

PENGARUH PEMBERIAN JUS SEMANGKA KUNING (*CITRULUS LANATUS*) TERHADAP KONSUMSI OKSIGEN MAKSIMAL (VO_2MAX) PADA ATLET SEPAK BOLA

Muhamad Irwan Setiawan, Nurmasari Widyastuti^{*)}

Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedharto, Semarang, Telp (024) 8453708, Email : gizifk@undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Decreased exercise performance was often occurred by Indonesian soccer athletes. Performance is one of physical fitness indicator that can be measured by maximal oxygen consumption (VO_2max). Watermelon contains citrulline, an amino acid that can be converted into nitric oxide (NO) in the mechanism of VO_2max .

Objective: This study aimed to determine the effect of yellow watermelon juice on VO_2max of soccer athletes.

Methods: A quasi-experimental approach to design pretest-posttest control group in 16 athletes Soccer Club PPLP Central Java aged 15-17 years in November 2015. The treatment group was given a yellow watermelon juice 750 ml, while 750 ml of sucrose syrup on control group. Intervention was given for 7 days. MFT (Multistage Fitness Test) conducted to measure VO_2max , a day before and after intervention.

Results: There was a significant difference of VO_2max in both of groups ($p < 0.05$), where VO_2max 54.3 ± 1.88 ml / kg / min in the treatment group and 52.1 ± 1.78 ml / kg / min in the control group. Increased of VO_2max in the treatment group (2.27 ± 1.09 ml / kg / min) was higher than controls (1.92 ± 3.6 ml/kg/min). However, clinically VO_2max both of groups before and after the intervention still at the excellent category (> 51.6 ml /kg/min).

Conclusion: A yellow watermelon juice can increase VO_2max in soccer athletes.

Keywords: yellow watermelon juice, VO_2max , soccer athletes, citrulline

ABSTRAK

Latar belakang : Penurunan performa latihan sering dialami oleh atlet sepak bola Indonesia. Salah satu indikator performa adalah kebugaran jasmani yang dapat diukur dengan nilai konsumsi oksigen maksimal VO_2max . Semangka memiliki kandungan sitrulin, suatu asam amino yang dapat dirubah menjadi nitrit oksida (NO) pada mekanisme penghasilan VO_2max .

Tujuan : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian jus semangka kuning terhadap VO_2max pada atlet sepak bola.

Metode: Desain kuasi eksperimental dengan pendekatan pretest-post test control group design pada 16 atlet Klub Sepak Bola PPLP Jawa tengah usia 15-17 tahun bulan November 2015. Kelompok perlakuan diberikan jus semangka kuning 750 ml, sedangkan kontrol 750 ml sirup sukrosa. Intervensi diberikan selama 7 hari. Metode MFT (Multistage Fitness Test) dilakukan untuk mengukur VO_2max sehari sebelum dan sesudah intervensi.

Hasil: Terdapat perbedaan signifikan VO_2max antara kedua kelompok ($p < 0.05$), dimana VO_2max 54.3 ± 1.88 ml/kg/menit pada kelompok perlakuan dan 52.1 ± 1.78 ml/kg/menit pada kelompok kontrol. Peningkatan VO_2max pada kelompok perlakuan (2.27 ± 1.09 ml/kg/menit) lebih tinggi dibanding kontrol (1.92 ± 3.6 ml/kg/menit). Namun, secara klinis VO_2max kedua kelompok pada sebelum dan sesudah intervensi masih dalam kategori sangat baik (> 51.6 ml/kg/menit).

Kesimpulan : Pemberian jus semangka kuning dapat meningkatkan VO_2max pada atlet sepak bola.

Kata Kunci: jus semangka kuning, VO_2max , atlet sepak bola, sitrulin

PENDAHULUAN

Kejuaraan sepak bola di Asia maupun dunia belum pernah diraih oleh tim nasional sepak bola Indonesia. Penurunan prestasi sepak bola Indonesia juga terjadi dua periode terakhir pada piala ASEAN Football Federation (AFF).¹ Stamina sangat menentukan performa, sehingga berpengaruh terhadap prestasi atlet dalam kejuaraan sepak bola. Studi oleh Badan Tim Nasional Persatuan Sepak Bola Indonesia (PSSI) menunjukkan bahwa penurunan stamina dan daya tahan sering terjadi pada atlet sepak bola Indonesia khususnya mulai menit ke-60.² Stamina dan daya tahan atlet dapat

ditentukan oleh tingkat kebugaran jasmani, sebab tingkat kebugaran merupakan indikator dalam menentukan tingkat performa atlet.

Kebugaran jasmani pada aktivitas olahraga secara kuantitatif dapat diukur melalui ketahanan kardiorespiratori. Ketahanan kardiorespiratori dibagi menjadi dua macam, yaitu aerobik dan anaerobik. Ketahanan anaerobik dibutuhkan pada olahraga sepak bola untuk menghasilkan energi yang besar dalam melakukan beberapa gerakan eksplosif. Namun, ketahanan aerobik lebih dibutuhkan dalam pola gerakan dan waktu pemulihan.³ Ketahanan aerobik dapat diketahui

^{*)} Penulis Penanggungjawab

dengan mengukur konsumsi atau volume oksigen maksimal.⁴

Volume oksigen maksimal (VO_{2max}) merupakan nilai maksimal oksigen yang diserap oleh mitokondria dari lingkungan untuk memproduksi energi.⁵ VO_{2max} juga dapat didefinisikan sebagai nilai maksimal tubuh dalam menggunakan oksigen selama olahraga.⁶ Pencapaian VO_{2max} terjadi saat nilai volume ambilan oksigen (VO_2) tidak lagi dihasilkan selama olahraga dengan intensitas yang lebih tinggi.⁷

Kebugaran jasmani atlet dapat dilihat dari pengukuran nilai VO_{2max} .^{4,5} Studi menunjukkan bahwa atlet dengan VO_{2max} sebesar 80 mL/kgBB/menit mampu berlari 5 kilometer lebih cepat dibandingkan atlet yang hanya memiliki VO_{2max} sebesar 40mL/kgBB/menit.⁶ VO_{2max} yang tinggi menunjukkan bahwa seseorang memiliki kebugaran jasmani yang lebih baik. VO_{2max} dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti usia, jenis kelamin, sistem kardiorespiratori, komposisi tubuh, dan kadar hemoglobin. Faktor eksternal seperti latihan fisik, kebiasaan merokok, dan asupan zat gizi.⁵ Asupan gizi terdiri dari gizi makro (karbohidrat, lemak, dan protein), dimana atlet membutuhkannya lebih banyak untuk menyediakan energi lebih besar saat latihan.⁸ Kebutuhan energi dari gizi makro dapat mempengaruhi VO_{2max} melalui jalur metabolisme siklus krebs. Selain gizi makro, asupan gizi mikro juga dapat berkontribusi terhadap VO_{2max} seperti natrium dan fosfor dalam bentuk natrium fosfat. Natrium fosfat diketahui sebagai senyawa utama dalam pembentukan 2,3-diphosphoglisarat (2,3-DPG) pada sel darah merah untuk meningkatkan transport oksigen ke semua jaringan. Studi pada 10 atlet sepeda gunung menunjukkan adanya peningkatan VO_{2max} setelah diberikan natrium fosfat sebanyak 50 mg/kgBB selama 6 hari.²⁹

Sitrulin adalah asam amino non esensial yang diduga berpengaruh terhadap VO_{2max} . Sitrulin merupakan prekursor efektif dalam sintesis arginin, dimana arginin berperan untuk menghasilkan nitrit oksida (NO) oleh enzim NO sintase. Nitrit oksida berperan untuk meningkatkan aliran darah. Peningkatan aliran darah menyebabkan peningkatan suplai oksigen dan zat gizi lebih banyak ke otot, sehingga VO_{2max} meningkat.⁸ Sitrulin dapat ditemukan pada beberapa bahan makanan seperti semangka, daging sapi, cokelat hitam, polong-polongan, kacang-kacangan, dan ikan.

Semangka memiliki kandungan sitrulin tertinggi dari sumber sitrulin lainnya. Varietas

semangka kuning tanpa biji mengandung sitrulin lebih banyak daripada semangka jenis lainnya. Berdasarkan uji massa gas kromatografi-spektrofotometri (GC-MS) bahwa per 1 gram semangka kuning mengandung 3.6 miligram sitrulin.⁹ Selain itu, senyawa fenolik seperti karotenoid (Likopen dan Beta Karoten) yang berfungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi juga ditemukan pada semangka. Senyawa fenolik tersebut berfungsi untuk menetralkan radikal bebas terutama dari hasil metabolisme zat Nitrit oksida (NO).¹⁰

Peneliti tertarik untuk mengambil semangka sebagai intervensi, selain mempunyai kandungan sitrulin yang lebih tinggi, buah semangka juga relatif mudah untuk didapatkan. Semangka dinilai sumber sitrulin yang paling memungkinkan dikonsumsi dalam bentuk minuman serta memiliki harga yang relatif murah dibandingkan dengan daging sapi dan cokelat hitam. Studi membuktikan bahwa sitrulin secara oral dapat meningkatkan kadar plasma arginin pada manusia dan meningkatkan produksi nitrit oksida (NO).¹¹⁻¹⁴ Peningkatan kadar plasma arginin juga terjadi setelah diberikan intervensi jus semangka sebanyak 750 ml (mengandung 1 gram sitrulin) selama 3 minggu.¹⁵ Pemberian dosis tunggal sitrulin dalam bentuk sitrulin malat juga dapat meningkatkan performa atlet pada latihan aerobik berintensitas tinggi.¹⁶

Penelitian yang menyatakan bahwa sitrulin memiliki hubungan terhadap ambilan oksigen (VO_2) salah satunya dilakukan oleh Bailey,dkk, bahwa pemberian suplemen sitrulin sebanyak 6 gram selama 1 minggu pada latihan berintensitas tinggi dapat memperlambat laju VO_2 (PLA: 59 ± 8 , CIT: 53 ± 5 s; $p < 0.05$) dan plasma nitrit (PLA: 83 ± 25 , CIT: 100 ± 38 nM).¹⁷ Penurunan laju VO_2 menunjukkan bahwa penggunaan oksigen oleh otot semakin kecil. Adapun mekanismenya bahwa pada beberapa menit pertama latihan terjadi peningkatan VO_2 hingga tercapainya keadaan *steady state* atau konsumsi oksigen disesuaikan dengan kebutuhan latihan. Penundaan waktu pencapaian puncak VO_2 menggambarkan bahwa akan puncak yang dicapai semakin tinggi, sehingga VO_{2max} yang akan dicapai juga akan semakin tinggi.⁶ Oleh karena itu, pemberian jus semangka kemungkinan dapat meningkatkan VO_{2max} yang nantinya juga akan meningkatkan performa atlet. Berdasarkan latar belakang peneliti tertarik untuk menganalisis pengaruh jus semangka terhadap VO_{2max} .

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di pusat pelatihan pelajar Jawa Tengah (PPLP) cabang olahraga sepak bola pada bulan Nopember 2015. Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimental dengan pendekatan *pretest-post test control group design* dan termasuk dalam ruang lingkup gizi olahraga. Subjek penelitian adalah atlet Sepak Bola laki-laki umur 15-17 tahun di PPLP Jawa Tengah dengan kriteria inklusi atlet yang tergabung dalam klub mengikuti latihan fisik rutin minimal 5x dalam seminggu dengan durasi 1,5 jam setiap latihan, mempunyai persen lemak tubuh normal (<25%), tidak mengkonsumsi suplemen arginin dan kreatin selama penelitian, tidak sedang cedera atau menjalani perawatan medis, bersedia mengikuti penelitian melalui persetujuan *Informed Consent* dari awal penelitian hingga akhir.

Penelitian ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kontrol. Pembagian kelompok dilakukan dengan cara acak (*random*) dimana setiap subjek yang memenuhi kriteria inklusi memiliki kesempatan yang sama untuk masuk dalam kelompok perlakuan maupun kontrol. Masing-masing kelompok diperlukan 7 orang dengan penambahan faktor *drop out* sebesar 10% menjadi 8 orang. Jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus perkiraan besar sampel dua kelompok independen pada jurnal Bailey dkk.

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu pemberian jus semangka. Kelompok perlakuan diberikan 750 ml jus semangka (*Citrulus lanatus*) varian daging kuning tanpa biji sedangkan kelompok kontrol diberikan 750 ml sirup sukrosa. Jus semangka diperoleh dari buah semangka varietas daging kuning dengan berat 780 gram, diperoleh dari pasar buah Johar, Kota Semarang. Semangka dipisahkan dari kulit luarnya, kemudian dijus menggunakan *juicer* merek X. Sebanyak 750 ml jus semangka ditempatkan di kemasan *polyetilen* ukuran 16 oz sebanyak 2 kemasan. Pemberian intervensi dilakukan selama 7 hari pada sore hari sebelum pengambilan data *recall*. Pemilihan durasi digunakan sebagai adaptasi tubuh terkait peningkatan konsentrasi plasma arginin terhadap NO.¹⁵ Semua subjek dipastikan untuk menghabiskan intervensi yang diberikan.

Variabel terikat adalah nilai VO_2max yang diukur melalui metode *Multistage fitness test* (MFT).¹⁸ Pengukuran VO_2max dilakukan dua kali yaitu satu hari sebelum dan hari ke-tujuh intervensi. Beberapa variabel seperti asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, natrium, fosfor, kebiasaan merokok, dan latihan fisik menjadi

variabel perancu yang akan dikendalikan melalui analisis.

Data yang dikumpulkan meliputi data identitas subjek (nama, usia, tanggal lahir), latihan fisik, dan kebiasaan merokok yang diperoleh dengan menggunakan kuisioner. Pengambilan data ini dilakukan satu hari sebelum intervensi yaitu sebelum pengukuran VO_2max awal. Pengukuran tinggi badan dilakukan dengan menggunakan mikrotoa dengan batas ukur 200 cm dan ketelitian 0,1 cm. Pengukuran berat badan dan persen lemak tubuh diperoleh melalui penimbangan menggunakan *Bioelectric Impedance Analyzer* (BIA) injak. Data asupan makan masing-masing kelompok diambil setiap hari selama intervensi dengan metode *recall* 24 jam untuk mengetahui data asupan energi, karbohidrat, protein, natrium, dan fosfor selama intervensi. Data latihan fisik diukur berdasarkan intensitas, durasi, dan frekuensi olahraga yang dilakukan dengan menggunakan kuisioner *Measurement of Habitual Physical Activity* dimana masing-masing nilai intensitas, durasi dan frekuensi akan dikalikan sehingga mendapatkan hasil akhir berupa skor. Intensitas akan dibagi menjadi tiga kategori ringan, moderat, dan berat yang memiliki nilai berbeda yaitu 0,76 MJ/jam untuk intensitas ringan, 1,26 MJ/jam untuk intensitas moderat, dan 1,76 MJ/jam.³⁰

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS. Analisis univariat untuk mendeskripsikan kategori, rerata, standar deviasi, nilai minimal dan maksimal semua variabel yang diambil baik variabel terikat VO_2max sebelum dan sesudah intervensi maupun variabel perancu, yaitu asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, natrium, fosfor, kebiasaan merokok dan latihan fisik. Analisis bivariat digunakan untuk menganalisis perbedaan VO_2max post, dan variabel perancu antara kedua kelompok. Analisis bivariat diawali dengan uji kenormalan data dengan uji *Shapiro-Wilk*. Uji *paired t-test* untuk menentukan beda rerata VO_2max pre dan VO_2max post setiap kelompok. Uji VO_2max post dan masing-masing variabel perancu antara kedua kelompok menggunakan uji *independent-t-test* untuk data berdistribusi normal dan uji *Mann Whitney* untuk data berdistribusi tidak normal.

Variabel terikat dan perancu pada penelitian akan dikategorikan guna menggambarkan karakteristik subjek. Kategori untuk VO_2max dibagi menjadi dua yaitu baik, dan sangat baik. VO_2max dikatakan baik bila 40.8-51.5; dan sangat baik bila >51.6 ml/kg/menit.¹⁹ Kategori indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U) tergolong normal jika

ambang batas Z-Score antara -2 SD sampai 1 SD.³² Persen lemak tubuh dikategorikan cukup jika 15-20%, baik 11-14,9%, dan sangat baik jika 6-10,9%.³² Asupan energi, karbohidrat, lemak, protein dibagi menjadi dua yaitu baik dan kurang. Asupan energi, karbohidrat, lemak, protein, natrium, dan fosfor dikategorikan kurang bila pemenuhan kurang dari 80% AKG, dikatakan baik jika prosentase

pemenuhan 80-110% dari AKG, dan lebih jika lebih 110% dari AKG.²⁰

HASIL PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pusat Pelatihan Pelajar (PPLP) Jawa Tengah Cabang Olahraga Sepak Bola. Subjek penelitian adalah 16 atlet sepak bola laki-laki dari Klub PPLP Jawa Tengah.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian pada kelompok kontrol dan perlakuan

Gambaran subjek	Perlakuan (n=8)			Kontrol (n=8)			P
	Rerata ±SD	Min	Max	Rerata± SD	Min	Max	
Usia	16±0.76	15	17	15.9±0.84	15	17	0.758*
IMT / U	21.8±1.34	19.89	23.3	20.6±1.27	18.6	21.58	0.172**
Lemak tubuh (%)	14.1±2.34	9	16.1	12.8±2.26	10	16	0.248**
Latihan fisik	9.2±2.47	7.28	14.5	8.3±1.44	7.28	11.3	0.524**
VO ₂ max pre	52±2.12	48.7	54.8	54.1±3.56	50.2	58.7	0.191*

*Independent t-test

**Mann whitney

Tabel 2. Karakteristik subjek kelompok perlakuan dan kontrol sebelum intervensi

Karakteristik subjek	Kategori	Perlakuan (n=8)		Kontrol (n=8)	
		N	%	N	%
IMT/U	Normal (-2SD – 1SD)	8	100%	8	100%
Lemak tubuh (%)	Cukup (15-20%)	4	50%	-	-
	Baik (11-14.9%)	3	37.5%	6	75%
	Sangat baik (6-10.9%)	1	12.5%	2	25%
VO ₂ max pre (ml/kg/menit.)	Baik 40.8-51.5	5	62.5%	3	37.5%
	sangat baik >51.6	3	37.5%	5	62.5%
Asupan energi	Kurang	2	25%	4	50%
	Baik	4	50%	3	37.5%
	Lebih	2	25%	1	12.5%
Asupan karbohidrat	Kurang	2	25%	4	50%
	Baik	4	50%	3	37.5%
	Lebih	2	25%	1	12.5%
Asupan lemak	Kurang	5	62.5%	6	75%
	Baik	2	25%	1	12.5%
	Lebih	1	12.5%	1	12.5%
Asupan protein	Kurang	1	12.5%	4	50%
	Baik	-	-	3	37.5%
	Lebih	6	87.7%	1	12.5%
Asupan Natrium	Baik	7	87.5%	7	87.5%
	Lebih	1	12.5%	1	12.5%
Asupan Fosfor	Kurang	1	12.5%	4	50%
	Baik	2	25%	2	25%
	Lebih	5	62.5%	2	25%

Data distribusi karakteristik kedua kelompok menunjukkan tidak ada perbedaan pada variabel usia, IMT/U, persen lemak tubuh, latihan fisik, dan VO₂max sebelum intervensi (p>0.05). Semua subjek memiliki rentang usia 15 sampai 17 tahun. Semua subjek memiliki status gizi normal berdasarkan IMT/U. Lemak tubuh kelompok perlakuan sebagian besar tergolong cukup (50%), sedangkan pada kelompok kontrol tergolong baik (75%). VO₂max pada kelompok perlakuan 62.5% tergolong baik dan

37.5% sangat baik, sedangkan kelompok kontrol berlaku sebaliknya. Asupan energi dan karbohidrat pada kelompok perlakuan sebagian besar tergolong baik (50%), asupan lemak kurang (62.5%), asupan protein lebih (87.7%), asupan natrium baik (87.5%), serta asupan fosfor lebih (62.5%). Berbeda pada kelompok kontrol dimana asupan energi, karbohidrat, lemak dan protein sebagian besar tergolong kurang.

Perbedaan VO_2max Sebelum dengan Setelah Intervensi Antar Kelompok

Hasil analisis uji beda terhadap VO_2max sebelum, dan setelah intervensi antara kedua kelompok disajikan pada Tabel 3 :

Tabel 3. Hasil uji beda VO_2max pre dan post intervensi antar dua kelompok

Kelompok	Perlakuan			p^*	Kontrol			p^*
	Rerata \pm SD	Min	Max		Rerata \pm SD	Min	Max	
VO_2max sebelum intervensi (ml/kg/menit)	52.0 \pm 1.22	48.7	54.8	0.001	54.0 \pm 3.56	50.2	58.7	0.175
VO_2max setelah intervensi (ml/kg/menit)	54.3 \pm 1.88	52.5	57.1		52.1 \pm 1.78	49.3	54.8	

*Paired t-test

Tabel 4. Hasil uji beda VO_2max pada kelompok perlakuan dan kontrol

Kelompok	Perlakuan			Kontrol			p^*
	Rerata \pm SD	Min	Max	Rerata \pm SD	Min	Max	
VO_2max setelah intervensi (ml/kg/menit)	54.3 \pm 1.88	52.5	57.1	52.1 \pm 1.78	49.3	54.8	0.032
ΔVO_2max sebelum dan setelah intervensi	2.27 \pm 1.09	0.6	4.4	1.92 \pm 3.6	-8.3	1.3	0.007

*independent t-test

Berdasarkan hasil analisis, terdapat perbedaan signifikan VO_2max sebelum dan sesudah intervensi ($p < 0.05$) pada kelompok perlakuan, dimana nilai awal 52.0 \pm 1.22 ml/kg/menit dan nilai akhir sebesar 54.3 \pm 1.88 ml/kg/menit. Penurunan VO_2max terjadi pada kelompok kontrol, dari 54.0 \pm 3.56 menjadi 52.1 \pm 1.78 ml/kg/menit. Nilai VO_2max berbeda signifikan antara kelompok

perlakuan (54.3 \pm 1.88 ml/kg/menit) dan kontrol (52.1 \pm 1.78 ml/kg/menit), dimana $p=0.032$ ($p < 0.05$). Peningkatan VO_2max pada kelompok perlakuan (2.27 \pm 1.09 ml/kg/menit) lebih tinggi dibanding kontrol (1.92 \pm 3.6 ml/kg/menit). Secara klinis VO_2max kedua kelompok pada sebelum dan sesudah intervensi masih dalam kategori sangat baik (>51.6 ml/kg/menit).

Tabel 5. Gambaran variabel perancu selama intervensi pada kelompok kontrol dan perlakuan

Variabel perancu	Perlakuan (n=8)			Kontrol (n=8)			p
	Rerata \pm SD	Min	Max	Rerata \pm SD	Min	Max	
Asupan Energi (kkal)	3090 \pm 421.81	2498	3665	2960 \pm 590.89	2168	3675	0.620*
Asupan KH (g)	440.48 \pm 65.95	328.65	549.82	444.94 \pm 11.02	277.52	576.32	0.923*
Asupan Protein (g)	100.62 \pm 18.25	72.18	128.20	89.68 \pm 16.13	70.70	115	0.225*
Asupan Lemak (g)	112.51 \pm 55.74	77.60	243.52	89.3 \pm 13.3	71.08	107.21	0.462**
Asupan Natrium (mg)	2133.3 \pm 183.91	1806.89	2365.71	2105.7 \pm 174.56	1919.54	2398.31	0.763*
Asupan Fosfor (mg)	1307.7 \pm 283.39	926.89	1763.01	1148.12 \pm 18.04	827.65	1143.14	0.228*

*Independent t-test

**Mann Whitney

Hasil uji beda menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari variabel perancu selama intervensi baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol ($p > 0.05$).

PEMBAHASAN

Pemberian intervensi dilakukan selama 7 hari pada sore hari. Pemilihan durasi ini berfungsi sebagai adaptasi tubuh terkait peningkatan konsentrasi plasma arginin oleh sitrulin untuk menghasilkan NO.¹⁵ NO berperan penting untuk menghasilkan VO_2max .^{6,24} Hal ini sesuai dengan studi Collins,dkk. bahwa subjek yang diberikan jus semangka sebanyak 750 ml selama satu minggu mengalami peningkatan plasma arginin.¹⁵

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa VO_2max pada kelompok perlakuan mengalami kenaikan signifikan setelah diberikan jus semangka kuning sebanyak 750 ml. VO_2max meningkat

sebanyak 2.27 \pm 1.09 ml/kg/menit. Peningkatan ini tidak setinggi pada penelitian Cutrufello,dkk, dimana VO_2max meningkat sebanyak 4.0 \pm 0.9 ml/kg/menit setelah diberikan 750 ml jus semangka merah.²¹ Sebaliknya, VO_2max pada kelompok kontrol mengalami penurunan, namun VO_2max pada kelompok kontrol masih tergolong sangat baik (>51.6 ml/kg/menit), baik pada sebelum maupun sesudah perlakuan. Penurunan VO_2max kemungkinan dapat disebabkan oleh kurangnya asupan energi baik dari asupan karbohidrat, lemak, maupun protein. Kurangnya asupan energi berpengaruh terhadap penurunan cadangan energi terutama glikogen. Kekurangan glikogen akan menurunkan total energi ekspenditur yang nantinya akan menurunkan ambilan oksigen hingga 75%.⁸

Peningkatan VO_2max berhubungan dengan kandungan asam amino sitrulin dari jus semangka. Sitrulin bertindak sebagai prekursor arginin untuk

meningkatkan plasma arginin dalam darah, dan penting dalam pembentukan Nitrit oksida (NO).²² Sesuai dengan penelitian Mandel.dkk menemukan bahwa konsumsi 3.3 kg buah semangka pada 6 subjek dapat meningkatkan konsentrasi plasma sitrulin dan arginin.²³ Sintesis NO dari arginin oleh enzim endothel NO synthase (eNOS) terutama dilakukan pada jaringan otot skeletal. Enzim eNOS diekspresikan dalam lapisan endotel pembuluh darah dan berikatan dengan Ca^{+2} oleh siklik guanosa monofosfat (cGMP) pada relaksasi otot untuk meningkatkan aliran darah (vasodilatasi). Efek vasodilatasi dari NO menyebabkan pengiriman O_2 terhadap tuntutan persediaan O_2 miokardium pada aktifitas berat, sehingga atlet dapat berlatih lebih lama.²⁴ Studi Bailey.dkk menunjukkan bahwa pemberian sitrulin sebanyak 6 gram selama 1 minggu pada latihan berintensitas tinggi dapat memperlambat laju VO_2 .¹⁷ Mekanisme diatas menunjukkan bahwa penurunan VO_2 dan efisiensi penggunaan oksigen oleh NO dari sitrulin dapat meningkatkan penggunaan oksigen dalam tubuh secara maksimal selama latihan. Penurunan laju VO_2 berbanding lurus terhadap peningkatan VO_{2max} .⁶

Bentuk intervensi pada penelitian ini menggunakan jus semangka yang mengandung kurang lebih 2.8 gram sitrulin.⁹ Berbeda dengan studi lainnya yang umumnya menggunakan dalam bentuk sitrulin malat, seperti pada studi Bailey.dkk bahwa pemberian 6 gram sitrulin malat selama 1 minggu pada latihan berintensitas tinggi dapat memperlambat laju VO_2 .¹⁷ akibat terjadinya peningkatan level plasma arginin pada manusia dan produksi nitrit oksida (NO).¹¹⁻¹⁴ Penggunaan sitrulin malat juga ditemukan pada penelitian Bendahan dkk, bahwa terjadi peningkatan performa aerobik berintensitas tinggi setelah atlet diberikan 6 gram sitrulin malate.²⁴ Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bentuk intervensi kemungkinan sama-sama memberikan efek positif terhadap performa latihan, akibat sifat sitrulin yang cepat diserap tubuh dan sebagai prekursor efektif dalam pembentukan asam amino arginin.²⁶

Keterbatasan penelitian ini adalah belum adanya kontrol terhadap asupan sitrulin selain jus semangka. Jus semangka yang diberikan tidak hanya mengandung asam amino sitrulin, namun juga terdapat beberapa asam amino seperti arginin serta zat gizi lainnya yang kemungkinan dapat berkontribusi terhadap hasil penelitian. Selain itu, pengujian dosis asam amino sitrulin yang digunakan pada penelitian ini belum dilakukan.

Pengujian dosis diperlukan agar intervensi yang diberikan tepat dan lebih homogen.

SIMPULAN DAN SARAN

Peningkatan VO_{2max} pada kelompok perlakuan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol setelah diberikan jus semangka kuning 750 ml selama 7 hari. Perlu penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap VO_{2max} seperti kadar hemoglobin yang berperan dalam mekanisme transport dan jumlah oksigen, asupan sitrulin selain jus semangka, asam amino dan zat gizi lainnya. Selain itu diperlukan pengujian dosis asam amino sitrulin pada jus semangka yang diberikan, agar intervensi lebih tepat dan lebih homogen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Immawati A. Pengaruh pemberian sport drink terhadap performa dan tes keterampilan pada atlet sepak bola usia 15-18 tahun (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro; 2011.
2. Tim nasional sepak bola Indonesia - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. 2013. Available at: http://id.wikipedia.org/wiki/Tim_nasional_sepak_bola_Indonesia. Accessed Mei 20, 2015.
3. Maqsalmina M. Pengaruh Latihan Aerobik terhadap Perubahan VO_{2max} pada Siswa Sekolah Sepak Bola Tugu Muda Semarang Usia 12-14 Tahun (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro; 2007.
4. Uliyandari A. Pengaruh latihan fisik terprogram terhadap perubahan nilai konsumsi oksigen maksimal (VO_{2max}) pada siswi Sekolah Bola Voli Tugu Muda Semarang usia 11-13 tahun (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro; 2009.
5. Sukawati SY. Nilai VO_{2max} mahasiswa Kobe Jepang lebih tinggi daripada mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta (Skripsi). Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2010.
6. Gropper SS, Smith JL, Groof JL. Advance nutrition and human metabolism. fifth edition. 2010
7. Levine BD. VO_{2max} : what do we know, and what do we still need to know?. Journal Physiology Society. 2008; 586(1):25-34
8. Botchlett, R., Lawler, J. M., & Wu, G. L-Arginine and l-citrulline in sports nutrition and health. Nutrition And Enhanced Sports Performance. 2013:439.
9. Rimando, A. M., & Perkins-Veazie, P. M. Determination of citrulline in watermelon rind. Journal of Chromatography A. 2005; 1078(1):196-200.
10. Edwards, A. J., Vinyard, B. T., Wiley, E. R., Brown, E. D., Collins, J. K., Perkins-Veazie, & Clevidence, B. A. Consumption of watermelon juice increases plasma concentrations of lycopene and β -carotene in

- humans. *The Journal of nutrition*, 2003; 133(4):1043-50.
11. Rouge, C., Des Robert, C., Robins, A., Le Bacquer, O., Volteau, C., De La Cochetiere, M.-F., & Darmaun, D. Manipulation of citrulline availability in humans. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*. 2007; 293 (5): 1061– 67.
 12. Schwedhelm, E., Maas, R., Freese, R., Jung, D., Lukacs, Z., Jambrecina, A., Böger, R. H. Pharmacokinetic and pharmacodynamic properties of oral L-citrulline and L-arginine: Impact on nitric oxide metabolism. *British Journal of Clinical Pharmacology*. 2008; 65(1):51–59.
 13. Sureda, A., Córdova, A., Ferrer, M. D., Tauler, P., Pérez, G., Tur, J. A., & Pons, A. Effects of L-citrulline oral supplementation on polymorphonuclear neutrophils oxidative burst and nitric oxide production after exercise. *Free Radical Research*. 2009; 43(9): 828–35.
 14. El-Hattab, A. W., Hsu, J. W., Emrick, L. T., Wong, L.J. C., Craigen, W. J., Jahoor, F., & Scaglia, F. Restoration of impaired nitric oxide production in MELAS syndrome with citrulline and arginine supplementation. *Molecular Genetics and Metabolism*. 2012; 105(4): 607–14.
 15. Collins, J. K., Wu, G., Perkins-Veazie, P., Spears, K., Claypool, P. L., Baker, R. A., & Clevidence, B. A. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. *Nutrition*. 2007; 23(3):261-6.
 16. Pérez-Guisado, J., & Jakeman, P. M. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010; 24(5):1215–22.
 17. Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Lord, T., Vanhatalo, A., Winyard, P. G., & Jones, A. M. L-citrulline supplementation improves O₂ uptake kinetics and high-intensity exercise performance in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2015; jap-00192.
 18. Castagna C, Impellizzeri FM, Manzi V, Ditroilo M. The Assessment of Maximal Aerobic Power with The Multistage Fitness Test in Young Women Soccer Players. *Journal of Strength Conditioning Research*. 2010; 24 (6): 1488-1494.
 19. Tongprasert S, Wattanapan P. Aerobic Capacity of Fifth-Year Medical Students at Chiang Mai University. *Journal of Medicine Association*. 2007; 90 (7): 1411-1416.
 20. Juratmy L, Dachlan DM, Aminudin. Studi Tentang Kesesuaian Antara Asupan dengan Kebutuhan Zat Gizi Makro Warga Binaan Wanita di Rumsah Tahanan Negara Klas I Makassar. *Jurnal MKMI*. 2011;7(1):127-132.
 21. Cutrufello PT, Gadowski SJ, Zavorsky GS. The effect of l-citrulline and watermelon juice supplementation on anaerobic and aerobic exercise performance. *Journal of sports sciences*. 2015 Aug 27;33(14):1459-66.
 22. Wu G, Morris SM. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochem J* 1998;336:1–17.
 23. Mandel H, Levy N, Izkovitch S, Korman SH. Elevated plasma citrulline and arginine due to consumption of *Citrullus vulgaris* (watermelon). *J Inher Metab Dis* 2005;28:467–72.
 24. Habib, S., & Ali, A. Role of nitric oxide in sports nutrition. *Nutrition And Enhanced Sports Performance*. 2013; 275.
 25. Bendahan, D., Mattei, J. P., Ghattas, B., Confort-Gouny, S., Le Guern, M. E., & Cozzone, P. J. Citrulline/malate promotes aerobic energy production in human exercising muscle. *British Journal of Sports Medicine*, 2002; 36(4), 282–9.
 26. Curis E, Nicolis I, Moinard C, Osowska S, Zerrouk N, Benazeth S, Cynober L. Almost all about citrulline in mammals. *Amino Acids* 2005;29:177–205.
 27. Diaz Tarazona MP, Alacid F, Carraco M, Martinez I, Aguayo E. Watermelon Juice : A Potential Functional Drink for Sore Muscle Relief in Athletes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013; p:13-16
 28. Takeda, K., Machida, M., Kohara, A., Omi, N., & Takemasa, T. Effects of citrulline supplementation on fatigue and exercise performance in mice. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2011; 57(3):246-50.
 29. Czuba Milosz, Zajac Adam, Poprzecki Stanislaw, Cholewa Jaroslaw, and Woska Scott. Effects of sodium phosphate loading on aerobic power and capacity in off roadcyclists. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2009; 8:591-9
 30. Baecke JAH, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement habitual physical activity in epidemiological. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1982; 36: 936-42.
 31. Irawan MA. Nutrisi, Energi, dan Performa Olahraga. *Sport Science Brief*. [serial online] 2007 [dikutip 2016 Maret 20] ; [13 halaman]. Available from: URL: <http://www.pssplab.com/journal/04.pdf>
 32. Kementrian Kesehatan RI. Standar antropometri penilaian status gizi anak. *Direktorat Jendral Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak*. 2010; 39-40.
-