermakna antara kelompok Hmt normal dan tidak normal p=0,071(p>0,05). Begitu juga pada kelompok perempuan, proporsi tingkatan vo2maks pada kedua kelompok tersebut tidak berbeda bermakna p=0,478 (p>0,05). Hasil analisis statistik dengan *Mantel-haenszel* diperoleh nilai p= 0,036 (p<0,05) (analisis statistik terlampir).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis null ditolak, dengan interpretasi yaitu tingkatan VO2maks tergantung pada hematokrit dengan mengendalikan *confounding*. Jenis kelamin merupakan variabel *confounding*, dengan kata lain terdapat pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan Hmt dengan tingkatan vo2maks.

Konsumsi oksigen maksimal (VO2 maks) dapat dipengaruhi oleh komposisi tubuh. Pengukuran komposisi tubuh yang umumnya dilakukan pada atlet adalah persen lemak. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran persen lemak, dimana seorang atlet dianjurkan memiliki persen lemak tubuh antara 8-18% untuk menjaga ketahanan kardiorespirasi (Weatherwax, 2008).

Umumnya laki-laki sehat memiliki kadar lemak lebih rendah dibandingkan wanita. Lemak tubuh yang berlebihan dapat menurunkan curah jantung saat melakukan aktivitas fisik. Akibatnya jumlah darah yang dipompakan menjadi lebih sedikit

sehingga menyebabkan penurunan konsumsi oksigen pada otot-otot yang sedang bekerja. Hal tersebut akan berdampak pada penurunan ketahanan kardiorespirasi tubuh (Catterjee, 2005).

Tabel 5. Pengaruh Jenis Kelamin terhadap Hemoglobin (Hb) dengan Tingkatan VO2maks

Jenis Kelamin				Gol_VO2maks			P
				BAIK	KURANG	Total	
Laki-laki	intHB	Normal	Count	39	10	49	0,004
			% within intHB	79.6%	20.4%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	1	5	6		
		% within intHB	16.7%	83.3%	100.0%		
	Total	Count	40	15	55		
		% within intHB	72.7%	27.3%	100.0%		
Perempuan	intHB	Normal	Count	18	1	19	0,080
			% within intHB	94.7%	5.3%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	4	1	5		
		% within intHB	80.0%	20.0%	100.0%		
	Total	Count	22	2	24		
		% within intHB	91.7%	8.3%	100.0%		

Pada Tabel 5., diketahui pada kelompok laki-laki, dengan proporsi hb normal maka VO2maks pada kategori baik yaitu 39 atlet (79.6%). Pada kelompok perempuan, dengan proporsi hb normal maka VO2maks juga cenderung baik yaitu 18 atlet (94,7 %). Pada kelompok laki-laki, proporsi tingkatan VO2maks berbeda bermakna antara kelompok Hb normal dan tidak normal $p=0,004$ ($p<0,05$). Sedangkan pada kelompok perempuan, proporsi tingkat VO2maks tidak berbeda bermakna antara kelompok Hb normal dan tidak normal $p=0,380$ ($p>0,05$).

Jenis kelamin mempengaruhi paparan Kadar Hb terhadap tingkatan VO2maks $p=0,004$ ($p<0,05$) (analisis statistik terlampir). Dapat disimpulkan bahwa hipotesis null ditolak, dengan interpretasi yaitu tingkatan VO2maks tergantung pada kadar HB dengan

mengendalikan *confounding*. Jenis kelamin merupakan variabel *confounding*, yang berarti terdapat pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan hemoglobin dengan tingkatan VO2maks.

VO2maks merupakan daya tahan aerob yang menggambarkan kemampuan jantung, paru dan darah dalam mengambil, mengedarkan dan mempergunakan oksigen untuk kebutuhan metabolisme tubuh. Kecukupan oksigen tergantung pada kemampuan hemoglobin dalam mengikat oksigen, karena 97% oksigen diangkut oleh hemoglobin (Price, 2007). Kekurangan hemoglobin otomatis mempengaruhi jumlah oksigen yang terangkut dan mempengaruhi VO2maks (Kusuma, 2010). Wanita memiliki tingkat hemoglobin lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki, sehingga jenis kelamin

berpengaruh terhadap hubungan hemoglobin dengan tingkatan VO2maks.

Pengaruh Jenis Cabang Olahraga terhadap Hubungan Hematokrit (Hct) dan Kadar Hemoglobin (Hb) dengan Tingkatan VO2maks pada Atlet Remaja

Hasil analisis pengaruh Jenis cabang olahraga terhadap Hematokrit (Hct) dan Kadar Hemoglobin (Hb) dengan tingkatan VO2maks menggunakan *Cochran's Mantel-Haenszel* dapat dilihat pada Tabel 6. dan Tabel 7.

Tabel 6. Pengaruh Jenis Cabang Olahraga terhadap Hematokrit (Hct) dengan Tingkatan VO2maks

Golongan Cabang Olahraga				Gol_VO2max			P
				Baik	Kurang	Total	
<i>Endurance</i>	intHct	Normal	Count	29	8	37	0,245
			% within intHct	78.4%	21.6%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	2	2	4		
		% within intHct	50.0%	50.0%	100.0%		
	Total	Count	31	10	41		
		% within intHct	75.6%	24.4%	100.0%		
<i>Non Endurance</i>	intHct	Normal	Count	23	5	28	0,608
			% within intHct	82.1%	17.9%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	8	2	10		
		% within intHct	80.0%	20.0%	100.0%		
	Total	Count	31	7	38		
		% within intHct	81.6%	18.4%	100.0%		

Berdasarkan Tabel 6. diketahui bahwa kelompok atlet *endurance* dengan proporsi Hmt normal, maka VO2maks pada kategori baik yaitu sebesar 29 atlet (78,4%). Pada kelompok atlet *non endurance*, proporsi atlet yang memiliki Hmt normal dengan vo2max pada kategori baik sebesar 23 atlet (82.1%). Sedangkan kelompok atlet *non endurance* yang memiliki Hmt tidak normal dengan vo2max pada kategori kurang sebesar 80 %.

Pada kelompok atlet *endurance*, proporsi tingkat VO2max tidak berbeda bermakna antara kelompok Hmt normal dan tidak normal $p=0,245$ ($p>0,05$), demikian juga pada kelompok atlet *non endurance* $p=0,608$ ($p>0,05$). Jenis cabang olahraga tidak mempengaruhi paparan Hmt terhadap tingkatan VO2maks $p= 0,613$ ($p>0,05$) (analisis statistik terlampir). Jenis cabang olahraga bukan

merupakan variabel *confounding*, dengan kata lain tidak ada pengaruh jenis cabang olahraga terhadap hubungan Hmt dengan VO2maks.

Latihan fisik yang bersifat *endurance* meliputi intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu dapat meningkatkan ketahanan kardiorespirasi karena dapat menyebabkan adaptasi fisiologis sistem sirkulasi tubuh (Andika, 2013). Atlet dengan ketahanan kardiorespirasi yang baik akan dapat mengoptimalkan kapasitas aerobiknya. Kelompok atlet cabang olahraga *endurance* mempunyai ketahanan kardiorespirasi yang bagus, tidak cepat mengalami kelelahan saat melakukan aktifitas fisik berat. Ketahanan kardiorespirasi adalah salah satu unsur kesegaran jasmani yang menggambarkan kemampuan sistem respirasi dan sirkulasi dalam menyediakan oksigen untuk kerja otot selama melakukan aktivitas fisik yang intens (Weatherwax, 2008).

Pada aktifitas fisik *endurance* dengan intensitas dan durasi latihan yang relatif panjang yang berisiko dehidrasi, akan menghasilkan perubahan hematokrit (sesaat tinggi). Tetapi dalam

penelitian ini pengukuran menggunakan Metode *Multi Stage Fitness Test* dengan durasi yang cukup pendek, sehingga tidak berdampak pada perubahan hematokrit dan VO2 maks.

Tabel 8. Pengaruh Jenis Cabang Olahraga terhadap Hemoglobin (Hb) dengan Tingkatan VO2maks

Golongan Cabang Olahraga				Gol_VO2max			P
				Baik	Kurang	Total	
<i>Endurance</i>	intHB	Normal	Count	30	9	39	0,433
			% within intHB	76.9%	23.1%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	1	1	2		
		% within intHB	50.0%	50.0%	100.0%		
	Total	Count	31	10	41		
		% within intHB	75.6%	24.4%	100.0%		
<i>Non Endurance</i>	intHB	Normal	Count	27	2	29	0,004
			% within intHB	93.1%	6.9%	100.0%	
	Tidak Normal	Count	4	5	9		
		% within intHB	44.4%	55.6%	100.0%		
	Total	Count	31	7	38		
		% within intHB	81.6%	18.4%	100.0%		

Pada Tabel 7. Diketahui kelompok atlet *endurance*, dengan proporsi Hb normal dan VO2maks pada kategori baik yaitu 30 atlet (76,9%). Pada kelompok atlet non *endurance*, proporsi atlet yang memiliki Hb normal dengan vo2max pada kategori baik sebesar 27 atlet (93.1%). Pada kelompok atlet *endurance*, proporsi tingkat VO2maks tidak berbeda bermakna antara kelompok atlet dengan kadar Hb normal dan tidak normal $p=0,443$ ($p>0,05$). Pada kelompok atlet non *endurance*, proporsi tingkatan VO2maks berbeda bermakna antara kelompok Hb normal dan tidak normal $p=0,004$ ($p<0,05$).

Jenis cabang olahraga *endurance* dan non *endurance* mempengaruhi paparan kadar Hb terhadap tingkatan VO2maks $p= 0,005$ ($p<0,05$) (analisis statistik terlampir). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis null ditolak,

dengan interpretasi yaitu tingkatan VO2maks tergantung pada kadar Hb dengan mengendalikan *confounding*. Jenis Cabang olahraga merupakan variabel *confounding*, terdapat pengaruh cabang olahraga terhadap hubungan kadar Hb dengan VO2maks.

Cabang olahraga *endurance* atau dengan tingkat latihan fisik yang berat dan lama juga merupakan stressor bagi tubuh. Tubuh dipaksa melakukan aktivitas lebih dari biasanya. Aktivitas yang lebih membutuhkan pasokan oksigen yang lebih pula, terutama aktivitas yang menggunakan sistem energi aerobik. Latihan tidak hanya membutuhkan oksigen yang lebih, namun dapat pula memproduksi radikal bebas dalam tubuh. Selama latihan tubuh akan menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS), yang merupakan radikal bebas. Keadaan ini membuat tubuh akan merespon dengan mempertinggi aktivitas *superoxide dismutase* (SOD) dan enzim pelindung dalam darah. Selain

itu, efek ROS yang tinggi dapat menyebabkan pemecahan hemoglobin yang tinggi. Konsumsi oksigen yang tinggi dan adanya radikal bebas dalam tubuh dapat menyebabkan perubahan kesesuaian hemoglobin selama latihan (Mahardika, 2015).

KETERBATASAN PENELITIAN

Metode penghitungan kadar hemoglobin yang menggunakan hemometer digital karena keterbatasan penelitian yang dilakukan di luar laboratorium sehingga tidak memungkinkan pengukuran kadar hemoglobin dengan metode sianmethemoglobin yang menjadi baku emas untuk pemeriksaan kadar hemoglobin. Akan tetapi, cara ini sudah direkomendasikan dari WHO untuk penelitian lapangan.

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran persen lemak, dimana seorang atlet dianjurkan memiliki persen lemak tubuh antara 8-18% untuk menjaga ketahanan kardiorespirasi dan tidak dilakukan kontrol awal terhadap tingkat ketahanan kardiorespirasi subjek penelitian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Diketahui 87,3 % dari keseluruhan atlet yaitu 69 atlet, nilai hematokrit dalam katategori normal. Berdasarkan jenis kelamin laki-laki 85,5 % (47 atlet laki-laki), nilai hematokrit pada katategori normal. Sedangkan berjenis kelamin perempuan 91,7 % atlet mempunyai nilai hematokrit pada katategori normal.
2. Diketahui 86,1 % dari keseluruhan atlet yaitu 68 atlet, kadar hemoglobin dalam katategori normal. Berdasarkan jenis kelamin laki-laki 89,1 % (49 atlet laki-laki), kadar hemoglobin pada katategori normal. Sedangkan berjenis kelamin perempuan 79,2 % atlet mempunyai kadar hemoglobin pada katategori normal.

3. Diketahui nilai VO₂ maks subjek penelitian dalam katategori baik sebesar 50,6 % (40 atlet), katategori istimewa 1,3 % (1 atlet), katategori baik sekali dengan persentase sebesar 26,6 % (21 atlet), sedangkan 17 atlet masih dalam katategori kurang dan katategori sedang.
4. Tidak ada hubungan bermakna hematokrit (Hct) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p= 0,485$, $r = 0,080$ ($p>0,05$).
5. Ada hubungan bermakna kadar Hemoglobin (Hb) dengan konsumsi oksigen maksimum (VO₂ maks) pada atlet remaja $p= 0,002$, $r =0,323$ ($p<0,05$).
6. Terdapat pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan Hmt dengan tingkatan vo₂maks $p= 0,036$ ($p<0,05$).
7. Terdapat pengaruh jenis kelamin terhadap hubungan hemoglobin dengan tingkatan VO₂maks $p= 0,004$ ($p<0,05$).
8. Tidak ada pengaruh jenis cabang olahraga terhadap hubungan Hmt dengan VO₂maks $p=0,613$ ($p>0,05$).
9. Terdapat pengaruh cabang olahraga terhadap hubungan kadar Hb dengan VO₂maks $p= 0,005$ ($p<0,05$).

Saran

Memberikan informasi terutama orang tua atlet dan guru, penting memahami hubungan nutrisi khususnya zat besi dan protein, kinerja fisik, serta indikator hematologi, dengan tetap mempertimbangkan pertumbuhan anak, pembinaan, dan pelatihan olahraga untuk mencapai derajat sehat dan bugar, untuk mengoptimalkan pengembangan prestasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhika B. 2013. Analisis status gizi dan VO₂ maks pada pemain sepak bola. *Jurnal Kesehatan Olahraga* Vol :1(1).

- Allen, T.E., Smith, D.P. & Miller, D.K. 1977. Hemodynamic Response to Submaximal Exercise after Dehydration and Rehydration in High School Wrestler. *Med Sci Sport*. 9:159-63.
- Astorin T, Robergs R, Ghiasvand S, Marks D, Burns S. Incidence of the Oxygen Plateau at VO₂max during Exercise Testing to Volitional Fatigue. *Journal of The American Society of Exercise Physiologists*. 2000; 3: 2.
- Catterjee S., dkk., 2005. Dalam Arum V.M. 2014. Hubungan Intensitas Latihan, Persen Lemak Tubuh, dan Kadar Hemoglobin dengan Ketahanan Kardiorespirasi Atlet Sepak Bola.
- Casa D. J. 2002 dalam Bahri, S. dkk., 2012. Penanganan Rehidrasi Setelah Olahraga dengan Air Kelapa (*Cocos nucifera* L.), Air Kelapa ditambah Gula Pasir, Minuman Suplemen, dan Air Putih. *Jurnal Matematika & Sains*, Vol. 17. No.1
- Douglas, J.C., Lawrance, E.A. & Scott, J.M., 2000. National Athletic Trainers Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training*. 35: 212-224.
- Firstsportsnutrition. 2016. *The 1st Sport Nutrition Short Course & Workshop Nutritional Assesment of Athletes*. Yogyakarta: University Clup UGM.
- Giri Wiarso. 2013. *Fisiologi dan Olahraga*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Guyton Athur C & John E. Hall. 2006. *Text book of medical physiology*. China : Elsevier saunders.
- Huldani. 2010. *Pengaruh kadar hemoglobin dan jenis kelamin terhadap konsumsi oksigen maksimum siswa-siswi Pesantren Darul Hijrah*. Tesis
- Irianto, D.P. 2007. *Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan*. Yogyakarta: PT. Andi Offset.
- Kusharto CM, Sa'adiyyah NY. 2008. *Diktat Penilaian Konsumsi Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kusuma, V. 2010. Hubungan Tingkat Konsumsi Gizi terhadap Tingkat Kesegaran Jasmani Atlet Taekwondo di Pemusatan Latihan Daerah (Puslatda) Jawa Timur.
- Salarkia N, Kimiagar M, Aminpour A. 2004. Food Intake, Body Composition and Endurance Capacity of National Basketball Team Players in I.R. of Iran. *Medical Journal of The Islamic Republic of Iran*. Volume 18
- Toruan, P.L. 2010. *Nutrisi dan Cairan Bikin Timnas Beringas*. 2010. Diakses dari <http://health.kompas.com>.
- Thomas. 2013. *Saatnya Timnas Indonesia Akhiri Puasa Gelar*. Diakses dari www.liputan6.com pada tanggal 21 Januari 2017.
- Steiger, V.M., Williams, C.A. 2007. Carbohydrate Intake Considerations For Young Athletes. *Journal of Sport Sciences and Medecine*, vol. 6, no. 33, hlm. 342-352
- Stang, J., Larson, N. 2012. *Nutrition In Adolescence*. In: Mahan, L.K., Escott-Stump, S. editors. *Krause's Food And Nutrition Therapy*. 12th ed. USA: Saunders Elsevier.
- Price S.A. 2007. *Patofisiologi*. Jakarta: Penerbit EGC
- Pradana Pisma Mahardika. 2015. Hemoglobin. Diakses dari Media Seputar Olah Raga pada tanggal 18 September 2017
- Weatherwax D. 2008. Komposisi Tubuh dan Efeknya pada Spektrum Performa Olahraga. *NCSA Sport Nutrition*. 4. 355-361
- Welsman JR, Armstrong N. The Measurement and Interpretation of Aerobic Fitness in Children : Current Issues. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 1996; 89: 1.