

Efek suplementasi kombinasi zat besi, vitamin C, dan asam folat terhadap peningkatan kadar hemoglobin dan kapasitas VO_2 maks pada atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta

Zainal Abidin¹, Woro Kushartati², M. Noerhadi²

ABSTRACT

Background: Excessive endurance exercise of football players may break their blood cells and decrease the level of haemoglobin (Hb). These will influence the aerobic capacity (VO_2 max) and make the need for iron (Fe) of an athlete more than that of common people.

Objective: To know the influence of Fe, vitamin C (ascorbic acid), and folic acid combined supplementation to the increase of VO_2 max capacity of the national main and first division club football players in Daerah Istimewa Yogyakarta.

Method: The study was RCT (Randomized Controlled Trial) experimental with a completely randomized design plan. The subjects were football players of Perserikatan Sepak Bola Indonesia Mataram (PSIM), Perserikatan Sepak Bola Sleman (PSS), and Perserikatan Sepak Bola Bantul (PERSIBA). They were then divided into two groups: treatment group and control group, each of them consisted of 35 players. Treatment group were given combined supplement capsules of 100 mg Fe, 100 mg vitamin C, and 2 mg folic acid three times a week for eight weeks, while the control group were given the placebo capsules. Before and after supplementation, their Hb and VO_2 max were measured. However, the physical exercises were done based on the schedule, programmed by the clubs.

Results: Combined supplementation of Fe, vitamin C, and folic acid could increase Hb level significantly ($p=0.008$), but there was no significant difference of VO_2 max capacity between treatment group and control group ($p=0.062$). However, there was significant correlation between the increase of Hb level and VO_2 max capacity ($r=0.712$; $p<0.001$).

Conclusion: Combined supplementation of Fe, vitamin C, and folic acid led to the increase of Hb level of main and first division clubs football players in Daerah Istimewa Yogyakarta, but could not influence their VO_2 max capacity.

KEY WORDS : combined supplementation, Fe, vitamin C, folic acid, haemoglobin, VO_2 max

PENDAHULUAN

Pembinaan olahraga telah lama dilakukan oleh induk organisasi sepak bola Indonesia, Persatuan Sepak bola

Seluruh Indonesia (PSSI), namun masih belum menampakkan prestasi yang menggembirakan, baik di tingkat regional maupun internasional. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah upaya memenuhi kecukupan gizi atlet sepak bola agar dapat menunjang kebugaran jasmani (1).

Tingkat kebugaran jasmani yang optimal adalah syarat mutlak dan mendasar di samping aspek teknik, taktik, strategi, dan mental juara yang harus dimiliki oleh atlet sepak bola profesional. Kebugaran jasmani khususnya kapasitas aerobik dapat ditingkatkan melalui latihan aerobik dengan memperhatikan faktor-faktor: intensitas latihan yaitu 72-87% dari denyut nadi maksimal, frekuensi latihan berkisar 3-5 kali per minggu, dan lama latihan berkisar 20-30 menit dalam *training zone* (2).

Tingkat kebugaran jasmani tergambar dalam kapasitas VO_2 maks atlet sepak bola nasional yang saat ini ditargetkan 52 mL/kg BB/menit ke atas atau berada dalam kategori kebugaran jasmani baik sekali. Di samping itu ditargetkan pula kadar hemoglobin (Hb) 14 g/dL untuk atlet wanita dan 16 g/dL untuk atlet pria (3).

Aktivitas atlet sepak bola profesional tergolong dalam kategori berat sekali, maka asupan energi yang dibutuhkan sebanyak 4.000-4.500 kkal dan komposisi nilai zat gizi yang disyaratkan mengandung 60-70% karbohidrat, 20-25% lemak, dan 10-15% protein dari total energi yang dibutuhkan (4).

Di samping kecukupan energi, asupan Fe pun harus memenuhi kebutuhan. Atlet membutuhkan asupan Fe lebih banyak dibanding orang biasa karena pada saat latihan/bertanding, banyak terjadi benturan antar sel darah merah, sehingga banyak sel darah merah pecah dan dikeluarkan lewat urine (hematoria).

Total Fe di dalam tubuh manusia berjumlah 4-5 gram dan 70% dari total Fe terikat dalam Hb yang

¹ Depjasmil AAU

² Fakultas Ilmu Keolahragaan UNY, Yogyakarta

berguna untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh (5). Dengan mengetahui kadar Hb dapat diperkirakan kecukupan asupan Fe. Karena sampai saat ini belum ada penelitian, perlu dikaji efek suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat terhadap peningkatan kadar Hb dan kapasitas VO_2 maks pada atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAHAN DAN METODE

Rancangan dan subjek penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental *randomized controlled trial* (RCT) dengan rancangan *completely randomized design*. Dalam penelitian ini ada dua kelompok yaitu kelompok perlakuan diberikan suplemen kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat sejumlah 35 atlet dan kelompok kontrol diberikan kapsul plasebo sejumlah 35 atlet. Subjek penelitian adalah atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional meliputi Perserikatan Sepak bola Indonesia Mataram (PSIM), Perserikatan Sepak bola Sleman (PSS), dan Perserikatan Sepak bola Bantul (PERSIBA). Total subjek yang memenuhi kriteria penelitian sejumlah 70 atlet.

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan waktu penelitian selama 3 bulan, yaitu mulai bulan Desember 2005 sampai Maret 2006.

Variabel penelitian

Variabel penelitian meliputi: 1) Variabel bebas yaitu suplementasi kombinasi Fe-glutamat 100 mg, vitamin C 100 mg, dan asam folat 2 mg sebanyak 3 kali per minggu selama 8 minggu. 2) Variabel terikat yaitu kapasitas VO_2 maks. 3) Variabel antara yaitu kadar Hb. 4) Variabel terkontrol yaitu asupan konsumsi protein, kalori, asam folat, vitamin C, Fe, dan umur. 5) Variabel tak terkontrol yaitu intensitas, frekuensi, dan lama latihan.

Jenis dan cara pengumpulan data

Jenis data yang dikumpulkan adalah data primer. Cara pengumpulan data sebagai berikut: 1) Data *food recall* untuk mengetahui asupan protein, kalori, Fe, asam folat, dan vitamin C dengan program komputer untuk melihat karakteristik subjek penelitian oleh enumerator. 2) Pemeriksaan kadar Hb awal dengan metode *cyanmethemoglobin* oleh petugas laboratorium Pramita Yogyakarta pada awal penelitian. 3) Pengukuran kapasitas VO_2 maks awal dengan metode *Balke test* (lari 15 menit) oleh enumerator pada awal penelitian. 4) Mengadakan randomisasi

sampai tingkat individu dengan sistem acak *double-blind* untuk membagi kelompok perlakuan dan kontrol. 5) Pemberian suplementasi kombinasi Fe-glutamat 100 mg, vitamin C 100 mg dan asam folat 2 mg kepada kelompok perlakuan dan kapsul plasebo kepada kelompok kontrol dengan frekuensi 3 kali per minggu selama 8 minggu oleh enumerator. 6) Pemeriksaan kadar Hb akhir dengan metode *cyanmethemoglobin* oleh petugas laboratorium Pramita Yogyakarta pada akhir penelitian. 7) Mengukur kapasitas VO_2 maks akhir dengan metode *Balke test* (lari 15 menit) oleh enumerator pada akhir penelitian.

Pengolahan dan analisis data

Data yang telah dikumpulkan meliputi data *food recall*, pengecekan kadar Hb, pengukuran kapasitas VO_2 maks sebelum dan setelah perlakuan, serta hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO_2 maks diolah dengan program komputer.

Analisis data untuk mengetahui uji normalitas data menggunakan uji normalitas *kolmogorov-smirnov*. Untuk mengetahui perbedaan rerata peningkatan kadar Hb dan kapasitas VO_2 maks sebelum dan sesudah suplementasi menggunakan uji t independen. Untuk mengetahui hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO_2 maks dilakukan analisis korelasi selanjutnya diuji dengan regresi linier.

HASIL

Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik subjek penelitian dilihat untuk mendapatkan kesetaraan masing-masing variabel sebelum mendapatkan perlakuan menurut kelompok seperti dalam **Tabel 1**.

Berdasarkan **Tabel 1**, terlihat rerata kadar Hb, kapasitas VO_2 maks, umur, konsumsi protein, kalori, asam folat, vitamin C, dan Fe pada dua kelompok menurut perhitungan statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa subjek penelitian pada kelompok perlakuan dan kontrol pada awal penelitian memiliki karakteristik yang tidak berbeda dilihat dari perhitungan statistik pada nilai p.

Pengaruh suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat terhadap kadar Hb pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat secara rinci rerata peningkatan kadar Hb baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol secara rinci pada **Tabel 2**.

Hasil penelitian didapatkan perbedaan rerata peningkatan kadar Hb baik pada kelompok perlakuan

TABEL 1. Distribusi karakteristik subjek penelitian menurut kelompok

Variabel	Perlakuan	Kontrol	p
Kadar Hb (g/dL) awal:			
$\bar{X} \pm SD$	14,1 ± 0,7	14,2 ± 0,7	0,867
IK 95 %	13,89–14,34	13,97–14,48	
Median	14,0	14,2	
VO ₂ Maks(mL/kg BB/menit) awal :			
$\bar{X} \pm SD$	47,3 ± 3,2	47,3 ± 4,1	0,867
IK 95 %	46,38–48,37	45,71–48,49	
Median	47,3	47,8	
Umur (tahun)* :			
$\bar{X} \pm SD$	24,5 ± 2,9	26,6 ± 4,8	0,197
IK 95 %	24,0–25,99	24,36–27,58	
Median	24,0	25,0	
Protein (g) * :			
$\bar{X} \pm SD$	142,7 ± 26,7	143,6 ± 18,8	0,320
IK 95 %	135,5–151,8	137,1–150,0	
Median	136,6	143,6	
Kalori (g) :			
$\bar{X} \pm SD$	3825,1 ± 217,6	3812,7 ± 321,4	0,818
IK 95 %	3750,4–3899,8	3733,2–3892,	
Median	3842,3	3852,9	
Asam Folat (µg)* :			
$\bar{X} \pm SD$	141,0 ± 55,0	137,4 ± 41,8	0,683
IK 95 %	122,2–159,9	123,1–151,8	
Median	134,4	134,4	
Vitamin C (mg)* :			
$\bar{X} \pm SD$	63,6 ± 40,7	60,2 ± 34,7	0,976
IK 95 %	49,6–77,6	48,3–72,1	
Median	49,5	49,2	
Fe (mg)* :			
$\bar{X} \pm SD$	16,0 ± 3,9	16,3 ± 3,8	0,976
IK 95 %	14,7–17,3	15,0–17,6	
Median	15,3	15,3	

Keterangan:

* Analisis nonparametrik

TABEL 2. Rerata dan simpangan baku peningkatan kadar Hb menurut kelompok

Kelompok	n	Mean	SD	SE	p
Perlakuan	35	1,85	1,47	0,29	0.008*
Kontrol	35	1,06	0,89	0,29	

Keterangan :

* Signifikan (p<0,05)

maupun pada kelompok kontrol, pada kelompok perlakuan rerata peningkatan kadar Hb sebesar 1,85 g/dL, sedangkan pada kelompok kontrol rerata peningkatan kadar Hb sebesar 1,06 g/dL. Terdapat perbedaan rerata peningkatan kadar Hb antara kedua kelompok yaitu sebesar 0,79 g/dL. Uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara rerata peningkatan kadar Hb sebelum dan

sesudah perlakuan pada kedua kelompok (p<0,05). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suplementasi pada kelompok perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rerata peningkatan kadar Hb dibandingkan dengan rerata peningkatan kadar Hb pada kelompok kontrol.

Perbedaan rerata peningkatan kadar Hb antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebelum dan

sesudah suplementasi secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengaruh suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat terhadap kapasitas VO₂ maks pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat secara rinci rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol pada Tabel 3.

Hasil penelitian didapatkan perbedaan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks baik pada kelompok perlakuan maupun pada kelompok kontrol. Pada kelompok perlakuan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebesar 1,81 mL/kg BB/menit, sedangkan pada kelompok kontrol rerata peningkatan kadar Hb sebesar 1,22 mL/kg BB/menit, Terdapat perbedaan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks antara kedua kelompok yaitu sebesar 0,59 mL/kg BB/menit. Uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok ($p > 0,05$).

Perbedaan rerata kapasitas VO₂ maks antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebelum dan sesudah perlakuan secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.

Hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb

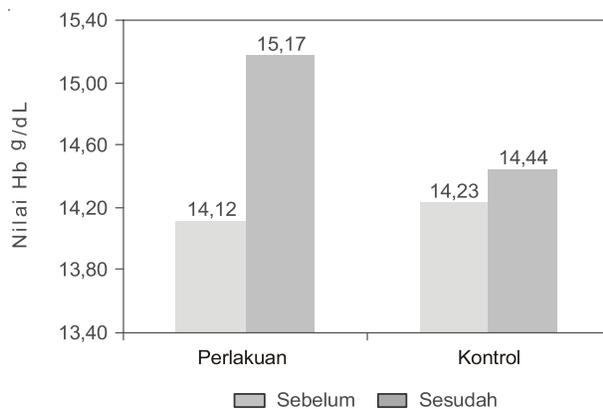
dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebelum dan sesudah perlakuan menurut kelompok

Berdasarkan hasil penelitian terlihat secara rinci hubungan rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebelum dan sesudah suplementasi seperti ditampilkan pada Tabel 4.

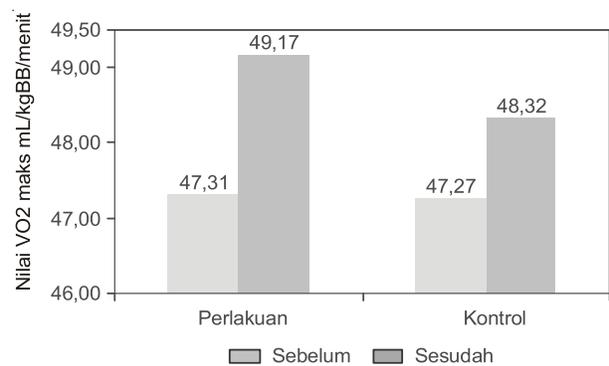
Uji statistik menunjukkan adanya hubungan yang positif antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebesar $r = 0,712$ dan derajat signifikansi $p < 0,001$ sedangkan *R square* sebesar 0,507 (50,7%). Hal ini berarti persamaan garis regresi yang diperoleh dapat menerangkan 50,7% variasi peningkatan kapasitas VO₂ maks, dapat juga diartikan lain bahwa dengan penambahan rerata 1 g/dL Hb dapat meningkatkan 0,735 mL/kg BB/menit VO₂ maks atlet sepak bola selama 8 minggu perlakuan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rerata peningkatan kadar Hb yang diikuti oleh rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks pada atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta .

Hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks setelah perlakuan secara jelas dapat dilihat pada Gambar 3.



GAMBAR 1. Grafik rerata peningkatan kadar Hb sebelum dan sesudah suplementasi menurut kelompok



GAMBAR 2. Grafik rerata kapasitas VO₂ maks sebelum dan sesudah suplementasi menurut kelompok

TABEL 3. Rerata dan simpangan baku peningkatan kapasitas VO₂ maks menurut kelompok

Kelompok	n	Mean	SD	SE	p
Perlakuan	35	1,81	1,49	0,25	0,062
Kontrol	35	1,22	1,06	0,18	

TABEL 4. Hubungan antar rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks

Variabel	r	R ²	Persamaan garis	p
VO ₂ Maks	0,712	0,507	$\Delta\text{VO}_2 \text{ Maks} = 0,443 + 0,735 \Delta\text{Hb}$	<0,001*

Keterangan:
* Signifikan (p<0,05)

BAHASAN

Pengaruh suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat terhadap peningkatan kadar Hb

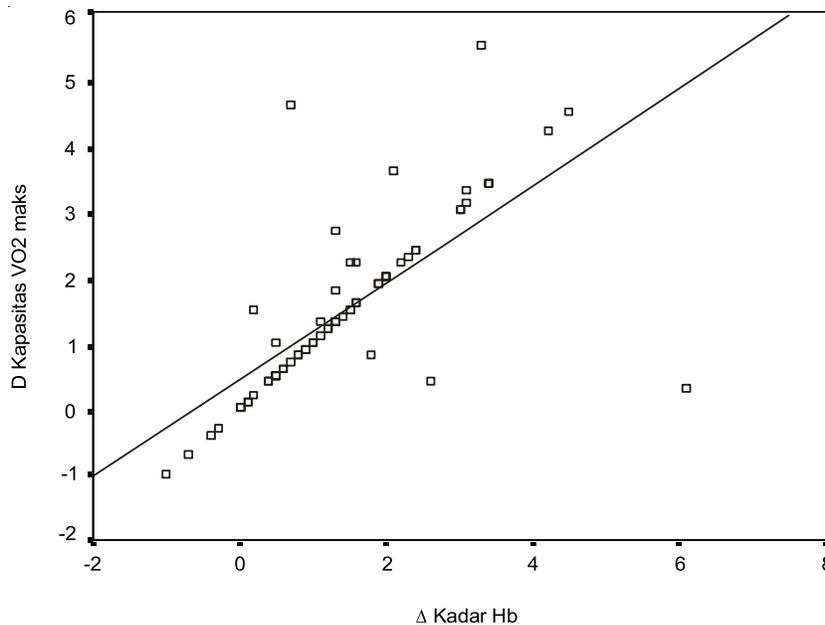
Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rerata peningkatan kadar Hb baik pada kelompok perlakuan maupun pada kelompok kontrol. Pada kelompok perlakuan rerata peningkatan kadar Hb sebesar 1,85 g/dL, sedangkan pada kelompok kontrol rerata peningkatan kadar Hb sebesar 1,06 g/dL. Terdapat perbedaan rerata peningkatan kadar Hb antara kedua kelompok yaitu sebesar 0,79 g/dL. Uji statistik menunjukkan adanya perbedaan rerata peningkatan kadar Hb yang signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan pada kedua kelompok (p <0,05).

Hasil penelitian yang sama dilakukan oleh Lamanca dan Haymes (6) bahwa dengan pemberian suplementasi Fe sebanyak 100 mg per hari, selama 8 minggu, pada atlet wanita dengan metode *double-blind*, menunjukkan hasil yang signifikan dibandingkan dengan kelompok plasebo. Dibandingkan dengan yang direkomendasikan oleh Pusat Kesehatan Olahraga (PKO) (7) sebesar 16 g/

dL, rata-rata kadar Hb atlet sepak bola divisi utama dan satu se-Daerah Istimewa Yogyakarta masih di bawah standar, terutama pada kelompok kontrol.

Penelitian ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Magazanik *et al.* (8) yang meneliti pemberian suplementasi zat besi sebanyak 160 mg per hari pada remaja wanita yang berlatih sejumlah 13 (perlakuan) dan 15 (kontrol) selama 7 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi yang dilakukan selama 21 hari dapat meningkatkan kadar Hb, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan setelah 42 hari latihan.

Penelitian juga dilakukan oleh Pamela *et al.* (9) terhadap 42 atlet wanita non-anemia dengan perlakuan pemberian suplementasi Fe-sulfat sebanyak 100 mg per hari selama 6 minggu latihan selama 30 menit/hari, 5 kali/minggu, intensitas 75-85% dari denyut nadi maksimal dengan metode *double-blind*. Dari penelitian tersebut dilaporkan bahwa terjadi peningkatan serumferitin dan kadar Hb, sedangkan hasil tes sepeda 15 km juga menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan dengan kelompok plasebo (p=0,04).



GAMBAR 3. Grafik hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks

Penelitian oleh Noerhadi (10) pada mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) tingkat I UNY yang dilaksanakan selama 6 minggu menunjukkan hasil adanya pengaruh yang signifikan antara pemberian suplementasi Fe terhadap peningkatan kadar Hb sebesar 1,47 g/dL pada kelompok suplementasi dan sebesar 0,42 g/dL pada kelompok plasebo. Perbedaan kenaikan rata-rata sebesar 1,05 g/dL. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$).

Dari beberapa hasil penelitian di atas dapat dipahami bahwa Fe merupakan penentu zat esensial utama dalam pembentukan Hb, yaitu ikatan antara zat besi dengan protein pada sel darah yang membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Ikatan zat besi lainnya adalah mioglobin, sitokrom, dan beberapa *metalloenzyme* dari siklus Krebs yang lain yang berguna untuk dapat menggunakan oksigen sampai ke tingkat sel. Sisa Fe dalam tubuh disimpan dalam jaringan terutama sebagai ikatan protein yang disebut feritin (11).

Pada metabolisme Fe sebelum diabsorpsi di dalam lambung, Fe dibebaskan dari ikatan organik, seperti protein. Sebagian besar Fe dalam bentuk *ferric* direduksi menjadi *ferrous*, hal ini terjadi dalam suasana asam di lambung dengan HCl dan vitamin C dalam makanan (11).

Vitamin C berperan dalam pembentukan Hb karena vitamin C mereduksi Fe yang berbentuk *ferric* menjadi *ferrous* dalam saluran pencernaan, sehingga mudah diabsorpsi yang selanjutnya bergabung dengan protein globin menjadi hemoglobin. Vitamin C juga berperan dalam meningkatkan absorpsi zat besi nonheme sampai dengan empat kali lipat, membantu regulasi metabolisme asam folat, kolesterol dan asam amino, serta penting untuk kesembuhan bekas luka, dan banyak mengandung antioksidan (11).

Pengaruh suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat terhadap peningkatan kapasitas VO₂ maks

Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat kenaikan kapasitas VO₂ maksimal pada kedua kelompok. Pada kelompok perlakuan terjadi rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebesar 1,81 mL/kg BB/menit, sedangkan pada kelompok kontrol terjadi rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks sebesar 1,22 mL/kg BB/menit. Perbedaan rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol sebesar 0,59 mL/kg BB/menit. Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah pemberian suplementasi ($p = 0,062$).

Hasil penelitian ini pada peningkatan VO₂ maks dimungkinkan belum signifikan karena perlakuan dalam penelitian ini hanya 8 minggu dengan dosis sebanyak 3 kali per minggu. Besar kemungkinan apabila suplementasi diberikan dengan dosis setiap hari dan dalam waktu lebih

lama lagi (>8 minggu) akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rerata peningkatan kapasitas VO₂ maks, mengingat hasil penelitian ini sangat mendekati signifikan ($p = 0,062$).

Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Soetopo (12) terhadap tim sepak bola Indonesia pada Asean Games X tahun 1986 di Seoul, dilaporkan bahwa dengan rerata kapasitas VO₂ maks awal atlet sepak bola Indonesia sebesar 48,6 mL/kg BB/menit. Setelah dilakukan latihan selama 5 bulan terjadi peningkatan rerata kapasitas VO₂ maks menjadi 54,9 mL/kg BB/menit. Artinya dengan latihan yang teratur, konsumsi makanan yang cukup dan dalam waktu yang lebih lama akan dapat meningkatkan kapasitas VO₂ maks atlet secara signifikan.

Faktor yang mempengaruhi peningkatan kapasitas VO₂ maks bukan hanya dari suplementasi, melainkan dipengaruhi oleh beberapa faktor dominan di antaranya: faktor latihan, bakat genetik (keturunan), dan umur. Kebanyakan penelitian menunjukkan bahwa dengan latihan, besarnya peningkatan kapasitas VO₂ maks dalam kisaran 10-20% dan latihan berpengaruh apabila pelibatan fungsi *cardiovascular respiratory* dan latihan yang mengarah pada daya tahan (*endurance*) dengan mengikuti kaidah-kaidah latihan. Faktor paling besar yang mempengaruhi kapasitas aerobik (VO₂ maks) adalah hereditas yang memberikan pengaruh terhadap VO₂ maks sebesar 25-50%. Faktor umur berpengaruh kecil terhadap kapasitas VO₂ maks. Puncak kapasitas VO₂ maks atlet pada kisaran umur 18-25 tahun, selanjutnya secara perlahan turun 1% per tahun, dan pada usia 70 tahun kapasitas aerobik menurun hingga 50% dibanding usia 17 tahun (2, 13).

Kontribusi suplementasi Fe, vitamin C, dan asam folat tidak secara langsung memberikan pengaruh terhadap peningkatan kapasitas VO₂ maks, tetapi berperan cukup besar dalam menyiapkan kondisi fisik untuk mendapat latihan yang berat, mengingat selama latihan yang berat terjadi hilangnya kadar Fe darah lewat keringat, urin, dan pecahnya sel darah merah karena hentakan berulang-ulang secara terus menerus antara kaki dengan tanah saat lari. Suplementasi Fe sangat berperan untuk meningkatkan sel darah merah, yang berperan untuk proses oksigenasi, sehingga energi aerobik dapat diproduksi secara maksimal (11).

Penelitian ini sesuai dengan Klingshirn *et al.* (14) yang meneliti 18 atlet wanita lari jarak jauh (18 km) dengan pemberian suplementasi Fe 100 mg selama 8 minggu yang membagi dua kelompok perlakuan dan kelompok plasebo. Hasil penelitian membuktikan bahwa terjadi peningkatan status serum zat besi, tetapi tidak meningkatkan kapasitas *endurance* pada saat dites dengan metode *treadmill*, begitu juga tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kapasitas VO₂ maks-nya. Matter *et al.* (15) juga

membuktikan bahwa pengukuran kapasitas *endurance* dengan metode *treadmill* tidak meningkat secara signifikan pada 80 atlet maraton wanita yang disuplementasi dengan Fe 50 mg dan asam folat 5 mg per hari selama 10 minggu.

Hasil penelitian lain oleh Fogelholm *et al.* (16) terhadap 31 atlet sepeda wanita selama 8 minggu dengan memberikan suplementasi 100 mg Fe per hari pada kelompok perlakuan yang dibandingkan dengan kelompok plasebo menunjukkan kenaikan yang signifikan pada serum feritin dan tidak terjadi kenaikan yang signifikan pada kapasitas aerobik.

Sedangkan penelitian Lamanca dan Haymes (6) pada 20 wanita aktif dengan beban latihan *endurance* (80% VO_2 maks) yang diberikan suplementasi Fe 100 mg per hari selama 8 minggu dengan metode *double-blind* dan sampel yang terdiri dari dua kelompok (kelompok perlakuan dan kelompok plasebo) menunjukkan peningkatan yang signifikan pada serum feritin, kadar Hb, dan kapasitas *endurance* yang meningkat, walaupun secara statistik tidak bermakna.

Penelitian yang dilakukan oleh Noerhadi (10) pada mahasiswa FIK tingkat I UNY yang dilaksanakan selama 6 minggu menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh secara signifikan pada pemberian suplementasi Fe terhadap peningkatan kapasitas VO_2 maks. Pada kelompok suplementasi terjadi kenaikan rata-rata sebesar 3,02 mL/kg BB/menit dan pada kelompok plasebo kenaikan rata-rata sebesar 2,81 mL/kg BB/menit. Perbedaan rata-rata kenaikan sebesar 0,41 mL/kg BB/menit. Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok suplementasi dengan kelompok kontrol ($p > 0,05$).

Hubungan antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO_2 maks

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO_2 maks menunjukkan hubungan yang kuat. Fakta ini membuktikan bahwa peningkatan kadar Hb akan diikuti dengan peningkatan kapasitas VO_2 maks atlet. Korelasi antara rerata kadar Hb dengan rerata kapasitas VO_2 maks sebesar $r = 0,712$ dengan derajat signifikansi $p < 0,001$. Dengan demikian, faktor pemberian suplementasi, asupan zat gizi, dan latihan yang tepat dan terukur secara signifikan dapat mempengaruhi peningkatan kapasitas VO_2 maks.

Faktor metabolisme otot aerobik adalah faktor yang erat hubungannya antara peningkatan kadar Hb dengan kapasitas VO_2 maks. Selama latihan oksigen benar-benar dipakai dalam serabut otot yang berkontraksi aktif. Jadi VO_2 maks adalah gambaran kemampuan otot rangka untuk menyadap oksigen dari darah dan menggunakannya dalam

metabolisme aerobik. Kapasitas aerobik (VO_2 maks) menunjukkan kemampuan atau ketahanan aerobik dan kemampuan kardiovaskuler tiap individu. Makin tinggi nilai VO_2 maks seseorang, makin baik kemampuan kardiovaskulernya. Makin keras berlatih, makin cepat bernafas yang akan meningkatkan masukan oksigen sehingga terjadi pembentukan energi secara *aerob*. Kemampuan tubuh menggunakan oksigen merupakan kunci utama yang menentukan penggunaan bahan bakar. Akan tetapi masing-masing individu mempunyai kemampuan maksimum yang berbeda dalam mengambil oksigen, maka kapasitas aerobiknya juga berbeda (2).

Penelitian Gore *et al.* (17) dilakukan terhadap 62 atlet di Australia dengan latihan intensitas tinggi, sampel atlet pria dan wanita, disain *cross sectional* yang menghubungkan antara kadar Hb dengan kapasitas VO_2 maks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat pada atlet dayung wanita ($n = 17$, $r = 0,92$ dan $p < 0,001$), pada atlet dayung pria ($n = 12$, $r = 0,79$ dan $p < 0,005$) lebih rendah pada atlet pelari wanita ($n = 33$, $r = 0,48$ dan $p < 0,05$).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusumawati (18) secara *cross sectional* terhadap 23 atlet sepak bola PS Semen Padang menunjukkan bahwa ada hubungan yang positif antara angka absolut nilai kadar Hb dengan kapasitas VO_2 maks sebesar $r = 0,226$ dengan nilai $p = 0,022$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis uji statistik dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat berpengaruh terhadap peningkatan kadar Hb atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta. 2) Suplementasi kombinasi Fe, vitamin C, dan asam folat tidak berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas VO_2 maks pada atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta. 3) Terdapat hubungan yang positif antara rerata peningkatan kadar Hb dengan rerata peningkatan kapasitas VO_2 maks pada atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang bisa diberikan yaitu 1) Bagi pemain sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahap latihan *conditioning* hendaknya telah diukur status gizi dan asupan makannya. 2) Pola makan hendaknya sudah dipahami dengan baik dan benar oleh atlet sepak bola agar asupan makanan dan aktivitasnya dapat seimbang. Apabila dari asupan zat gizinya tidak terpenuhi maka perlu suplementasi, mengingat aktivitas atlet sepak bola tergolong berat. 3) Peran ahli gizi diperlukan dalam upaya meningkatkan pemahaman atlet sepak bola dan

penyelenggara makanan agar dapat mendukung peningkatan kualitas gizi atlet. 4) Sebagian besar atlet sepak bola divisi utama dan satu nasional di Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki kapasitas VO_2 maks di bawah rekomendasi sebagai atlet profesional, untuk itu perlu menjadi pertimbangan bagi Pengurus Daerah Sepak bola Daerah Istimewa Yogyakarta saat seleksi atlet, kapasitas VO_2 maks dimasukkan sebagai kriteria, mengingat tidak mudah untuk meningkatkan kapasitas VO_2 maks tanpa program latihan yang terukur dan didukung oleh asupan zat gizi yang baik. 5) Perlu penelitian serupa dengan waktu lebih panjang (>8 minggu), mengingat hasil penelitian ini mengenai pengaruh suplementasi terhadap peningkatan kapasitas VO_2 maks mendekati signifikan ($p=0,062$), sehingga diharapkan dapat memberikan informasi lebih akurat dalam rangka memberikan kontribusi dalam peningkatan prestasi sepak bola Indonesia.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kepada pihak manajemen PSIM Yogyakarta, PSS Sleman dan PERSIBA Bantul beserta staf, para atlet sebagai subjek penelitian, para pelatih fisik masing-masing klub dan anggota Depjasmil AAU sebagai enumerator, serta semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

RUJUKAN

- Oetoro R. Gizi Atlet Sepak Bola. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 2002.
- Wilmore JH dan Costill DL. Physiology of Sport and Exercise Human Kinetic. Canada: Winsdor; 1994.
- Pusat Pengkajian dan Pengembangan IPTEK Olahraga. Panduan Tehnis Tes dan Latihan Kesegaran Jasmani untuk Atlet. Seminar dan Widyakarya Nasional Olahraga dan Kesegaran Jasmani; 6-7 September 1999; Kantor Menteri Negara Pemuda dan Olahraga, Jakarta.
- LIPI. Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII. Jakarta; 2004.
- Gibson RS. Principles of Nutritional Assesment. New York: Oxford University Press Gibson; 1990.
- Lamanca J dan Haymes E. Effect of Iron Repletion on VO_2 Max, Endurance, and Blood Lactate in Women. J Med Exerc 1993;25(12):1386-92.
- Soerjodibroto W. Gizi Olahraga. Jakarta: PJO KONI; 1980.
- Magazanik A, Weinstein Y, Abarbanel U, Shapiro Y, Inbar O, Eptein S. Effect of an Iron Supplementation on Body Iron Status and Aerobic Capacity of Young Training Women. Eur J Appl Physiol 1991;62(5):317-23.
- Pamela S, Hinton, Giodarno C, Brounline T, Haas JD. Iron Supplementations Improves Endurance after Training in Iron-depleted, Nonanemic Women. Eur J Appl Physiol 2000;88:1103-11.
- Noerhadi M. Pengaruh Suplementasi Fe terhadap Peningkatan Kadar Hemoglobin dan Kapasitas Aerobik pada Mahasiswa Fakultas Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta [tesis]. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada; 2000.
- Williams MH. Nutrition for Health, Fitness, and Sport. 7th ed. New York: The McGraw Companies Inc; 2005.
- Soetopo. Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga. Jakarta: Gramedia; 1987.
- Pate RR, Clenaghan Mc, Rotella R. 1984. Scientific Foundations of Coaching. (Terjemahan) Dwijowinoto, Kasiyo. Semarang: IKIP Press; 1993.
- Klingshirn LA, Pate RR, Bourque SP, Davis JM, Sargent RG. Effect of Supplementation on Endurance Capacity in Iron-depleted Female Runners. Med Sci Sports Exerc 1992;24:819-24.
- Matter M, Stittfal T, Graves J, Myburgh K, Adam B, Jacobs P, et al. The Effect of Iron and Folate Therapy on Maximal Exercise Performance in Female Marathon Runners with Iron and Folate Deficiency. Clin Sci 1987;72:415-22.
- Fogelholm M, Jaakkola L, Lampisjavi T. Effect of Supplementation in Female Athletes with Low Serum Ferritin Concentration. Int J Sport Med 1992; 13(2):158-62.
- Gore CJ, Hans AG, Burge CM, Telford RD. VO_2 Max and Haemoglobin Mass of Trained Athletes During High Intensity Training. Int J Sport Med 1997;18(6):477-82.
- Kusumawati M. Hubungan antara Pola Konsumsi Protein dan Fe dengan Daya Tahan Jantung Paru Atlet Sepak Bola PS Semen Padang Tahun 2003 [tesis]. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada; 2004.