

## PENGARUH SUPLEMENTASI KARBOHIDRAT, LEMAK, DAN PROTEIN TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH DAN ASAM LAKTAT PADA ATLET PENCAK SILAT

Toto Sudargo, Rieska Afidah, Harry Freitag, Riantina Rizky Amalia, Resti Kurnia Triatanti, Dian Saraswati, Qomarudin

Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

### ABSTRAK

Karbohidrat dianggap memainkan peran utama sebagai sumber energi selama latihan karena fungsinya adalah sebagai sumber energi utama. Potensi lain sebagai sumber energi adalah *Medium Chain of Tryglicerides* (MCT). *Branch Chain Amino Acid* (BCAA) adalah sekelompok asam amino yang dapat merangsang pembentukan protein, membantu pembentukan glikogen kembali, mencegah kelelahan, dan mempertahankan fungsi metabolisme aerobik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suplementasi karbohidrat (CHO), lemak (MCT), dan protein (BCAA) terhadap ketersediaan cadangan energi dan kemampuan pemulihan saat latihan. Penelitian ini termasuk eksperimen dengan *randomized double blind controlled trial with placebo*. Subjek penelitian ini adalah 6 orang atlet pencak silat UNY laki-laki yang berpartisipasi dalam Puslatda PON Yogyakarta. *Independent sample t test* digunakan untuk melihat perbedaan antara masing-masing kelompok suplementasi dengan plasebo, sedangkan ANOVA digunakan untuk melihat perbedaan kadar glukosa dan laktat darah antara semua kelompok perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa kadar glukosa darah pada kelompok suplementasi MCT + CHO + BCAA, memiliki hasil yang signifikan ( $p < 0,05$ ) dibandingkan dengan plasebo, dan kadar laktat dalam waktu 3 menit latihan dalam kelompok ditambah CHO + MCT telah menurun secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan, baik kadar glukosa dalam darah ( $p = 0,098$ ) dan kadar laktat darah ( $p = 0,273$  dan  $p = 0,972$ ). Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar glukosa dan laktat darah yang signifikan antara kelompok atlet yang diberi suplementasi MCT + CHO + BCAA dibandingkan dengan plasebo. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan, baik kadar glukosa darah dan kadar laktat darah.

Kata kunci: karbohidrat, lemak, protein supplementation, laktat darah, glukosa darah

### ABSTRACT

#### THE EFFECT OF CARBOHYDRATE, FAT, AND PROTEIN SUPPLEMENTATIONS TO THE LEVEL OF BLOOD GLUCOSE AND LACTATE ACID AMONG PENCAK SILAT ATHLETES

Athletes require adequate energy to maximize their performance during competition. Performance of endurance athletes depend on the usage of glycogen levels and fat and its deposits in the muscle. Carbohydrates are considered an energy source during exercise. Another potential source of energy is *Medium Chain of Tryglicerides* (MCT). *Branch Chain Amino Acid* (BCAA) is a group of amino acids which stimulates the formation of proteins, helps the formation of glycogen, prevents fatigue and maintains the function of aerobic metabolism. The purpose of this study was to investigate the effect of supplementation of carbohydrate (CHO), fats (MCT), and proteins (BCAA) to the availability of energy reserves and recovery ability after exercises. *Randomized double blind controlled trial with placebo* was applied. Subjects of this study are 6 pencak silat athletes males of UNY who were participated in Puslatda PON Yogyakarta. *Independent sample t test* was used to see the differences between each supplemented group with placebo, whereas ANOVA was used to see the differences in levels of glucose and blood lactate between all treatment groups. When compared with placebo, blood glucose levels in the supplemented group of MCT + CHO + BCAA have a significant result ( $p < 0.05$ ) and lactate levels within 3 minutes of exercise in the supplemented group of CHO + MCT was a significantly decreased ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences between treatment groups, both in blood glucose levels ( $p = 0.098$ ) and blood lactate levels ( $p = 0.273$  and  $p = 0.972$ ). In conclusion, there were significant differences in blood glucose and lactate levels in supplemented group of MCT+CHO+BCAA compared with placebo. There were no significant differences between treatment groups, both in blood glucose levels and blood lactate levels.

Keywords: carbohydrate, fat, protein supplementations, blood lactate, blood glucose

## PENDAHULUAN

Prestasi atlet pelajar dan mahasiswa di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) semakin menurun dalam 6 tahun terakhir.<sup>1</sup> Permasalahan yang sering dihadapi para atlet Indonesia pada saat bertanding adalah kelelahan karena kekurangan cadangan energi dan tingginya kadar asam laktat di dalam darah.

Atlet membutuhkan ketersediaan energi. Energi berfungsi sebagai bahan bakar yang mengaktifkan proses kontraksi otot dan memaksimalkan performa atlet. Sementara itu, ketersediaan energi selama bertanding tergantung pada 2 komponen utama. Pertama, tingkat ketersediaan energi yang akan menjamin jumlah kekuatan energi yang dikeluarkan atlet selama bertanding. Kedua, ketersediaan substrat yang akan mensuplai energi setelah waktu bertanding.<sup>2,3</sup>

Tubuh memiliki 2 sistem metabolisme untuk menghasilkan energi. Pertama, metabolisme yang bergantung oksigen (metabolisme aerobik). Kedua, metabolisme yang tidak bergantung oksigen (metabolisme anaerobik). Glukosa dapat dipecah secara lebih efektif menjadi energi dan memproduksi 18-19 kali lebih banyak ATP pada metabolisme aerobik. Sistem metabolisme ini juga dapat menyediakan ATP dengan cara memetabolisme lemak dan protein. Akan tetapi, metabolisme aerobik dibatasi oleh ketersediaan substrat, kelanjutan dan kecukupan suplai oksigen, dan ketersediaan koenzim<sup>3</sup>. Oleh karena itu, apabila aktivitas terus berlanjut dan penyediaan energi sudah tidak mencukupi, energi akan disediakan dengan cara mengurai glikogen otot dan glukosa darah melalui jalur glikolisis anaerobik.

Proses glikolisis anaerob menghasilkan produk akhir berupa asam laktat. Glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Tanpa produksi asam laktat, proses glikolisis ini tidak akan dapat berjalan.<sup>3</sup> Sementara itu, penumpukan asam laktat akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot.<sup>4</sup>

Kadar asam laktat yang tinggi pada atlet akan memberikan dampak negatif pada performa atlet. Kadar asam laktat yang tinggi akan menyebabkan asidosis pada dan di sekitar sel-sel otot, menghambat koordinasi,

meningkatkan resiko cedera, menghambat sistem energi dari kreatin fosfat, dan memperlambat oksidasi lemak.

Paparan di atas menunjukkan bahwa atlet harus selalu memiliki cadangan energi yang cukup untuk menunjang performa dan mencegah pembedahan asam laktat. Oleh karena itu, pemberian suplementasi zat gizi merupakan hal yang perlu dilakukan. Pola suplementasi sumber energi dapat meningkatkan ketahanan atlet.<sup>5</sup>

Karbohidrat dianggap berperan besar sebagai sumber energi selama latihan karena fungsinya adalah sebagai sumber energi utama. Telah diketahui bahwa konsumsi karbohidrat (CHO) selama berolahraga dapat meningkatkan kapasitas daya tahan serta performa dalam olahraga jangka panjang (> 2 jam).<sup>5</sup>

Substrat pengganti atau pendamping karbohidrat perlu dikonsumsi untuk mensuplai sumber energi eksogen tambahan untuk otot. Salah satu kandidat potensial sebagai sumber energi adalah *Medium Chain Triglycerides* (MCT). MCT telah diketahui dapat dipecah menjadi gliserol lebih cepat.<sup>6</sup>

Suplementasi MCT dimaksudkan untuk mengoptimalkan penggunaan asam lemak bebas sebagai sumber energi dan menghemat cadangan glikogen endogen untuk tahap akhir kompetisi. Kemampuan untuk mempertahankan latihan dapat ditingkatkan dengan peningkatan persediaan lemak<sup>7</sup>.

Beberapa studi baru-baru ini menyatakan bahwa mengonsumsi asam amino esensial sebanyak 3-6 gram sebelum dan atau setelah latihan dapat merangsang pembentukan protein<sup>8</sup>. Mengonsumsi asam amino esensial bersamaan dengan karbohidrat segera setelah latihan ketahanan dapat meningkatkan adaptasi terhadap latihan pada pria non-atlet<sup>9</sup>. Secara teoritis, hal ini dijelaskan sebagai efek asam amino esensial yang dapat meningkatkan pembentukan protein dan adaptasi terhadap latihan. Karena asam amino esensial juga mengandung BCAA (*branched chain amino acid*) maka efek biologis yang disebabkan oleh asam amino esensial terkait dengan fungsi BCAA<sup>10</sup>. *International Society of Sports Nutrition Menyebutkan* bahwa BCAA merupakan kelompok asam amino yang dapat merangsang pembentukan protein, membantu pembentukan glikogen kembali, mencegah kelelahan, dan

menjaga fungsi metabolisme aerobik. Sehingga pemberian asam amino esensial bersama dengan karbohidrat dapat dikatakan aman dan efektif.

Berdasarkan uraian di atas, suplementasi karbohidrat, lemak, dan protein secara teoritis mampu meningkatkan performa atlet melalui peningkatan cadangan energi. Penelitian ini akan mengkaji pengaruh dari suplementasi karbohidrat, lemak, dan protein terhadap kadar asam laktat dan glukosa dalam darah atlet UKM Pencak Silat Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) yang tergabung dalam Pemusatan Latihan Daerah (Pelatda) PON di Yogyakarta.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini ingin melihat pengaruh suplementasi karbohidrat, lemak, dan protein terhadap kadar glukosa dan asam laktat darah atlet pencak silat. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan penelitian *randomized crossover controlled feeding design with periods of 7 days each, separated by a 1-week washout period*.

### Subjek Penelitian

Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *purposive sampling*. Dari 20 orang atlet pencak silat UKM Pencak Silat Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) yang mengikuti Pemusatan Latihan Daerah PON di Yogyakarta, didapatkan 6 orang atlet sebagai sampel subjek penelitian. Waktu penelitian November 2010-Januari 2011. Kriteria inklusi penelitian ini antara lain: usia 18-32 tahun, laki-laki, sehat, tidak menderita diabetes mellitus dan intoleransi laktosa, serta mengisi *informed consent*. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah menderita penyakit kronis dan mengonsumsi makanan atau minuman lain selama dilakukan perlakuan.

Karakteristik responden yang berupa berat badan, tinggi badan, usia,  $\dot{V} O_2 \max$ , pola makan, dan pola aktivitas diukur pada awal penelitian. Data berat badan diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 kg, tinggi badan dengan *microtoise* dengan ketelitian 0,1 cm,  $\dot{V} O_2 \max$  dengan *multistage fitness test*, pola makan dengan

*Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQFFQ), dan pola aktivitas fisik dengan  $\Delta$  *Physical Activity Level* ( $\Delta$  PAL) selama 7 hari. Data pola aktivitas fisik dikategorikan menjadi sedentary ( $\geq 1,0 - < 1,4$ ); kurang aktif ( $\geq 1,4 - < 1,6$ ); aktif ( $\geq 1,6 - < 1,9$ ); dan sangat aktif ( $\geq 1,9 - < 2,5$ ) (Gerrior *et al.*, 2006).

### Pelaksanaan Penelitian

Subjek penelitian hadir di tempat penelitian pada pukul 06.30 dan diberikan sarapan berupa 1 buah roti basah. Subjek diukur kadar glukosa dan laktat darah awal dengan menggunakan alat ukur digital pada 1 jam kemudian. Setelah itu, subjek penelitian diberi minuman berupa susu yang telah diberi suplementasi. Pada penelitian ini subjek penelitian mendapatkan minuman berupa susu yang telah diberi suplementasi berbeda dengan plasebo, dan masing-masing perlakuan diberikan kepada subjek dengan selang waktu minimal 1 minggu.

Minggu pertama, subjek penelitian diberikan minuman susu coklat yang telah ditambahkan formula karbohidrat (CHO)+lemak (MCT). Minggu kedua, subjek penelitian diberikan minuman susu coklat yang telah ditambah formula karbohidrat tinggi (CHO)+MCT. Minggu ketiga, subjek penelitian diberikan minuman susu coklat yang telah ditambah formula MCT+protein (BCAA). Minggu keempat, subjek penelitian diberi minuman susu coklat yang telah ditambah formula plasebo.

Setelah 30 menit, Subjek melakukan *multistage fitness test* hingga mencapai 65%  $\dot{V} O_2 \max$ . Pelaksanaan *multistage fitness test* dilakukan ruangan terbuka (Lapangan UNY) pada pukul 08.30–10.00 dengan suhu sekitar 27°C.

Segera setelah latihan selesai dilakukan, subjek diukur kadar glukosa darah akhir dan laktat sesaat setelah latihan. Tiga menit setelah latihan, subjek kembali diukur kadar asam laktat darahnya. Pengukuran kadar glukosa dan laktat darah menggunakan alat ukur digital.

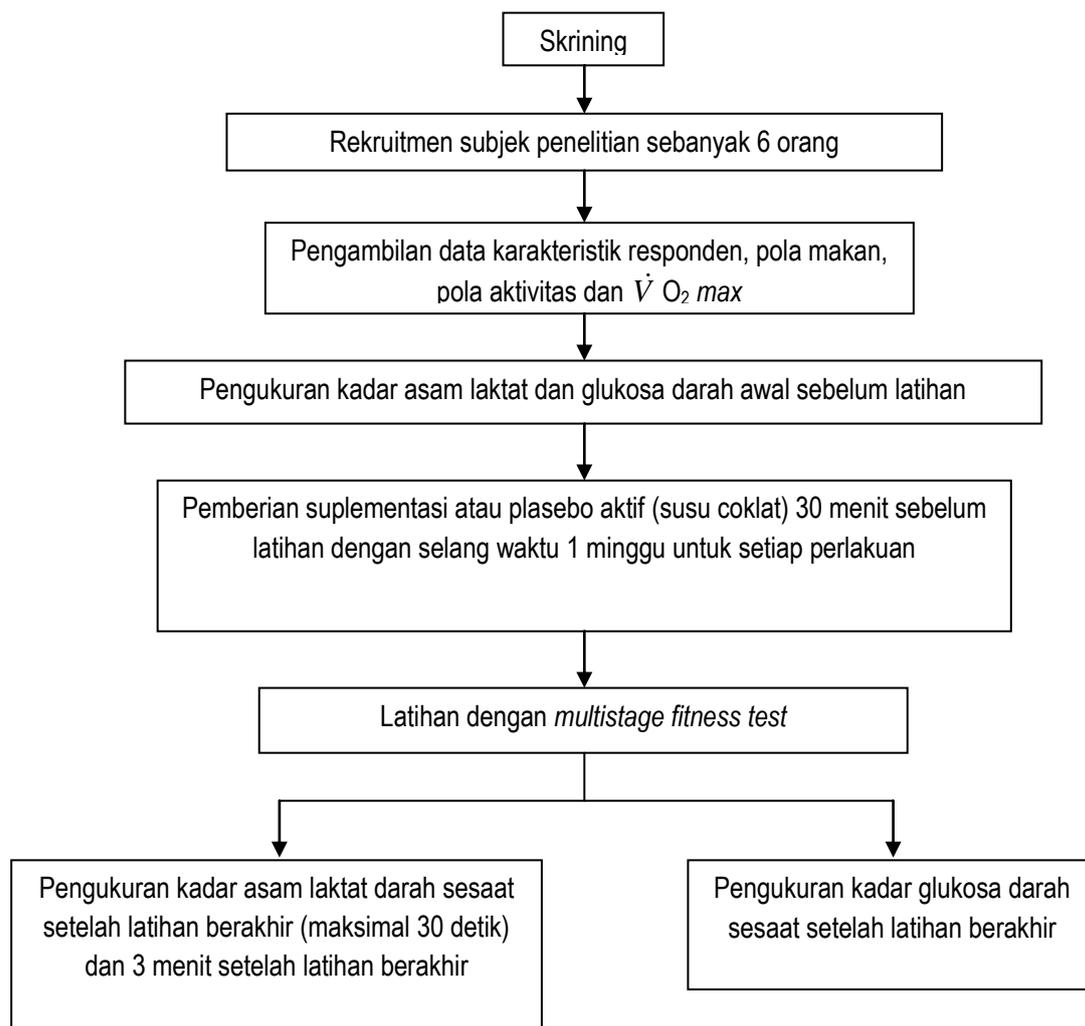
Alat ukur glukosa darah dalam penelitian ini adalah alat tes gula darah digital merk *accu-chek*. Batas pengukuran alat ini adalah 10-600 mg/dL. Bias alat ini <5% sehingga tergolong akurat (Diggelmann, 2012). Sementara itu, alat ukur asam laktat dalam penelitian ini adalah *the edge "blood lactate monitoring system"*.

Batas pengukuran alat ini adalah 10-200 mg/dL. Kedua alat tersebut dapat digunakan dalam penelitian ini karena murah dan mudah. Alat ini hanya membutuhkan darah kapiler subjek penelitian sehingga tidak terlalu memberikan rasa tidak nyaman pada subjek penelitian.

Pemegang kode pada penelitian ini adalah orang yang membuat minuman yang berupa susu yang telah diberi suplementasi, dan tidak terlibat dalam proses penelitian. Kode dibuka setelah analisis berakhir.

### Minuman Suplementasi

Pada kelompok CHO+MCT, subjek mendapatkan 0,42 g/kg BB glukosa bubuk dan MCT yang diberikan berupa *Virgin Coconut Oil* (VCO) dalam jumlah 0,08 g/kg BB. Kelompok HCHO + MCT, karbohidrat diberikan sebesar 0,6 g/kg BB. Kelompok CHO + MCT + BCAA diberikan karbohidrat 0,42 g/kg BB; MCT 0,08 g/kg BB dan protein 0,105 g/kg BB dalam bentuk BCAA (Gambar 1).



Gambar 1  
Alur Penelitian

### Analisis Data

Data yang didapat dianalisis dengan menggunakan analisis statistik *independent sample t test* untuk melihat perbedaan antara

masing-masing kelompok suplementasi dengan plasebo, sedangkan untuk melihat perbedaan kadar glukosa dan laktat darah antar seluruh kelompok perlakuan digunakan uji ANOVA.

## HASIL

Tabel 1 menunjukkan karakteristik subjek penelitian yang terdiri dari usia, berat badan, tinggi badan, Indeks Massa Tubuh (IMT),  $\dot{V} O_2 \max$ ,  $\Delta$  PAL, dan rata-rata asupan energi dalam

satu hari. Rata-rata usia subjek penelitian adalah 19,50 (SD=1,05). Rata-rata Indeks Massa Tubuh (IMT) subjek penelitian termasuk dalam status gizi normal yaitu 21,35 (SD=1,66). Selain itu, rata-rata berat badan subjek penelitian adalah 59,87 (SD=7,64).

Table 1  
Karakteristik Subjek Penelitian

Subjek	Mean	SD	Min	Max
Usia (tahun)	19,50	1,05	18,00	21,00
Berat Badan (kg)	59,87	7,64	51,10	68,70
Tinggi Badan (cm)	167,22	7,35	158,70	177,50
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	21,35	1,66	20,29	24,57
$\dot{V} O_2 \max$ (ml/kg/menit)	47,65	4,24	43,60	53,70
$\Delta$ PAL	2,33	0,46	1,84	3,07
Rata-rata asupan energi/hari (kcal)	3074,9	694,91	1749,70	3637,20
Asupan protein (g)	106,02	33,10	54,90	139,80
Asupan lemak (g)	91,42	28,63	58,70	130,70
Asupan karbohidrat (g)	463,18	110,30	253,40	569,60

Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk melihat performa atlet adalah melalui kadar  $\dot{V} O_2 \max$ . Subjek penelitian ini memiliki rata-rata  $\dot{V} O_2 \max$  sebesar 47,65 ml/kg/menit (SD=4,24). Nilai  $\dot{V} O_2 \max$  terendah adalah 43,60 ml/kg/menit dan yang paling tinggi 53,70 ml/kg/menit.

Tingkat aktivitas fisik subjek penelitian diukur dengan menggunakan  $\Delta$  *Physical Activity Level* (PAL). Dua orang subjek penelitian termasuk dalam kategori aktif ( $\geq 1,6$  -  $< 1,9$ ) dan empat orang lainnya termasuk dalam kategori sangat aktif ( $\geq 1,9$  -  $< 2,5$ ). Rata-rata nilai PAL subjek penelitian adalah 2,33 (SD=0,46) dengan nilai PAL terendah 1,84 dan tertinggi 3,07.

Rata-rata asupan energi per hari pada subjek penelitian adalah 3.074,9 kcal (SD=694,91). Rata-rata asupan yang paling rendah adalah 1.749,70 kcal dan yang paling tinggi adalah 3.637,20 kcal. Rata-rata asupan protein, lemak, karbohidrat berturut-turut adalah 106,02 gram (SD=33,10); 91,42 gram (SD=28,63); dan 463,18 gram (SD=110,30). Rata-rata asupan per hari ini didapatkan

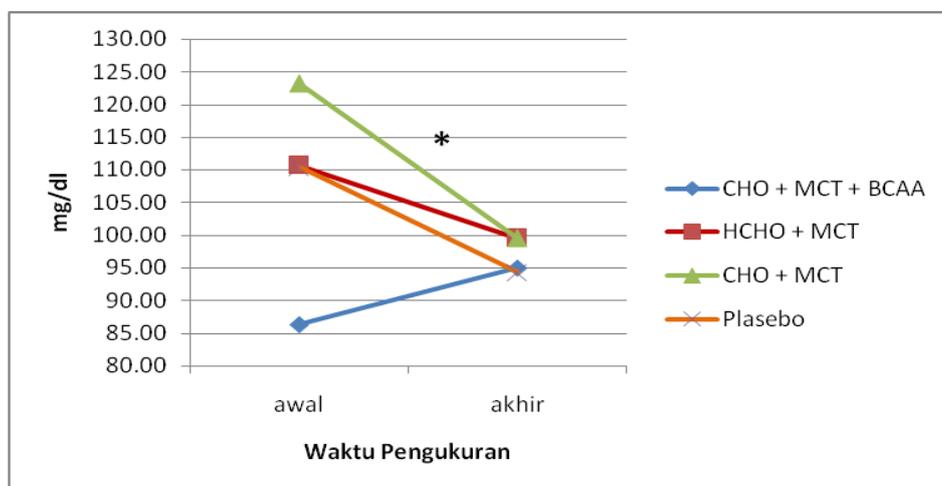
dengan menggunakan *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQFFQ).

Tabel 2 menunjukkan hasil uji *independent sample t test* yang dilakukan dengan membandingkan antara masing-masing suplementasi dengan placebo. Kadar glukosa darah pada kelompok suplementasi CHO+MCT+BCAA, mempunyai hasil yang bermakna ( $p < 0,05$ ) jika dibandingkan dengan placebo. Sedangkan untuk kelompok suplementasi lainnya menunjukkan hasil yang tidak bermakna.

Hasil pengukuran kadar asam laktat sesaat setelah latihan masing-masing juga dibandingkan dengan placebo. Hasil uji menunjukkan tidak ada kenaikan kadar asam laktat yang bermakna pada ketiga kelompok suplementasi. Pengukuran kadar asam laktat 3 menit setelah latihan dilakukan untuk melihat penurunan kadar asam laktat. Penurunan kadar asam laktat pada kelompok CHO + MCT menunjukkan hasil yang bermakna ( $p < 0,05$ ). Sedangkan pada kelompok HCHO + MCT maupun CHO + MCT + BCAA tidak menunjukkan hasil yang signifikan dibanding dengan placebo.

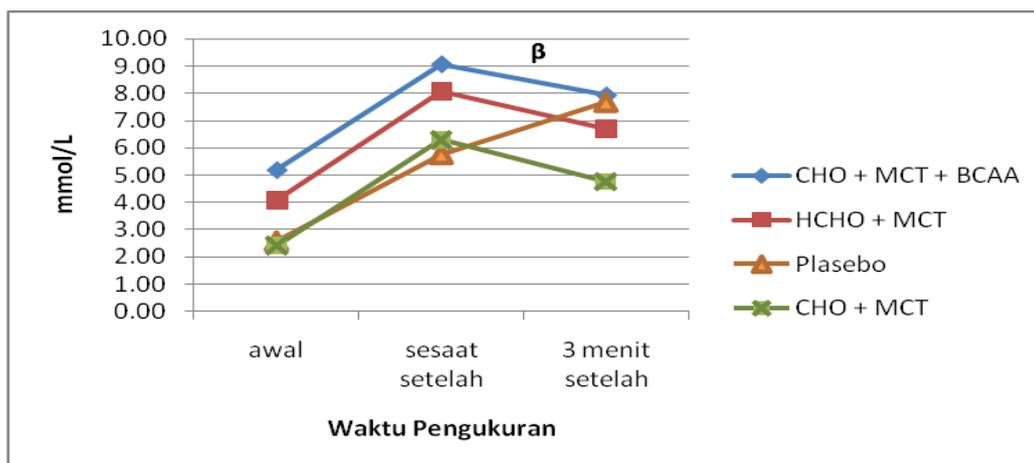
Tabel 2  
Perbandingan Kelompok Suplementasi dengan Plasebo

Suplementasi	p value		
	Kadar Glukosa	Kadar asam laktat (sesaat)	Kadar asam laktat (3 menit)
CHO + MCT –Plasebo	0,360	0,582	0,036
HCHO + MCT – Plasebo	0,727	0,613	0,080
CHO + MCT + BCAA - Plasebo	0,038	0,658	0,207



Gambar 2

Kadar Glukosa Darah Subjek Penelitian {\* CHO + MCT + BCAA berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ ); † HCHO + MCT berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ );  $\beta$  CHO + MCT berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ )}



Gambar 3

Kadar asam laktat Darah Subjek Penelitian {\* CHO + MCT + BCAA berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ ); † HCHO + MCT berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ );  $\beta$  CHO + MCT berbeda secara signifikan dibandingkan dengan plasebo ( $p < 0,05$ )}

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan pada kelompok suplementasi CHO + MCT + BCAA bila dibandingkan dengan plasebo, sedangkan pada kelompok HCHO + MCT dan CHO + MCT tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Gambar 3

menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada semua kelompok perlakuan untuk perubahan kadar asam laktat sesaat setelah latihan. Penurunan kadar asam laktat darah 3 menit setelah latihan ditunjukkan berbeda secara signifikan pada kelompok suplementasi CHO + MCT.

Tabel 3  
Kadar Glukosa dan Laktat Darah antar Kelompok Perlakuan

Kadar Glukosa dan Laktat Darah	Kelompok Perlakuan				p value
	CHO + MCT	HCHO + MCT	CHO + BCAA + MCT	Plasebo	
Glukosa awal - glukosa akhir (mg/dl)	23,67 (16,84)	11,17 (31,42)	8,67 (23,14)	-16,00 (10,00)	0,098
Laktat sesaat - laktat awal (mmol/L)	3,90 (1,88)	4,02 (3,05)	3,85 (5,06)	3,18 (2,44)	0,972
Laktat sesaat - laktat 3 menit (mmol/L)	1,55 (2,34)	1,38 (3,22)	1,13 (4,87)	-1,92 (2,63)	0,273

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan, baik pada kadar glukosa darah ( $p=0,098$ ) maupun kadar asam laktat darah ( $p=0,273$  dan  $p=0,972$ ). Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor, antara lain: aktivitas fisik subjek penelitian yang berbeda-beda selama masa *wash-out*, asupan makan subjek penelitian yang tidak dikontrol pada hari sebelum diberikan perlakuan, dan juga waktu pengukuran kadar glukosa dan laktat darah yang hanya dilakukan pada awal dan akhir perlakuan sehingga perbedaan kadar glukosa dan laktat darah tidak dapat terlihat secara jelas.

## BAHASAN

### Formula CHO+MCT

Pemberian CHO+MCT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar asam laktat setelah latihan dibandingkan pada pemberian plasebo ( $p<0,05$ ). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Angus *et al.* (2000) menyatakan bahwa penambahan MCT tidak memberikan peningkatan kinerja lebih lanjut terhadap konsentrasi laktat plasma<sup>11</sup>. Penelitian lainnya tentang suplementasi minuman berkarbohidrat dan elektrolit pada atlet menunjukkan bahwa penurunan kadar asam laktat darah akibat *lactate removal*

setelah latihan lebih cepat secara signifikan pada suplementasi minuman elektrolit-karbohidrat 12,5 g% pada 10 menit dan 20 menit setelah latihan<sup>12</sup>. Metode yang digunakan dalam penelitian Khanna and Manna (2005) berbeda dengan penelitian ini. Pada penelitian tersebut, suplementasi yang diberikan berupa karbohidrat 5 g; sodium 9,2 mg; dan potasium 13,6 mg (selama latihan berlangsung) dan karbohidrat 12,5 g; sodium 24,5 g; dan potasium 34,1 mg (setelah latihan selesai). Selain itu jenis dan durasi latihan serta interval pengukuran kadar asam laktat juga berbeda.

Nilai kadar asam laktat *post-exercise* sangat bergantung pada protokol tes dan pengaruh spesifik seperti intensitas latihan, ukuran kenaikan penambahan latihan, serta durasi latihan<sup>13</sup>. Berdasarkan pembahasan tersebut, jenis dan durasi serta intensitas latihan yang dilakukan dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya.

### Formula HCHO+MCT

Pada kelompok yang diberikan suplementasi HCHO+MCT, tidak terdapat perbedaan kadar glukosa dan laktat darah yang bermakna bila dibandingkan dengan plasebo ( $p<0,05$ ). Hal ini dapat disebabkan karena jumlah glukosa yang terlalu tinggi pada kelompok suplementasi HCHO+MCT, sehingga

penyerapan glukosa ketika latihan menjadi tidak maksimal. Selain itu, adanya perasaan kembung pada subjek penelitian setelah mengkonsumsi suplementasi HCHO+MCT juga dapat menyebabkan performa yang tidak maksimal pada subjek penelitian.

### Formula CHO+MCT+BCAA

Suplementasi CHO + MCT + BCAA memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar glukosa darah dibandingkan pada pemberian plasebo ( $p < 0,05$ ). Pada penelitian lainnya, pemberian suplementasi CHO+MCT pada atlet yang melakukan latihan berupa bersepeda, secara grafik dapat memelihara kadar glukosa darah selama latihan<sup>14</sup>. Pemberian suplemen karbohidrat dan protein berpengaruh menaikkan kadar glukosa darah ( $p < 0,05$ )<sup>15</sup>. Penelitian ini menunjukkan konsentrasi kadar glukosa saat kelelahan pada pemberian plasebo adalah  $3,15 \pm 0,21$  mmol/L dan  $3,79 \pm 0,19$  mmol/L pada suplementasi karbohidrat dan  $3,96 \pm 0,2$  mmol/L pada suplementasi karbohidrat dan protein. Hal ini menunjukkan dengan penambahan protein akan lebih baik dalam mempertahankan kadar glukosa. Pada penambahan protein pada suplementasi karbohidrat akan mampu mendukung kebutuhan karbohidrat pada intensitas latihan yang lebih berkelanjutan<sup>15</sup>. Penambahan protein juga akan menunda waktu kelelahan tanpa simpanan glikogen otot yang adekuat.

### Kadar Glukosa

Kebutuhan energi saat berolahraga dapat dipenuhi melalui sumber-sumber energi yang tersimpan di dalam tubuh, yaitu melalui pembakaran karbohidrat, pembakaran lemak, serta pemecahan protein sekitar 5%. Di antara ketiganya, simpanan protein bukanlah sumber energi yang langsung dapat digunakan oleh tubuh. Protein baru akan dipakai jika simpanan karbohidrat ataupun lemak tidak lagi mampu untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh tubuh<sup>16</sup>.

Sumber glukosa utama untuk aktivitas otot berasal dari simpanan glikogen otot itu sendiri. Ketika simpanan glikogen habis, tubuh akan melakukan glikogenolisis dan glukoneogenesis (keduanya dilakukan di dalam hati) untuk mempertahankan suplai glukosa<sup>3</sup>.

Glikogen otot dan glukosa plasma dioksidasi oleh otot skelet untuk menyuplai kebutuhan energi dari karbohidrat pada latihan berat yang dilakukan selama beberapa jam. Dengan adanya peningkatan durasi latihan, akan terjadi pertukaran dari glikogen otot ke glukosa darah. Pemberian karbohidrat selama latihan akan menunda kelelahan selama 30-60 menit, tetapi tidak dapat mencegah terjadinya kelelahan. Selain itu, pemberian karbohidrat selama latihan juga dapat mempertahankan oksidasi glukosa darah<sup>5</sup>.

Selain karbohidrat, lemak juga merupakan salah satu sumber energi yang dapat digunakan dalam olahraga. Lemak merupakan bahan bakar pada latihan dengan intensitas ringan hingga sedang<sup>3</sup>. Asam lemak bebas dalam plasma yang berasal dari jaringan adiposa bertindak sebagai sumber energi utama dari lemak selama latihan yang ringan<sup>17</sup>. Walaupun begitu, persentase penggunaan asam lemak bebas ini akan turun dan penggunaan trigliserida otot akan meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas latihan mencapai 60%  $\dot{V} O_2 \max$ . Pada titik ini, lemak dan karbohidrat memiliki kontribusi yang sama besar pada pengeluaran energi.

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya perbedaan kadar glukosa darah antar kelompok perlakuan ( $p > 0,05$ ). Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan pada kadar glukosa darah antara kelompok suplementasi CHO, CHO+MCT, dan HCHO+MCT<sup>17</sup>. Namun demikian, hasil ini berbeda dengan penelitian lainnya, yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) pada kadar glukosa darah akhir antara kelompok perlakuan yang diberikan suplementasi CHO+MCT, kelompok yang diberikan CHO saja, dan juga kelompok plasebo<sup>11</sup>.

Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat terjadi karena perbedaan jenis dan durasi latihan yang digunakan. Tubuh dapat mengoksidasi karbohidrat (glukosa) sebanyak 1–1,1 g/menit atau sebanyak 60 g dalam 1 jam<sup>5,18</sup>. Rata-rata jumlah glukosa yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak  $\pm 26 - 36$  gram, sedangkan waktu yang digunakan selama latihan (*multistage fitness test*) berlangsung hanya <10 menit, sehingga oksidasi glukosa

pada tiap-tiap kelompok suplementasi kurang maksimal.

Selain itu, hal ini dapat disebabkan oleh respon fisiologis tubuh terhadap kadar glukosa darah yang merupakan bagian dari mekanisme homeostasis tubuh. Pemeliharaan glukosa darah mendekati normal yaitu pada rentang 4 - 5,5 mM (90–100 mg/dl) sangat diperlukan untuk fungsi otak dan sistem syaraf yang optimal. Pada saat olahraga kadar glukosa darah dapat dipelihara atau ditingkatkan dengan peningkatan pelepasan glukosa dari hati dan ginjal ke darah juga dapat dengan mobilisasi sumber energi yang lain yang dapat digunakan sebagai alternatif<sup>19</sup>. Koordinasi respon fisiologis untuk memelihara homeostasis glukosa darah pada saat olahraga diatur dengan regulasi hormon, sistem syaraf autonom dan perubahan aktifitas enzim<sup>19</sup>. Dalam keadaan normal, beberapa mekanisme kontrol fisiologis memastikan terdapat keterkaitan *uptake* glukosa (rata-rata kehilangan glukosa) pada jaringan dan adanya glukosa (rata-rata munculnya glukosa) pada aliran darah.

#### Kadar asam laktat

Asam laktat merupakan produk akhir dari proses glikolisis anaerob. Tanpa produksi asam laktat, proses glikolisis ini tidak akan dapat berjalan<sup>3</sup>. Laktat merupakan metabolit penting pada resintesis ATP, dan penghilangan laktat dapat menjadi cara untuk mendapatkan kembali energi<sup>20</sup>. Oleh karena itu, oksidasi laktat dapat berkontribusi untuk mengemat cadangan karbohidrat otot dan membantu untuk menyokong intensitas latihan dalam latihan melelahkan jangka panjang<sup>19</sup>.

Asam laktat penting untuk olahraga intensitas tinggi yang lamanya 20 detik–2 menit seperti sprint 200–800 m, renang gaya bebas 100 m dan pencak silat. Olah raga pencak silat membutuhkan tenaga yang tinggi dengan waktu bertanding yang sangat pendek. Dengan demikian glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Asam laktat penting untuk *exercise* anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5–2 menit melakukan *exercise* anaerobik, penumpukan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Melalui proses pembentukan asam laktat dari 1 mol (180 gram) glikogen otot

dihasil 3 molekul ATP. Kadar asam laktat yang lebih dari 6 mmol/L sudah cukup tinggi untuk berkontribusi terhadap terjadinya kelelahan<sup>17</sup>.

Karakteristik metabolisme laktat dan signifikansi konsentrasi laktat plasma berbeda sesuai respon terhadap latihan intensitas tinggi jangka pendek (*short duration high intensity exercise*) atau latihan ketahanan jangka panjang (*prolonged endurance exercise*), seperti perlombaan 400 m dan perlombaan marathon sebagai contoh yang ekstrim. Selama *short duration high intensity exercise*, laktat terakumulasi dalam konsentrasi yang tinggi karena kontribusi dari glikolisis anaerob dalam menghasilkan ATP yang sangat besar. Hidrolisis ATP hasil glikolisis melepaskan H<sup>+</sup> yang mereduksi pH otot dan arteri. Karena glikolisis anaerob dengan akumulasi laktat menyediakan energi dalam jumlah besar yang dibutuhkan ketika *short duration high intensity exercise*, semakin tinggi laktat yang diproduksi dan terakumulasi, semakin baik performa latihan. Sebaliknya, pada latihan ketahanan (*endurance performance*), performa akan lebih baik pada konsentrasi plasma laktat yang lebih rendah<sup>21</sup>.

Laktat secara kontinyu hilang dari darah oleh oksidasi di hati dan ginjal. Oleh karena itu, konsentrasi laktat pada sampel darah merupakan fungsi dari beberapa proses dinamis seperti produksi otot, konsumsi otot, laju difusi ke dalam darah dan laju penghapusan (*removal*) dari darah. Sebagai konsekuensinya, pengukuran akumulasi laktat darah harus diinterpretasikan dengan hati-hati karena laktat yang diukur dalam darah tidak dapat diasumsikan merupakan refleksi dari hubungan konsisten atau langsung baik dengan produksi laktat otot maupun akumulasi laktat otot<sup>13</sup>.

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya perbedaan kadar asam laktat darah antar kelompok perlakuan ( $p > 0,05$ ). Hasil ini juga sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna pada kadar asam laktat darah antara kelompok suplementasi CHO, CHO + MCT, dan HCHO + MCT<sup>11,14</sup>.

Mekanisme yang mendasari akumulasi laktat darah selama latihan tidak sama dengan mekanisme penentuan penghilangan laktat setelah latihan. Selama latihan, beberapa faktor mempengaruhi konsentrasi laktat yang

ditemukan di otot (dan tercermin di dalam darah), beberapa dari faktor tersebut mempengaruhi produksi laktat dan faktor yang lain mempengaruhi pembersihan laktat. Ketika latihan berhenti, meskipun ketika latihan pemulihan dengan intensitas rendah digunakan, hanya faktor yang mempengaruhi penghilangan laktat yang berkaitan. Oleh karena itu, hasil penelitian<sup>11,13</sup> tidak dapat dibandingkan dengan hasil pada penelitian ini karena pada penelitian tersebut laktat darah diukur di awal latihan, ketika istirahat dan setiap 30 menit selama latihan berlangsung. Sedangkan pada penelitian ini, laktat diukur pada awal latihan sebelum suplementasi, sesaat setelah dan 3 menit setelah latihan berakhir.

Penelitian tentang suplementasi minuman berkarbohidrat dan elektrolit pada atlet menunjukkan bahwa penurunan kadar asam laktat darah akibat *lactate removal* setelah latihan lebih cepat secara signifikan pada suplementasi minuman elektrolit-karbohidrat 12,5 g% pada 10 menit setelah latihan dan 20 menit setelah latihan<sup>12</sup>. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut berbeda dengan penelitian ini, di mana pada penelitian tersebut suplementasi yang diberikan berupa karbohidrat 5 g; sodium 9,2 mg; dan potasium 13,6 mg (selama latihan berlangsung) dan karbohidrat 12,5 g; sodium 24,5 g; dan potasium 34,1 mg (setelah latihan selesai) dan latihan yang digunakan menggunakan metode lari dengan *treadmill* dengan kecepatan 6 km/jam selama 2 menit dan ditambahkan bebannya sebanyak 2 km/jam setiap 2 menit berikutnya hingga mencapai fase kelelahan. Selain itu, pengukuran laktat selama masa pemulihan dilakukan dengan interval 5 menit setelah latihan sampai 20 menit. Sedangkan pada penelitian ini jenis latihan yang digunakan adalah *multistage fitness test* hingga mencapai 65%  $\text{VO}_2$  max dan pengukuran kadar asam laktat selama masa pemulihan hanya dilakukan satu kali yaitu 3 menit setelah latihan selesai.

Nilai kadar asam laktat *post-exercise* sangat bergantung pada protokol tes dan pengaruh spesifik seperti intensitas latihan, ukuran kenaikan penambahan latihan, serta durasi latihan<sup>13</sup>. Berdasarkan pembahasan di atas, jenis, durasi dan intensitas latihan yang dilakukan dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya. Bagaimanapun perlu dicatat

bahwa perbedaan laktat darah dapat terjadi menurut perbedaan darah yang digunakan (vena vs arteri vs kapiler), tempat perlakuan *sampling* dan *post-sampling* serta metode pengujian<sup>22</sup>.

Penghilangan laktat (*lactate removal*) setelah latihan dapat terjadi dalam bentuk pemulihan aktif dan pasif. Selain itu, telah terbukti bahwa intensitas latihan yang berbeda dapat menimbulkan efek yang berbeda pula pada penghilangan laktat darah.<sup>23</sup>

### Organoleptik Formula

Formula diberikan dalam bentuk minuman, volumenya tergantung dari jenis formula dan berat badan subjek penelitian dengan mempertimbangkan kadar glukosa dalam formula berkisar 8 persen. Pada formula HCHO + MCT mempunyai formula yang lebih besar dibandingkan dengan formula lainnya karena glukosa yang diberikan lebih banyak daripada formula lainnya.

Homogenisasi larutan sangat mempengaruhi wujud dari formula. Penambahan MCT dan BCAA menyebabkan formula sedikit berminyak dan kurang tercampur sempurna, sehingga pada penelitian ini formula diberikan dalam keadaan hangat untuk meminimalisir penggumpalan. Formula ini mempunyai bau yang khas yaitu manis dan gurih.

Secara keseluruhan formula pada penelitian ini mempunyai rasa yang manis karena mengandung glukosa dan penggunaan susu coklat sebagai pelarutnya. Selain itu terdapat rasa gurih yang khas karena penggunaan *Virgin Coconut Oil*. Sedangkan untuk formula CHO + BCAA + MCT muncul sedikit rasa pahit karena penambahan BCAA powder pada formula.

### GI Discomfort

Penelitian yang memberikan MCT sebanyak 86 g terdapat *gastrointestinal discomfort* pada atlet<sup>24</sup>. Pemberian MCT lebih besar dari 30 g dimungkinkan dapat menyebabkan diare dan gangguan gastrointestinal<sup>25</sup>. Pada penelitian ini subjek penelitian merasa kembung setelah pemberian suplementasi HCHO + MCT, dimungkinkan karena volumenya yang lebih besar ( $\pm 500$  ml) dibandingkan dengan suplementasi lainnya.

Kelemahan pada penelitian ini adalah tidak menghitung besar sampel untuk kadar gula dalam darah, sehingga ada kemungkinan berpengaruh terhadap hasil analisis.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Kadar glukosa darah pada kelompok suplementasi CHO + MCT + BCAA, mempunyai hasil yang bermakna ( $p < 0,05$ ) jika dibandingkan dengan placebo. Kemudian penurunan kadar asam laktat pada kelompok CHO + MCT menunjukkan hasil yang bermakna ( $p < 0,05$ ) dibanding placebo. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan, baik pada kadar glukosa darah ( $p = 0,098$ ) maupun kadar asam laktat darah ( $p = 0,273$  dan  $p = 0,972$ ).

### Saran

Perlu kontrol yang ketat mengenai makanan dan aktivitas fisik yang dilakukan beberapa hari sebelum pengambilan data. Jenis, durasi, dan intensitas latihan perlu ditingkatkan untuk mencapai derajat kelelahan yang sesuai untuk pengukuran laktat dan kadar glukosa darah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan yang baik ini, kami mengucapkan terima kasih kepada atlet UKM Pencak Silat Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) yang tergabung Pemusatan Latihan Daerah (Pelatda) PON di Yogyakarta yang telah bersedia menjadi sampel dalam penelitian ini. Selanjutnya ucapan terima kasih pada Bapak dr. M. Nurhadi, MKes yang telah bersedia mendampingi atlet tersebut selama penelitian berlangsung. Juga kepada Rio Jati Kusumo, SGz dan Nur Aini Kusmayanti, SGz yang telah membantu pelaporan penelitian ini.

## RUJUKAN

1. Direktorat Pemuda Olah Raga. Prestasi atlet pelajar. DIY: Dikpora; 2009.
2. Horvath PJ, Eagen CK, Fisher NM, Leddy JJ, dan Pendergast DR. 2000. The Effects of Varying Dietary Fat on Performance and

Metabolisme in Trained Male and Female Runners. *Journal of the American College of Nutrition*. 2000;19, 52–60.

3. Mahan, L. K. & Stump, S. E. *Krause's Food and Nutrition Therapy*. 12th edition. USA: Elseviere; 2008.
4. Hernawati. *Produksi Asam Laktat Pada Exercise Aerobik dan Anaerobik*. Skripsi. Bandung: FMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia; 2010.
5. Jeukendrup, A. E. 2004. Carbohydrate Intake During Exercise and Performance. *Nutrition*. 2004;20: pp. 669 – 677.
6. St-Onge, Marie-Pierre. Ross R., Parsons, WD., and Jones, P.J.H. 2003. Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obesity Research*; 2003;11(3)395-401
7. McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. *Sports and Exercise Nutrition*. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
8. Wolfe RR. 2002. Regulation of muscle protein by amino acids. *J Nutr.* 2002; 132(10):3219S-24S.
9. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol*. 2001;15(535):301-11.
10. Garlick PJ. The role of leucine in the regulation of protein metabolism. *J Nutr*. 2005;135(6 Suppl):1553S-6S.
11. Angus, D. J., Hargreaves, M., Dancy, J., & Febbraio, M. A. 2000. Effect Of Carbohydrate Or Carbohydrate Plus Medium-Chain Triglyceride Ingestion On Cycling Time Trial Performance. *Journal of Applied Physiology*. 2000;88: 113-119.
12. Khanna, G. L. and Manna, I. 2005. Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes. *Indian J Med Res*. 2005;121: 665-669.
13. Armstrong, N. and Fawcner, S. G. *Aerobic Fitness*. In: N. Armstrong (ed), *Paediatric Exercise Physiology: Advances in Sport*

- and Exercise Science Series. USA: Churchill Livingstone Elsevier; 2007.
14. Jeukendrup, A. E., Saris, W. H. M., Brouns, F., Halliday, D., & Wagenmakers, A. J. M. 1996. Effects of Carbohydrate (CHO) and Fat Supplementation on CHO Metabolism During Prolonged Exercise. *Metabolism*. 1996; 45(7): 915-921.
  15. Ivy, John L., Res, Peter T., Sprague, Robert C, Widzer, Matthew O. *Effect of Carbohydrate-Protein Supplement on Endurance Performance During Exercise of Varying Intensity. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2003;13:302-386
  16. Irawan, M. A. Nutrisi, Energi, dan Performa Olahraga. *Sport Science Brief in Polton Sports Science and Performance Lab*. 2007;(1)4.
  17. Williams. *Nutrition for Health, Fitness, and Sport 8th Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies; 2007.
  18. Kerksick C., Harvey T., Stout J., Campbell B., Wilborn C., Kreider R. 2008. International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2008;(5)17.
  19. Suh, S., Pail, I.Y., Jacobs, K.A., 2007. Regulation of Blood Glucose Homeostasis during Prolonged Exercise. *Mol. Cells*. 2007;23(3): 272-279
  20. Robergs, R. A., Farzenah, G. and Daryl, P. Biochemistry of Exercise-induced Metabolic Acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiolog*. 2004; 287: 502–516.
  21. Peronnet, Francois. 2010. Lactate as an End Product and Fuel. *Deutsche Zeitschrift Fur Sportmedizin*. 2010;61(5):112-116.
  22. Spurway, N. and Jones, A. M. *Lactate Testing*. In: Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. C. R., Bromley, P. D. and Mercer, T. H. (ed), *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines*. New York: Routledge; 2007.
  23. Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J. and Guidetti, L. Blood lactate removal during recovery at various intensities below the individual anaerobic threshold in triathletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2005; 45: 460-466.
  24. Van Zyl CG, Lambert EV, Hawley JA, Noakes TD, Dennis SC. 1996. Effects of medium-chain triglyceride ingestion on fuel metabolism and cycling performance. *J Appl Physiol*. 1996;80:2217-25.
  25. Graham TE. The importance of carbohydrate, fat and protein for the endurance athlete. In: Shephard RJ, Astrand P-O, editors. *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell Science; 2000.