

PENGARUH PEMBERIAN JUS JERUK MANIS (*Citrus sinensis*) TERHADAP INDEKS KELELAHAN OTOT ANAEROB PADA ATLET SEPAK BOLA DI GENDUT DONY TRAINING CAMP (GDTC)

Evi Kusumastuti, Nurmasari Widyastuti*)

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

ABSTRACT

Background : Anaerobic muscle fatigue occurs due to high intensity activity that need a quick energy in a short time. It resulted lactic acid which when accumulated can inhibit muscle contraction. Consumption of 30-60 grams/h carbohydrates is able to maintain glucose levels and can keep burning rate of carbohydrates in the body so that the occurrence of fatigue inhibited up to 30-60 minutes. Citrus fruits contain carbohydrates as an energy source and potassium for fluid balance and electrolytes. The combination of nutrients in citrus fruit has the potential to reduce muscle fatigue.

Objective : To analyze the effect of orange juice to decrease anaerobic muscle fatigue in football athletes.

Method : Experimental study with post test only with controlled group design. Subject for these study were twenty one male football athlete's between the ages 15-18 in Gendut Dony Training Camp (GDTC) divided randomly into two groups; treatment group and control group. The subject has given 300 ml orange juice and 300 ml placebo 30 minutes before test. Anaerobic muscle fatigue in football athletes was measured by Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) to calculate Anaerobic Fatigue (AF) value. All datas were analyzed by Independent Sampel T-test.

Result : Between the two groups were not showing significant difference between ages, weight, height, body mass index (BMI) and total food intake. Significant difference was showed in average of AF value between group. The anaerobic fatigue average of treatment group was $6,72 \pm 3,02$, and control group was $11,17 \pm 1,92$.

Conclusion : Consumption of orange juice 30 minutes before exercise shows significant impact to prevent muscle fatigue in anaerobic phase.

Keywords : orange juice, anaerobic muscle fatigue, RAST

ABSTRAK

Latar belakang : Kelelahan otot anaerob terjadi karena aktivitas atau intensitas tinggi yang membutuhkan energi cepat dalam waktu yang singkat. Produk sampingan berupa asam laktat yang apabila terakumulasi dapat menghambat kontraksi otot. Pemberian karbohidrat sebesar 30-60 gram/jam mampu untuk mempertahankan level glukosa dan dapat menjaga tingkat pembakaran karbohidrat di dalam tubuh sehingga terjadinya kelelahan dihambat hingga 30-60 menit. Buah jeruk mengandung karbohidrat sebagai sumber energi dan kalium untuk keseimbangan cairan dan elektrolit. Kombinasi zat gizi pada buah jeruk berpotensi untuk mengurangi kelelahan otot.

Tujuan : Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian jus jeruk manis untuk mengurangi kelelahan otot anaerob pada atlet sepak bola.

Metode : Penelitian ini merupakan penelitian experimental dengan rancangan post test only with control group design. Jumlah subjek 21 atlet sepak bola usia 15-18 tahun di Gendut Dony Training Camp yang dibagi secara acak menjadi 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Subjek penelitian menerima intervensi pemberian jus jeruk manis dan placebo sebanyak 300 ml yang diberikan 30 menit sebelum tes. Kelelahan otot anaerob pada atlet sepak bola diukur dengan menggunakan RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test) dengan menghitung nilai AF (Anaerobic Fatigue). Data dianalisis menggunakan uji Independent Sampel T-tes.

Hasil : Antara dua kelompok subyek tidak ada perbedaan yang bermakna antara umur, berat badan, tinggi badan, IMT, dan rerata asupan makan. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Rerata nilai indeks kelelahan otot anaerob kelompok perlakuan adalah $6,72 \pm 3,02$ dan kelompok kontrol adalah $11,17 \pm 1,92$.

Simpulan : Pemberian jus jeruk manis 30 menit sebelum olahraga secara bermakna dapat mencegah kelelahan otot pada fase anaerob.

Kata kunci : jus jeruk manis, kelelahan otot anaerob, RAST

PENDAHULUAN

Kelelahan otot didefinisikan sebagai kegagalan otot untuk mempertahankan atau menghasilkan kekuatan atau hilangnya kemampuan otot untuk berkontraksi menghasilkan kekuatan

serta sangat lambatnya relaksasi otot.¹ Kelelahan otot pada aktivitas anaerobik terjadi karena aktivitas atau intensitas tinggi yang membutuhkan energi cepat dalam waktu yang singkat.²

Proses metabolisme secara anaerob akan menghasilkan produk sampingan berupa asam laktat yang apabila terakumulasi dapat menghambat kontraksi otot dan menyebabkan rasa nyeri.² *Running-based Anaerobic Sprint Test* (RAST) adalah salah satu tes untuk mengukur kelelahan otot anaerobik. RAST lebih spesifik untuk tes kelelahan otot anaerobik dalam olahraga berbasis lari.³ Sepak bola merupakan olahraga *endurance* berintensitas tinggi yang membutuhkan kekuatan dan ketahanan tubuh selama 2 x 45 menit. Karena intensitas yang tinggi, atlet sepak bola sering mengalami kelelahan dan penurunan performa sebelum pertandingan selesai.⁴

Salah satu kontributor utama terjadinya kelelahan otot adalah penurunan glukosa selama latihan yang berat dan diperpanjang.⁵ Saat melakukan olahraga, hati akan memecah glikogen menjadi glukosa dan melepaskannya ke aliran darah menjadi energi.⁶ Glikogen otot menurun 40% sampai 90% selama pertandingan dimana glikogen otot merupakan substrat yang paling penting untuk produksi energi, sehingga dapat dihubungkan dengan terjadinya kelelahan otot di akhir pertandingan karena menipisnya glikogen di dalam beberapa serabut otot.⁷ Berdasarkan penelitian, dosis karbohidrat sebesar 30-60 gram/jam mampu untuk mempertahankan level glukosa dan dapat menjaga tingkat pembakaran karbohidrat di dalam tubuh sehingga terjadinya kelelahan dihambat hingga 30-60 menit.⁴

Kelelahan otot juga dipengaruhi oleh zat gizi mikro yaitu kalium. Kalium merupakan elektrolit yang berfungsi untuk keseimbangan cairan dalam tubuh dan bertanggung jawab untuk menghantarkan impuls saraf dan kontraksi otot. Defisiensi kalium dapat mengakibatkan kelemahan otot sehingga akan menimbulkan kelelahan otot.⁸ Pemberian suplemen yang mengandung kalium untuk atlet biasanya diberikan dalam bentuk suplemen alami seperti jus buah.⁹

Berdasarkan uji laboratorium, kandungan gizi pada 300 ml jus jeruk adalah 54,9 gram KH, 1,92 gram protein, 4,47 gram serat, 1,17 gram lemak, dan 237,4 mg kalium. Terdapat dua jenis karbohidrat dalam buah jeruk yaitu karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Karbohidrat sederhana jeruk yaitu fruktosa, glukosa dan sukrosa yang dapat menyediakan energi secara cepat. Karbohidrat kompleksnya berupa polisakarida nonpati (secara umum dikenal sebagai serat pangan) yang dapat digunakan untuk menyimpan cadangan glikogen otot.¹⁰ Kandungan karbohidrat pada buah jeruk (18 gram/100 gr) lebih tinggi dibandingkan buah lain seperti melon (3 gram/100 gr), pepaya (7

gram/100 gr), tomat (4 gram/100 gr), anggur (7 gram/100 gr), serta alpukat (1 gram/100 gr).¹¹ Buah jeruk juga mengandung kalium yang tinggi. Kalium pada jus jeruk (237,4 mg/300 ml) lebih tinggi daripada jus buah lain seperti anggur (64,8 mg/300 ml), apel (187,2 mg/300 ml), pear (208,8 mg/300 ml) dan blueberry (134,4 mg/300 ml).¹² Kalium pada buah jeruk berfungsi untuk keseimbangan cairan dalam tubuh dan bertanggung jawab untuk menghantarkan impuls saraf dan kontraksi otot.⁸ Vitamin B kompleks pada buah jeruk terlibat dalam jalur produksi energi dan dibutuhkan dalam jumlah yang lebih tinggi untuk ketahanan atlet.¹³

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *experimental* dengan rancangan *post test only with control group design*. Variabel terikat (*dependent*) dalam penelitian ini adalah nilai indeks *Anaerobic Fatigue* (AF). Variabel bebas (*independent*) dalam penelitian ini adalah pemberian jus jeruk manis (*Citrus sinensis*) dengan dosis 300 ml. Perhitungan subyek penelitian menggunakan rumus Slovin sehingga dibutuhkan 21 subyek yang dibagi menjadi 2 kelompok secara random yaitu 11 atlet kelompok perlakuan (jus jeruk manis 300 ml) dan 10 atlet kelompok kontrol (300 ml placebo berupa air yang ditambahkan pewarna makanan).

Subyek penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik *simple random sampling* dengan kriteria inklusi sebagai berikut: subyek merupakan atlet sepak bola laki-laki usia 15-18 tahun yang berada di *Gendut Dony Training Camp*; tidak mengonsumsi suplemen, vitamin, dan mineral dosis tinggi, herbal dan obat yang berkaitan dengan reaksi inflamasi dan fungsi imun selama penelitian berlangsung; tidak dalam perawatan dokter atau pascaoperasi 6 bulan sebelum penelitian dan bersedia mengikuti penelitian melalui persetujuan *Informed Consent*. Subyek dinyatakan keluar dari penelitian apabila sakit atau mengalami cedera selama penelitian berlangsung, merokok, mengonsumsi suplemen, vitamin, dan mineral dosis tinggi, herbal dan obat yang berkaitan dengan reaksi inflamasi dan fungsi imun selama penelitian berlangsung.

Pemberian jus jeruk dilakukan 30 menit sebelum dilakukan uji RAST. Atlet diberikan waktu sebanyak 3 menit untuk menghabiskan jus jeruk maupun placebo yang diberikan. Enam puluh menit sebelum tes dilakukan, subyek hanya diperbolehkan minum air putih. Kelompok perlakuan mendapatkan jus jeruk sebanyak 300 ml, sedangkan kelompok kontrol mendapatkan placebo berupa air yang ditambahkan pewarna makanan sebanyak 300

ml. Uji RAST dilaksanakan pada sore hari pukul 15.30 WIB. Prosedur pelaksanaan uji RAST adalah subyek diminta melakukam pemanasan selama 10 menit. Subyek diminta berlari sebanyak 6 kali sejauh 35 meter dengan kecepatan maksimum dengan fase istirahat selama 10 detik setiap satu kali repetisi. Setelah didapatkan waktu lari *sprint* dari enam repetisi, didapatkan data power minimum yang berupa nilai terendah diantara 6 kali repetisi, power maksimum berupa nilai tertinggi di antara 6 kali repetisi. Data tersebut dihitung dengan rumus baku AF (*Anaerobic Fatigue*) dan subyek diistirahatkan.

Pencatatan asupan makan 24 jam sebelum uji RAST dilakukan dengan metode *food recall* 24 jam, kemudian data asupan makan subyek dianalisis menggunakan program *nutrisurvey*. Nilai indeks

Anaerobic Fatigue (AF) pada atlet didapatkan dari hasil uji RAST dengan rumus AF adalah = (Power maksimum – Power minimum) / total waktu 6 kali sprint. Subyek dikatakan mengalami kelelahan apabila nilai AF > 10. Data nilai *Anaerobic Fatigue* (AF) antara kelompok kontrol dan perlakuan diuji normalitas datanya dengan uji *Saphiro Wilk* karena sampel kurang dari 50. Perbedaan rerata nilai *Anaerobic Fatigue* (AF) antara kelompok kontrol dan perlakuan diuji menggunakan *Independent Sampel T-test*. Perbedaan dianggap bermakna apabila $p < 0,05$.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Subyek

Karakteristik subyek penelitian dari ketiga kelompok disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

Variabel	Perlakuan (n=11)	Kontrol (n=10)	p*
	Mean±SD	Mean±SD	
Umur (tahun)	16.18±0,87	16,70±1,16	0,254
Berat Badan (kg)	59.66±9,02	62,69±1,06	0,673
Tinggi Badan (m)	1,65±0,67	1,67±0,41	0,339
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	21,75±2,35	22,26±3,91	0,833
Total Energi (kalori)	2.418,5±274,31	2.534±273,58	0,324
Total Karbohidrat (gram)	298,5±43,4	149,4±52,1	0,139
Total Kalium (mg)	1235,2±142,4	1494,5±521,5	0,324

*berdasarkan uji *Mann-Whitney*

Hasil uji beda *Mann-Whitney* dari dua kelompok menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara umur, berat badan, tinggi badan, IMT, serta total energi, karbohidrat, dan kalium ($p > 0,05$).

Pengaruh Pemberian Jus Jeruk Manis Terhadap Indeks Kelelahan Otot Anaerob

Hasil uji RAST subyek pada kedua kelompok dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Distribusi Subyek Berdasarkan Indeks Kelelahan Otot Anaerob (AF)

Kelompok	Indeks Kelelahan Otot Anaerob (AF)				Total	Persen (%)
	>10 (lelah)		<10 (tidak lelah)			
	Frekuensi	Persen (%)	Frekuensi	Persen (%)		
Perlakuan	2	18,18	9	81,82	11	100%
Kontrol	8	80	2	20	10	100%

Berdasarkan tabel 3 didapatkan kelompok perlakuan dengan indeks kelelahan >10 (tergolong lelah) sebanyak 2 orang (18,18%) dan kelompok perlakuan dengan indeks kelelahan <10 (tergolong tidak lelah) sebanyak 9 orang (81,82%). Pada

kelompok kontrol didapatkan 8 orang (80%) dengan indeks kelelahan >10 (tergolong lelah) dan 2 orang (20%) dengan indeks kelelahan <10 (tergolong tidak lelah).

Tabel 3. Uji Statistik Indeks Kelelahan Otot Anaerob (AF)

Variabwl	Perlakuan (n=11)			Kontrol (n=10)			p*
	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD	Min	Max	
AF	6,72±3,02	2,53	10,59	11,17±1,92	7,55	14,32	0,001

*berdasarkan uji *Independent Sampel T-test*

Tabel 3 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) nilai indeks *Anaerobic Fatigue* antara kelompok kontrol dan perlakuan. Rerata nilai indeks kelelahan otot anaerob kelompok kontrol lebih tinggi daripada kelompok perlakuan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan jus jeruk 300 ml memiliki indeks kelelahan otot anaerob (AF) lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil uji analisis *Independent Sampel T-test* menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai indeks kelelahan otot anaerob (AF) yang bermakna pada kedua kelompok. Rerata nilai AF pada kelompok perlakuan yaitu $6,72 \pm 3,02$ sedangkan kelompok kontrol yaitu $11,17 \pm 1,92$. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian jus jeruk manis dapat mengurangi kelelahan otot anaerob dan penelitian ini membuktikan hipotesis yang ada. Semakin rendah nilai AF (< 10) maka dapat dikatakan bahwa atlet tidak mengalami kelelahan sedangkan apabila nilai AF > 10 maka atlet dikatakan mengalami kelelahan.¹⁴ *Running-based Anaerobic Sprint Test* (RAST) adalah salah satu tes untuk mengukur kelelahan otot anaerobik yang telah banyak digunakan karena validitas dan realibilitasnya. RAST lebih spesifik untuk tes kelelahan otot anaerobik dalam olahraga berbasis lari seperti sepak bola dengan melihat nilai indeks kelelahan.³

Pada aktivitas olahraga yang dilakukan dengan intensitas tinggi dan membutuhkan *power* secara cepat maka metabolisme energi tubuh akan berjalan secara anaerobik. Metabolisme energi secara anaerobik terdiri dari dua sistem yaitu sistem *phosphocreatin* (PCr) dan sistem glikolisis anaerob atau dikenal dengan sistem pembentuk laktat. *Creatine* (Cr) merupakan jenis asam amino yang tersimpan di dalam otot sebagai sumber energi. Di dalam otot, bentuk *creatine* yang sudah terfosforilasi yaitu *phosphocreatine* (PCr) akan Dengan bantuan enzim *creatine phospho kinase*, *phosphocreatine* (PCr) yang tersimpan di dalam otot akan dipecah menjadi Pi (inorganik fosfat) dan *creatine*. Inorganik fosfat (Pi) yang dihasilkan melalui proses pemecahan PCr ini melalui proses fosforilasi dapat mengikat kepada molekul ADP (*adenosine diphosphate*) untuk kemudian kembali membentuk molekul ATP (*adenosine triphosphate*). Melalui proses hidrolisis PCr, energi dalam jumlah besar (2.3 mmol ATP/kg berat basah otot per detiknya) dapat dihasilkan secara instant untuk memenuhi kebutuhan energi pada saat berolahraga dengan intensitas tinggi yang bertenaga.¹⁵ Ketika

melakukan aktivitas fisik maksimal, sistem energi ini hanya mampu bertahan sekitar 7-10 detik. Hal ini dikarenakan simpanan ATP dan PC dalam otot sangat sedikit. Pada sistem ini ATP yang tersimpan di otot di gunakan pertama kali sekitar 2-3 detik dan kemudian disusul dengan PC (*creatin phosphate*) untuk resintesa ATP sampai PC di dalam otot habis yang bertahan sekitar 7-10 detik.¹⁶

Sistem yang kedua adalah glikolisis anaerobik atau disebut juga sistem anaerob pembentuk laktat. Proses metabolisme energi ini menggunakan simpanan glukosa yang sebagian besar akan diperoleh dari glikogen otot dan dari glukosa yang terdapat di aliran darah untuk menghasilkan ATP. Prinsipnya adalah mengubah molekul glukosa menjadi asam piruvat dimana proses ini juga akan disertai dengan pembentukan ATP. Jika ketersediaan oksigen terbatas di dalam tubuh atau saat pembentukan asam piruvat terjadi secara cepat seperti saat melakukan sprint, maka asam piruvat tersebut akan terkonversi menjadi asam laktat. Laktat melalui aliran darah masuk ke hati. Di dalam hati, laktat akan diubah kembali menjadi glukosa. Glukosa kembali masuk ke dalam darah yang selanjutnya akan digunakan di dalam otot. Di dalam otot, glukosa diubah kembali menjadi glikogen. Hal tersebut dikenal dengan siklus asam laktat atau siklus Cori.¹⁵ Energi yang dihasilkan hanya dapat berlangsung 2-3 menit, selanjutnya akan mengalami kelelahan akibat timbunan asam laktat dalam darah dan otot.^{4,17}

Zat gizi yang berperan langsung dalam penelitian ini adalah karbohidrat dan kalium. Buah jeruk mengandung karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks, karbohidrat sederhana jeruk yaitu fruktosa, glukosa dan sukrosa yang dapat menyediakan energi secara cepat. Karbohidrat kompleksnya berupa polisakarida nonpati (secara umum dikenal sebagai serat pangan) yang dapat digunakan untuk menyimpan cadangan glikogen otot.¹⁰ Semua jenis karbohidrat yang dikonsumsi akan dikonversi menjadi glukosa di dalam tubuh. Pemberian karbohidrat sebesar 30-60 gram/jam mampu untuk mempertahankan level glukosa dan dapat menjaga tingkat pembakaran karbohidrat di dalam tubuh sehingga terjadinya kelelahan dihambat hingga 30-60 menit.⁴ Glukosa yang terbentuk akan tersimpan dalam aliran darah sebagai glukosa darah serta sebagai cadangan energi dalam bentuk glikogen di dalam hati dan otot.¹⁰ Semakin besar cadangan glikogen dalam otot, diperlukan waktu yang lebih lama untuk menghabiskan cadangan glikogen tersebut dan besarnya cadangan glikogen ini menentukan daya

tahan otot. Bila cadangan glikogen habis, maka otot akan mengalami kelelahan.¹⁸

Penelitian yang dilakukan di India menyebutkan konsumsi minuman berkarbohidrat (dekstrosa dan gula) 6% sebelum latihan lari menggunakan *treadmill* dapat meningkatkan energi yang tersedia untuk kerja otot.¹⁹ Pada beberapa penelitian lain menunjukkan perubahan metabolik yang berhubungan dengan pemberian cairan karbohidrat 15-60 menit sebelum latihan memiliki potensi untuk meningkatkan performa dengan menunda kelelahan atlet.^{19,20,21} Penelitian menggunakan pisang raja sebagai sumber karbohidrat dan kalium untuk mencegah kelelahan otot anaerob pada atlet sepak takraw menunjukkan adanya perbedaan rerata nilai *Anaerobic Fatigue* (AF) yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan. Pemberian pisang raja sebanyak 300 gram sebelum latihan efektif untuk mencegah kelelahan otot anaerob.²²

Kandungan kalium pada buah jeruk berfungsi dalam metabolisme karbohidrat, aktif dalam metabolisme glikogen dan glukosa, mengubah glukosa menjadi glikogen yang disimpan dalam hati untuk energi.²³ Kalium merupakan elektrolit yang berfungsi untuk keseimbangan cairan dalam tubuh dan bertanggung jawab untuk menghantarkan impuls saraf dan kontraksi otot.⁸ Mineral kalium bersama dengan natrium berperan penting dalam mekanisme kelelahan otot yaitu berperan untuk menjaga depolarisasi sarkolemal dan membran t tubular. Gangguan pada depolarisasi sarkolemal dan membran t tubular akan menyebabkan gangguan regulasi ion Ca^{+} di intrasel. Ion Ca^{+} berperan pada kontraksi otot yaitu untuk membuka jembatan silang miosin sehingga mampu mengikat aktin. Gerakan pada jembatan silang akan menyebabkan kontraksi otot.²⁴ Perubahan elektrolit dan gangguan keseimbangan cairan didalam tubuh akan mempengaruhi depolarisasi sarkolemal dan membran t tubular yang menyebabkan aktivasi ion Ca^{+} dan suplai energi terganggu sehingga kontraksi otot melemah dan menimbulkan kelelahan otot.²⁵

Kalium yang terkandung dalam buah jeruk membantu menjaga keseimbangan cairan dan asam. Selain itu, juga sebagai elektrolit yang penting bagi tubuh karena berfungsi untuk mengubah impuls saraf ke otot pada kontraksi otot dan menjaga tekanan darah tetap normal.²³ Selama berolahraga, kalium dapat diperoleh dari makanan olahraga, seperti mengonsumsi pisang dan jeruk. Mengonsumsi makanan sumber kalium setelah olahraga durasi lama dapat mengisi kekurangan elektrolit pada tubuh, sehingga dapat mengatasi

kelelahan.²⁶ Pemberian minuman yang mengandung elektrolit juga diperlukan selama latihan ataupun bertanding supaya atlet tidak mengalami dehidrasi karena selama olahraga tubuh mengeluarkan cairan yang terdiri dari berbagai elektrolit. Penggantian elektrolit yang keluar bersama keringat bisa dengan pemberian garam pada makanan, buah dan minuman atau minuman yang mengandung kalium, natrium dan kalsium seperti pisang, jeruk, susu dan olahan produk susu.²⁷

Selain itu buah jeruk sumber vitamin C yang berfungsi sebagai antioksidan, membantu untuk memerangi kerusakan oksidatif yang dapat terjadi selama latihan *endurance*. Buah jeruk juga mengandung vitamin B kompleks antara lain thiamin, niacin, vitamin B6, riboflavin, dan asam pantotenat yang terlibat dalam jalur produksi energi dan dibutuhkan dalam jumlah yang lebih tinggi untuk ketahanan atlet.¹³

KETERBATASAN PENELITIAN

1. Tidak dilakukan uji asam laktat darah sebagai indikator kelelahan terutama pada fase anaerob dikarenakan biaya yang mahal untuk pengecekan setiap sampelnya.
2. Tidak melakukan tes kebugaran dengan mengukur VO_2max sebelum uji RAST.
3. Aktivitas fisik subyek tidak dapat dikontrol.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rerata indeks kelelahan otot anaerob (AF) yang signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Pemberian jus jeruk manis 300 ml sebelum berolahraga dapat mengurangi kelelahan otot anaerob.

SARAN

1. Perlu dilakukan tes kebugaran dengan mengukur VO_2max sebelum dilakukan uji RAST.
2. Alternatif lain minuman berkarbohidrat yang dapat dikonsumsi oleh atlet selain jus jeruk yaitu larutan gula karena cara pembuatannya lebih mudah dan lebih ekonomis. Rekomendasi yang diberikan untuk olahraga dengan durasi lebih dari 60 menit adalah 8 gram gula/ 100 ml air.
3. Tiga puluh menit sebelum berolahraga atlet dianjurkan untuk mengonsumsi buah-buahan karena buah merupakan sumber yang tinggi akan karbohidrat dan kalium.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada subyek dan pelatih di *Gendut Dony Training Camp* yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini dan kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Santosa Giriwijoyo dan Didik Zafar Sidik. Ilmu Faal Olahraga. Bandung: PT Remaja Rosdakarya; 2012a.
2. Anwari Irawan. Glukosa dan Metabolisme Energi. Jakarta; 2007.
3. Abbasian S., Golzar S., Onvani V. and Sargazi L. The predict of RAST Test from WANT test in Elite Athletes. Research Journal of Recent Sciences. March 2012. ISSN 2277-2502 Vol. 1(3), 72-75.
4. Irawan MA. Metabolisme energi tubuh dan olahraga. Sport Science Brief. [serial online] 2007 [Cited 2016 Apr 19];[10 screens]. Available from: URL: <http://www.pssplab.com>
5. David, J.M., Fitts, R. Mechanism of Muscular Fatigue. In : J.Lroitman (eed) ACSM's Resouce Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Baltimore : Williams&Wilkins. 1998.
6. Teresa Cutter. Sports Recovery Smoothies. [online]. [cited 2016 May 22]. Available from: <http://www.thehealthychef.com>
7. Jens Bangsbo, Fedon Marcello Iaia, and Peter Krustrup. Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2007;2:111-127.
8. Michael J, Mc Kenna, Jens Bagsoo, and Jean-Marc Renaud M, Muscle K⁺, Na⁺, Cl⁻ distrubance and Na⁺, K⁺ pump inactivation: implication for fatigue. *J Appl Physiol* 2008. 104: 288-295.
9. Guyton AC, Hall JE. Buku ajar fisiologi kedokteran edisi 11. Jakarta: EGC; 2007.hal.81-85; 874-880.
10. Kementrian Kesehatan RI. Pedoman Gizi Olahraga Prestasi. 2013.
11. Gopalan. C, Rama Sastri B.V. and Balasubramanian, S.C. Nutritive Value of Indian Foods, National Institute of Nutrition, ICMR, Hyderabad. 2004.
12. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 17 Potassium, K (mg) Content of Selected Foods per Common Measure. Available from: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR17/wtrank/sr17a306.pdf> ; accessed 20 Sept 2016
13. C. Economos and W.D. Clay. Nutritional and health benefits of citrus fruits. 1999.
14. Sports Coach. *Running-based Anaerobic Sprint Test* [serial online] 1997 [cited 2016 May 20]. Available from: URL: <http://www.brianmac.demon.co.uk/rast.htm>
15. Hernawati. Produksi Asam Laktat Pada *Exercise Aerobik Dan Anaerobik*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. 2011.
16. Giri Wanto. Fisiologi dan Olahraga. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2013.
17. Chryssanthopoulos C, Williams C, Nowitz A, Bogdanis. Skeletal Muscle Glycogen Concentration And Metabolic Responses Following A High Glycaemic Carbohydrate Breakfast. *Journal of Sport Sciences* 2004.p.40-51.
18. Whitney E. dan Rolfe SH. Understanding Nutrition (10th Ed.) USA: Thomson Learning; 2005.
19. Singh A, Chaudhary S, Sandhu JS. Efficacy of pre exercise carbohydrate drink (gatorade) on the recovery heart rate, blood lactate and glucose levels in short term intensive exercise. *Serbian Journal os Sport Sciences* 2011; 5 (1): 29-34.
20. Sapata KB, Fayh A, Oliveira A. Effect of prior consumption of carbohydrate on the glycaemia and performance. *Rev Bras Med esporte* 2006; 12 (04).
21. Davidson GW, McClean C, Brown J, Madigan S, Gamble D, Trinick T, Dully E. The effects of ingesting a carbohydrate electrolyte beverage 15 minutes prior to high-intensity exercise performance. *Research In Sport Medicine* 2008; (16) : 155-66.
22. Siti Kumairoh. Pengaruh Pemberian Pisang (*Musa Paradisiaca*) Terhadap Kelelahan Otot Anaerob Pada Atlet Sepak Takraw. Karya Tulis Ilmiah. Semarang : Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. 2014.
23. Hana R. Pohl , John S. Wheeler, and H. Edward Murray. Sodium and Potassium in Health and Disease. 2013.
24. Corwin, EJ. Patofisiologi: Buku Saku : alih bahasa Nike BS; editor Egy KY, Esty W, Devy Y, Pamilih EK. Edisi ke-3. Jakarta: EGC. 2009.p.444-448.
25. William CA, Sebastian R, editor. Human Muscle Fatigue.NY: Routledge. 2009.p.20-40.
26. Heater Hedrick Fink, Alan E. Mikesky, Lisa A. Burgoon. Practical Application in Sports Nutrition. 3rd ed. United States of America : Jones and Barlat Publisher ; 2006.
27. Ramlan AA. Medical Guidance : Competition in Hot and Humid Environment. 2010.