

# **PENGARUH LATIHAN DAYA TAHAN DENGAN PEMBERIAN SUPLEMEN KARNITIN TERHADAP PENINGKATAN ASAM LEMAK BEBAS DAN VO<sub>2</sub> MAX**

**Wibisono Soesanto**  
**Bagian Ilmu Kedokteran Komunikasi**  
**Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya**

## *Abstract*

*Sport achievement basically depends on four main factor readiness, that are physical, technical, tactical and mental readiness (Bompa, 1990). Physical readiness is a base or foundation for sport achievement, because superfine physical ability will also provide fine technical, tactical and mental ability. Athletes' physical ability determined by one of the main body fit parameters, that is VO<sub>2</sub> max. This study wants to measure the difference between influences of endurance exercise with carnitine supplement administration and endurance exercise without carnitine supplement administration toward the increased free fatty acid and VO<sub>2</sub> max.*

*This is a kind of experimental study and, according to the place, is a field experiment with Randomized Pretest – Posttest Control Group Design. Treatment at group 1 was provided continual endurance exercise with low intensity three times a week for two months supplemented with carnitine administration of 1.6 g carnitine/exercise. Group 2 was provide endurance exercise treatment continually with low intensity 3 times a week for two months supplemented with carnitine administration of 0.8 g carnitine/exercise and group 3 was provided with continual endurance exercise with low intensity 3 times a week for two months. After the treatment completed for two months, each tested person from group 1 through group 3 was given a posttest by their blood sample withdrawal to measure Free Fatty Acid using Calorimetric method and VO<sub>2</sub> max measurement using Treatmill.*

*With anova statistic it was obtained  $F = 11.924$  and  $p = 0.000$ . Because  $p < 0.05$ , then, there was a significant difference of Free Fatty Acid for the three study groups. Group 1 increment (1.6 g of carnitine supplement each continual endurance exercise with low intensity) was higher than group 2 (0.8 g of carnitine supplement for each continual endurance exercise with low intensity) and group 2 increment (administration of 0.8 g carnitine supplement each continual endurance exercise with low intensity) was higher than group 3 (continual endurance exercise with low intensity without carnitine supplement administration). With anova statistic test it was obtained  $F = 23.756$  and  $p = 0.000$ . Because  $p < 0.05$ , then, there was difference meaning of VO<sub>2</sub> max for the three study groups. Group 1 increment (1.6 g carnitine supplement administration each continual endurance exercise with low intensity) was higher than group 2 (0.8 g carnitine supplement administration for each continual endurance exercise with low intensity) and group 2 (0.8 carnitine supplement administration for each continual endurance exercise with low intensity) was higher than group 3 (continual endurance exercise with low intensity without carnitine supplement).*

*Keywords: Endurance Exercice, Carnitine Supplement, FFA, VO<sub>2</sub> max*

---

Wibisono Soesanto adalah Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Insan Unggul Surabaya

## A. PENDAHULUAN

Makanan yang berupa karbohidrat, protein dan lemak merupakan sumber energi untuk aktivitas manusia termasuk olahragawan. Energi disediakan oleh tubuh melalui 2 (dua) macam sistem, yaitu sistem penyediaan energi secara anaerobik dan sistem aerobik (Foss,1998). Dalam tubuh manusia terdapat zat kimia yaitu adenosin trifosfat (ATP) dan selama manusia beraktivitas zat ini diubah menjadi adenosin difosfat (ADP) dan energi.

Sistem aerobik dapat menyediakan ATP bila oksigen dalam otot mencukupi dan kerja otot tidak berlangsung cepat. Sistem ini meliputi oksidasi karbohidrat, protein dan lemak. Proses oksidasinya berlangsung di mitokondria melalui serangkaian proses glikolisis aerobik, siklus Krebs dan sistem transportasi elektron (Guyton,1996).

Lemak merupakan cadangan sumber bahan bakar sempurna untuk produksi energi, baik dalam waktu istirahat maupun waktu melakukan latihan fisik. Menurut Mc Ardle (1986), simpanan lemak dalam tubuh merupakan energi potensial yang terbesar jika dibandingkan dengan nutrisi lainnya. Jumlah lemak yang tersedia untuk energi hampir tidak terbatas, sekitar 9.000 – 11.000 kkal energi dibandingkan dengan energi dari karbohidrat yang kurang dari 2.000 kkal.

Metabolisme lemak yang berupa pengaktifan, transport dan oksidasi akan menghasilkan energi untuk olahraga daya tahan. Lemak dalam bentuk trigliserida atau triasilgliserol dipecah (dihidrolisis) menjadi gliserol dan asam lemak bebas oleh enzim lipase (Stryer,1996). Asam lemak bebas pada

manusia terdiri dari 3 (tiga) asam lemak bebas berupa asam palmitat yang mempunyai 16 atom karbon jenuh, asam oleat mempunyai atom karbon 18 tidak jenuh dan asam stearat mempunyai 18 atom karbon jenuh.

Karnitin adalah asam amino yang penting untuk metabolisme asam lemak bagi olahraga daya tahan. Karnitin adalah suatu senyawa yang terbentuk melalui sintesis endogenous dari asam amino esensial, yaitu lisin dan metionin dalam tubuh. Rata-rata manusia mengandung 20 -25 g karnitin dan sebagian besar pada otot rangka dan sisanya pada hati, jantung, ginjal, otak dan plasma darah (Lonza, [www.carnipure.com](http://www.carnipure.com)). Karnitin tersedia juga dalam bentuk suplemen dan merupakan *Ergogenic aids* yang dibuat dari produk hewan dan tumbuhan. Nama lain karnitin adalah *flesh* atau *3-hydroxy-4-N,N,N-trimethylaminobutyric acid*. Asam lemak rantai panjang tidak dapat melintasi membran dalam mitokondria, sehingga diperlukan suatu mekanisme transport khusus. Karnitin berfungsi mengangkut asam lemak rantai panjang ke membran dalam mitokondria (Stryer,1996). Suplemen karnitin sebanyak 200-1.000 mg/ latihan akan sangat membantu mengatasi kekurangan karnitin akibat latihan yang melelahkan dan membantu menghindari reaksi stress yang akhirnya akan berpengaruh positif pada *physical fitness* (Lonza, [www.carnipurure.com](http://www.carnipurure.com)).

Prestasi olahraga pada dasarnya sangat bergantung pada kesiapan 4 (empat) faktor utama, yaitu kesiapan fisik, teknik, taktik dan mental (Bompa,1990). Kesiapan fisik merupakan dasar atau fondasi prestasi olahraga.

Kemampuan fisik olahragawan ditentukan oleh salah satu parameter kebugaran tubuh yang utama, yaitu  $VO_2max$  (Pate,1992).  $VO_2max$  sering diartikan sebagai kapasitas aerob maksimal (KAM) atau kapasitas kerja maksimal (KKM) atau daya tahan kardiorespirasi (DTK).

$VO_2max$  dapat ditingkatkan melalui latihan daya tahan (*endurance*), karena melalui latihan akan meningkatkan kemampuan tubuh untuk selalu bergerak dalam tempo sedang sampai cepat yang cukup lama (Wilmore,1988). Menurut Foss (1988) latihan daya tahan yang berupa latihan interval, kontinyu, *Farlek* dan interval sirkuit dapat mengakibatkan perubahan pada kardiorespiratori, biokimia, serabut otot dan jaringan ikat.

Beberapa penelitian telah membuktikan pengaruh latihan terhadap peningkatan  $VO_2max$ , seperti latihan aerobik (Sastropanoelar,1992), latihan terus menerus dan selang istirahat (Sudarso,2003). Berdasar penelitian terdahulu tentang pengaruh latihan terus menerus dapat meningkatkan kapasitas kerja maksimal/ $VO_2max$ , maka penelitian ini merupakan pengembangan penelitian tersebut. Pada penelitian ini telah dibuktikan bahwa latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dapat lebih meningkatkan Asam Lemak Bebas dan  $VO_2max$ , meskipun beberapa penelitian pemberian suplemen karnitin ada yang tidak bermanfaat terhadap peningkatan  $VO_2max$  (Brass,2000).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar pengaruh latihan daya

tahan dengan pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA* ?

2. Seberapa besar pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan  $VO_2max$  ?
3. Apakah terdapat perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA* ?
4. Apakah terdapat perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan  $VO_2max$  ?

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA* dan  $VO_2max$ . Tujuan umum tersebut selanjutnya dijabarkan dalam tujuan khusus sebagai berikut :

1. Mengkaji seberapa besar pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA*.
2. Mengkaji seberapa besar pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan  $VO_2max$ .
3. Mengkaji perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa suplemen karnitin terhadap

- peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA*.
4. Mengkaji perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa suplemen karnitin terhadap peningkatan *VO<sub>2</sub>max*.

Hasil penelitian ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu keolahragaan khususnya bidang kesehatan olahraga, pelatih dan atlet di tanah air melalui pembuktian latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dapat meningkatkan Asam Lemak Bebas dan *VO<sub>2</sub>max*.

## B. KAJIAN PUSTAKA

Karnitin adalah suatu senyawa *zwitterionik* yang terbentuk melalui sintesis endogenous dari asam amino esensial, yaitu lisin dan metionin dalam tubuh. Rata-rata manusia mengandung 20 -25 g karnitin dan sebagian besar pada otot rangka dan sisanya pada hati, jantung, ginjal, otak dan plasma darah (Lonza, [www.carnipure.com](http://www.carnipure.com)). Karnitin tersedia juga dalam bentuk suplemen dan merupakan *Ergogenic aids* yang dibuat dari produk hewan dan tumbuhan. Karnitin adalah *flesh* atau *3-hydroxy-4-N,N,N-trimethylaminobutyric acid* (Lonza, [www.carnipure.com](http://www.carnipure.com)).

Karnitin berfungsi mengangkut asam lemak rantai panjang yang aktif ke dalam matriks mitokondria (Stryer, 1996). Molekul asil KoA rantai panjang tidak dapat melintasi membran dalam mitokondria, sehingga diperlukan suatu mekanisme transport khusus.

Karnitin berfungsi mengangkut asam lemak rantai panjang yang aktif ke dalam matriks mitokondria (Stryer, 1996). Molekul

asil KoA rantai panjang tidak dapat melintasi membran dalam mitokondria, sehingga diperlukan suatu mekanisme transport khusus. Asam lemak rantai panjang aktif diangkut melintasi membran dalam mitokondria dengan cara mengkonjugasikan dengan karnitin. Gugus asil dipindahkan dari atom sulfur pada KoA ke gugus hidroksil pada karnitin dan membentuk asil karnitin. Reaksi ini dikatalis oleh karnitin asil transferase I yang terikat pada membran luar mitokondria.

Asil karnitin melintasi membran dalam mitokondria oleh suatu translokase. Gugus asil dipindahkan lagi ke KoA pada sisi matrik dari membran. Secara termodinamis, reaksi yang dikatalis oleh karnitin asil transferase 2 ini mungkin, sebab ikatan o-asil pada karnitin memiliki potensial transfer gugus yang tinggi. Akhirnya karnitin dikembalikan ke sisi sitosol oleh translokase menggantikan masuknya asil karnitin yang rusak.

Kelainan pada transferase atau translokase atau defisiensi karnitin dapat menyebabkan gangguan oksidasi asam lemak rantai panjang (Stryer, 1996). Oksidasi  $\beta$ / asam lemak tidak sempurna disebabkan oleh defisiensi karnitin atau cacat genetik pada translokase atau oleh enzim-enzim yang terlibat dalam pemindahan asam lemak rantai panjang ke dalam mitokondria. Hal ini akan menyebabkan kardiomiopati dan hipoglikemia hipoketonemik (Ganong, 2001).

Selama latihan tubuh akan mengalami kekurangan karnitin. Suplemen karnitin dapat membantu mengatasi kekurangan karnitin. Suplemen karnitin sebanyak 200-1000 mg membantu mengatasi kekurangan karnitin sebagai akibat dari latihan yang melelahkan

dan membantu menghindari reaksi stress yang berpengaruh terhadap *physical fitness*. Pemberian suplemen karnitin 1000-2000 mg untuk memperbaiki daya tahan tubuh (lonza, [www.carnipure.com](http://www.carnipure.com)).

Latihan daya tahan atau *endurance training* pada umumnya untuk *Cardiorespiratory endurance* adalah latihan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan seluruh tubuh untuk selalu bergerak dalam tempo sedang sampai cepat yang cukup lama. Latihan daya tahan untuk olahraga berlari, berenang atau bersepeda (Wilmore,1988).

Dalam latihan daya tahan yang diperlukan dengan memanipulasi intensitas, frekuensi dan lama latihan. Beberapa latihan daya tahan yang telah banyak dipraktekkan adalah latihan interval, latihan kontinyu, latihan *Fartlek/ speed play* dan latihan interval –sirkuit (Sajoto,1988).

Latihan kontinyu adalah latihan tanpa waktu istirahat sampai seluruh jarak ditempuh. Latihan dapat berupa berlari, berenang dan bersepeda. Menurut Rushall dan Pyke (1992) yang dikutip sajoto (1988) : ada 2 (dua) macam latihan kontinyu yaitu yang pertama latihan kontinyu dengan intensitas tinggi (80-90% denyut jantung maksimal dan menggunakan 70-80 %  $VO_2 max$  dengan waktu 15 menit – 1 jam dan frekuensi latihan 3 kali seminggu). Kedua adalah latihan kontinyu dengan intensitas rendah (70-80 % denyut jantung maksimal dan 55-70%  $VO_2 max$  dengan waktu 30 menit – 3 jam dan frekuensi latihan 3 kali seminggu).

Lama waktu yang dipergunakan untuk berlatih harus cukup memadai, ACSM atau

*American College Sport Medicine* (Holly,2001) menyarankan setiap sesi latihan dilakukan 20 sampai dengan 60 menit. Hasil latihan akan nampak nyata setelah 8-12 minggu dan akan stabil setelah 20 minggu, sedangkan menurut Kraemer (2001) dampak latihan akan terjadi setelah 10 minggu.

Latihan daya tahan dapat mengakibatkan perubahan pada kardiorespiratori, perubahan biokimia, perubahan serabut otot dan perubahan pada jaringan ikat (Foss,1998).

#### 1 Perubahan Kardiorespiratori

Perubahan kardiorespiratori yang disebabkan oleh latihan daya tahan juga termasuk sistem transport oksigen. Sistem transport oksigen melibatkan juga sistem sirkulasi, respirasi dan jaringan yang bekerja sama untuk satu tujuan yaitu melepaskan / menyampaikan oksigen ke otot yang sedang bekerja. Latihan daya tahan dapat meningkatkan respon jantung terhadap kegiatan dan orang yang terlatih dapat bekerja lebih efisien pada semua kegiatannya. Pembuluh darah kapiler pada otot bertambah banyak, sehingga memungkinkan difusi oksigen di dalam otot lebih mudah. Akibatnya ia mempunyai kemampuan mengangkut dan menggunakan rata-rata oksigen lebih besar dari pada orang tidak terlatih yang ditandai dengan parameter utama berupa  $VO_2 max$ . Oleh karena itu orang terlatih dapat mengkonsumsi oksigen lebih banyak perunit otot dan dapat beraktivitas lebih tahan lama (Hairy, 1989).

#### 2 Perubahan Biokimia

Latihan daya tahan dapat

mempengaruhi biokimia tubuh, perubahan akan terjadi pada :

a. Kandungan Mioglobin Meningkat

Salah satu pengaruh latihan daya tahan adalah meningkatnya mioglobin pada otot yang terlibat langsung pada latihan tersebut.

b. Oksidasi Karbohidrat Meningkat

Latihan daya tahan dapat meningkatkan kapasitas otot rangka untuk memecah glikogen dengan adanya oksigen menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan produksi ATP. Meningkatnya kapasitas sel otot disebabkan oleh meningkatnya jumlah, ukuran dan daerah permukaan membran mitokondria dan meningkatnya tingkat kegiatan atau konsentrasi enzim yang terlibat di dalam daur Krebs dan sistem transport elektron.

c. Oksidasi Lemak Meningkat

Sama seperti glikogen, maka oksidasi lemak menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan produksi ATP karena adanya peningkatan oksigen setelah latihan. Lemak dapat membantu sebagai sumber bahan bakar otot yang besar selama latihan daya tahan. Peningkatan oksidasi lemak dapat meningkatkan unjuk kerja dalam segala kegiatan. Peningkatan oksidasi lemak disebabkan oleh meningkatnya penyimpanan trigliserida di dalam intramuskuler yang disimpan dalam bentuk lemak, meningkatnya pengeluaran asam lemak bebas/*FFA* dari jaringan lemak sehingga tersedianya lemak sebagai bahan bakar meningkat dan meningkatnya kegiatan enzim yang terlibat di dalam aktivitas transport dan pemecahan asam

lemak.

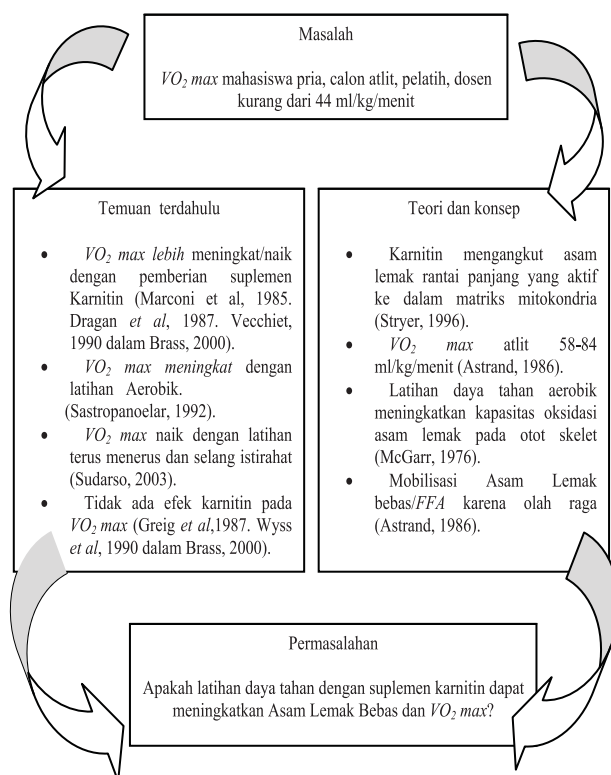
3 Perubahan Serabut Otot

Pengaruh latihan daya tahan terhadap otot menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah sel

dan serabut otot atau disebut sebagai hiperplasia.

4 Perubahan Jaringan Ikat

Jaringan ikat termasuk juga tulang, ligament dan tendon, persendian dan kartilago bertambah kuat karena program latihan daya tahan. Ligamen dan tendon lebih kuat melekat pada tulang, sedangkan persendian dan kartilago lebih tebal sehingga persendian semakin kuat.



Gambar 1 Kerangka Kerja Teoritis

### C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian *experiment* dan menurut tempatnya merupakan eksperimen lapangan dengan rancangan *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*.

Pada penelitian ini populasi adalah mahasiswa pria Fakultas Ilmu Keolahragaan Jurusan Pendidikan Kepelatihan UNESA Surabaya tingkat I semester II tahun 2008/2009 dengan umur 18-22 tahun, tidak menderita penyakit/sehat fisik, tidak cacat kaki, tidak vegetarian dan tidak sedang puasa makan sebanyak 129 mahasiswa dibagi menjadi 3 (tiga) sub populasi.

Teknik pengambilan sampel adalah random sampling untuk setiap sub populasi, sehingga diperoleh 8 mahasiswa untuk setiap kelompok dan 24 mahasiswa untuk ketiga kelompok. Masing-masing kelompok diberi cadangan 4-5 mahasiswa. Semua orang coba dari kelompok 1 sampai dengan kelompok 3 yang diambil secara random, selanjutnya dilakukan *pretest* dengan pengambilan sampel darahnya untuk pemeriksaan Asam Lemak Bebas di Fakultas Kedokteran Hewan UNAIR dan pemeriksaan  $VO_{2max}$  di *Sports Science and Fitness Center* Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya.

Perlakuan pada Kelompok 1 diberi latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah 3 kali/minggu selama 2 bulan dengan pemberian karnitin 1,6 g karnitin/ latihan, kelompok 2 diberi perlakuan latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah 3 kali/minggu selama 2 bulan dengan pemberian karnitin 0,8 g karnitin/ latihan dan kelompok 3 dengan latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah 3 kali/minggu

selama 2 bulan.

Setelah perlakuan selesai dalam 2 bulan, semua orang coba dilakukan *posttest* dengan pengambilan sampel darahnya untuk pengukuran Asam Lemak Bebas dan pengukuran  $VO_{2max}$ .

Instrumen yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah : daftar nama mahasiswa untuk seleksi populasi terpilih dan identifikasi variabel kendali, panduan latihan daya tahan, alat mengambil sampel darah, *Spectrophotometer*, *Treadmill Cosmed Pulmonary Function* untuk pemeriksaan  $VO_{2max}$ , timbangan berat badan, standimeter pengukur tinggi badan, *stopwatch* dan pulsemeter/*Polar Pacer*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : karnitin dalam *apple juice* dengan dosis 1,6 g setiap latihan untuk memperbaiki daya tahan tubuh dan 0,8 g setiap latihan untuk mengatasi kekurangan karnitin sebagai akibat latihan, Kit untuk pemeriksaan Asam Lemak Bebas (*Fatty Acid Assay Buffer*, *Fatty Acid Probe*, *Dimethylsulfoxide*, *ACS Reagent*, *Enzyme Mix* and *Palmitic Acid Standard*), reagen untuk pengawet darah (*Perchloric Acid/ PCA*) dan tabung gelas untuk sampel darah.

Latihan daya tahan yang dipilih adalah bentuk latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah berupa lari dengan mempertimbangkan 4 (empat) tahap intensitas latihan sebesar 60%, 65%, 70% dan 75% denyut nadi maksimal berubah setiap 6 (enam) kali latihan, sedangkan frekuensi latihan sebanyak 3 (tiga) kali seminggu dengan lama latihan lari 30 menit selama 8 (delapan) minggu/2 (dua) bulan.

Penelitian ini dilakukan di lapangan

olahraga UNESA Surabaya untuk latihan daya tahan dan pengambilan sampel darah. *Sports Science and Fitness Center* Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya untuk pengukuran  $VO_2$  max dan untuk pemeriksaan Asam Lemak Bebas dilakukan di Fakultas Kedokteran Hewan UNAIR. Waktu eksperimen dilaksanakan pada bulan April – Juni 2009.

Data dimasukkan kedalam komputer dan di analisis menggunakan *SPSS 16 for Windows*. Teknik statistik yang digunakan adalah uji independensi, uji homogenitas, uji normalitas dan statistik *Gain Anova* untuk mengetahui perbedaan delta/peningkatan masing-masing perlakuan/kelompok penelitian, sedangkan untuk mengetahui perbedaan peningkatan Asam Lemak Bebas

dan  $VO_2$  max sebelum dan sesudah perlakuan masing-masing kelompok menggunakan statistik *t pair*. Tingkat kemaknaan yang dipilih dengan  $\alpha = 5\%$ . Kriteria tolak  $H_0$  bila nilai  $p < \alpha$ .

#### D. HASIL PENELITIAN

##### 1. FFA Mahasiswa Pretest dan Posttest Setiap Kelompok Penelitian

*Free Fatty Acid* serum darah diukur 2 (dua) kali dengan menggunakan metoda *calorimetric* pada sebelum dan sesudah 2 (dua) bulan latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin pada kelompok 1 dan 2, sedangkan pada kelompok 3 latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah tanpa suplemen karnitin.

Tabel 1  
FFA Mahasiswa Pretest dan Posttest Setiap kelompok Penelitian April – Juni 2009 di UNESA Surabaya

| Kelompok | N | M Pretest (nmol/ $\mu$ l) | M Posttest (nmol/ $\mu$ l) | T pair      |
|----------|---|---------------------------|----------------------------|-------------|
| 1        | 8 | 0,046488                  | 0,264162                   | $p = 0,000$ |
| 2        | 8 | 0,077925                  | 0,208487                   | $p = 0,012$ |
| 3        | 8 | 0,127912                  | 0,153725                   | $p = 0,034$ |

Dengan statistik *T pair* diperoleh hasil, kelompok 1, 2 dan 3 berbeda yang bermakna antara FFA pretest dan posttest dengan  $p = 0,000 < 0,05$  untuk kelompok 1 dan  $p = 0,012 < 0,05$  untuk kelompok 2, sedangkan  $p = 0,034 < 0,05$  untuk kelompok 3. 2.  $VO_2$  max Mahasiswa Pretest dan Posttest Setiap Kelompok Penelitian

Setelah dilakukan latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah 3 (tiga)/ seminggu selama 2 (dua) bulan dengan pemberian suplemen karnitin 30 menit sebelum latihan sebanyak 1,6 g pada kelompok 1 dan suplemen karnitin 0,8 g pada kelompok 2, sedangkan pada kelompok 3 latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah tanpa suplemen karnitin.



**Tabel 2**  
***VO<sub>2</sub> max* Mahasiswa *Pretest* dan *Posttest* Setiap kelompok Penelitian April – Juni 2009 di UNESA Surabaya**

| <b>Kelompok</b> | <b>N</b> | <b><i>M Pretest</i><br/>(ml/kg/mnt)</b> | <b><i>M Posttest</i><br/>(ml/kg/mnt)</b> | <b><i>T pair</i></b> |
|-----------------|----------|---|--|----------------------|
| 1               | 8        | 43,029                                  | 48,862                                   | $p = 0,000$          |
| 2               | 8        | 48,325                                  | 51,462                                   | $p = 0,000$          |
| 3               | 8        | 47,918                                  | 48,401                                   | $p = 0,097$          |

Dengan statistik *T pair* diperoleh hasil , kelompok 1 dan 2 berbeda yang bermakna antara *VO<sub>2</sub> max pretest* dan *posttest* dengan  $p = 0,000 < 0,05$  untuk kelompok 1 dan  $p = 0,000 < 0,05$  untuk kelompok 2 , sedangkan kelompok 3 tidak ada beda yang bermakna,  $p = 0,097 > 0,05$

(rerata 47,918 ml/kg/mnt menjadi 48,401 ml/kg/mnt).

3. Delta *FFA* Mahasiswa antar kelompok

Ketiga kelompok penelitian mengalami kenaikan *FFA* disajikan dalam tabel 3. analisis dengan statistik anova dalam tabel 4

**Tabel 3**  
**Delta *FFA* Mahasiswa antar kelompok Penelitian April – Juni 2009 di UNESA Surabaya**

| <b>Kelompok</b>                               | <b>N</b> | <b><i>M delta</i><br/>(nmol/ µl)</b> | <b><i>SD delta</i><br/>(nmol/ µl)</b> |
|---|----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1   | 8        | 0,217675                             | 0,0771289                             |
| 2   | 8        | 0,130562                             | 0,1088968                             |
| 3   | 8        | 0,025813                             | 0,0277080                             |
| <b><i>Anova : p = 0,000 (p &lt; 0,05)</i></b> |          |                                      |                                       |

**Tabel 4**  
**Hasil Analisis Delta *FFA***

| <b><i>FFA</i> antar kelompok</b> | <b><i>P</i></b> | <b>keterangan</b> | <b>Signikansi</b> |
|----------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1 – 2                            | 0,038           | $p < 0,05$        | Signifikan        |
| 1 – 3                            | 0,000           | $p < 0,05$        | Signifikan        |
| 2 – 3                            | 0,015           | $p < 0,05$        | Signifikan        |

Dengan uji statistik *anova* diperoleh  $F = 11,924$  dan  $p = 0,000$ . Oleh karena  $p < 0,05$ , maka ada perbedaan yang bermakna *FFA* ketiga kelompok penelitian. Perbedaannya dapat dilihat pada *LSD* : ada perbedaan bermakna antara kelompok 1 dan kelompok 2

ditandai dengan  $p = 0,038 < 0,05$ , ada perbedaan bermakna antara kelompok 1 dan kelompok 3 dengan  $p = 0,000 < 0,05$  dan ada perbedaan bermakna antara kelompok 2 dan kelompok 3 dengan  $p = 0,015 < 0,05$ . Pada kelompok 1 mengalami rerata kenaikan

0,217675 nmol/  $\mu$ l .Pada kelompok 2 mengalami kenaikan 0,130562 nmol/  $\mu$ l dan kelompok 3 kenaikannya sebesar 0,025813 nmol/  $\mu$ l.

4. Delta  $VO_2 max$  Mahasiswa antar kelompok  
Ketiga kelompok mengalami kenaikan  $VO_2 max$  setelah 2 (dua) bulan latihan daya tahan.

**Tabel 5**  
Delta  $VO_2 max$  Mahasiswa antar kelompok April – Juni 2009 di UNESA Surabaya

| Kelompok                                 | N | M delta (ml/kg/mnt) | SD delta (ml/kg/mnt) |
|--|---|---------------------|----------------------|
| 1  | 8 | 5,83300             | 2,395115             |
| 2  | 8 | 3,13738             | 0,624387             |
| 3  | 8 | 0,60738             | 0,879121             |
| <i>Anova : p = 0,000 ( p &lt; 0,05 )</i> |   |                     |                      |

**Tabel 6**  
Hasil Analisis Delta  $VO_2 max$

| $VO_2 max$ antar kelompok | P     | Keterangan | signifikasi |
|---------------------------|-------|------------|-------------|
| 1 – 2                     | 0,002 | $p < 0.05$ | Signifikan  |
| 1 – 3                     | 0,000 | $p < 0.05$ | Signifikan  |
| 2 – 3                     | 0,003 | $p < 0.05$ | Signifikan  |

Dengan uji statistik *anova* diperoleh  $F = 23,756$  dan  $p = 0,000$ . Oleh karena  $p < 0,05$ , maka ada perbedaan yang bermakna  $VO_2 max$  ketiga kelompok penelitian. Perbedaannya dapat dilihat pada *LSD* : ada perbedaan bermakna antara kelompok 1 dan kelompok 2 ditandai dengan  $p = 0,002 < 0,05$ , ada perbedaan bermakna antara kelompok 1 dan kelompok 3 dengan  $p = 0,000 < 0,05$  dan ada perbedaan bermakna antara kelompok 2 dan kelompok 3 dengan  $p = 0,003 < 0,05$ . Pada kelompok 1 mengalami rerata kenaikan 5,83300 ml/kg/mnt. Pada kelompok 2 mengalami kenaikan 3,13738 ml/kg/mnt. dan kelompok 3 kenaikannya sebesar 0,60738

ml/kg/mnt.

## E. DISKUSI HASIL PENELITIAN

### 1. Peningkatan Asam Lemak Bebas (*FFA*)

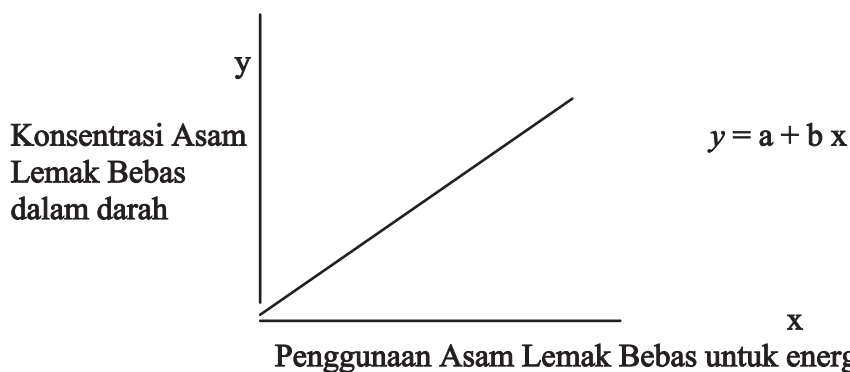
Selama latihan daya tahan (*endurance*) cenderung tubuh menggunakan asam lemak untuk produksi ATP, demikian pula karnitin juga memainkan suatu peranan yang amat penting pada translokasi/ perlintasan asam – asam lemak rantai panjang menuju matriks mitokondria untuk terjadinya oksidasi ( Stephen, 2007 ). ATP yang dihasilkan oleh oksidasi lemak adalah 463 molekul ATP ( trigliserida terdiri 3 X 147 molekul ATP ditambah gliserol 22 molekul ATP). Oksidasi

asam lemak ini lebih besar dari pada oksidasi karbohidrat yang hanya menghasilkan 36 molekul ATP.

Selama latihan daya tahan (*endurance*) cenderung tubuh menggunakan asam lemak untuk produksi ATP, demikian pula karnitin juga memainkan suatu peranan yang amat penting pada translokasi/perlintasan asam-asam lemak rantai panjang menuju matriks mitokondria untuk terjadinya oksidasi (Stephen, 2007). Asam lemak bebas dalam sirkulasi akan dibawa masuk ke jaringan yang aktif termasuk otot untuk dimetabolisir menjadi energi, sehingga dalam sirkulasi terjadi

pemecahan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas dengan bantuan enzim lipase yang pada akhirnya terjadi peningkatan asam lemak bebas dalam sirkulasi darah seperti diterangkan oleh lamb (1984).

Asam lemak bebas dalam sirkulasi akan dibawa masuk ke jaringan yang aktif termasuk otot untuk dimetabolisir menjadi energi, sehingga dalam sirkulasi terjadi pemecahan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas dengan bantuan enzim lipase yang pada akhirnya terjadi peningkatan asam lemak bebas dalam sirkulasi darah seperti diterangkan oleh lamb (1984) pada gambar 2



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi Asam Lemak Bebas di dalam darah arteri dengan penggunaan Asam Lemak Bebas sebagai energi

Pada penelitian ini telah terbukti bahwa terjadi peningkatan Asam Lemak Bebas/FFA pada ketiga kelompok dengan rerata delta tertinggi pada kelompok 1 sebesar (0,217675 nmol/ $\mu$ l) diikuti oleh kelompok 2 sebesar (0,130562 nmol/ $\mu$ l) dan terendah pada kelompok 3 (0,025813 nmol/ $\mu$ l). Kenaikan rerata delta kelompok 1 sebesar 8,4 kali dari kelompok 3 dan kenaikan rerata delta kelompok 2 sebesar 5 kali dari kelompok 3. Kenaikan ini dikarenakan kelompok 1 dan 2 yang melakukan latihan daya tahan dengan

menggunakan suplemen karnitin.

## 2. Peningkatan $VO_2max$

Latihan daya tahan telah terbukti meningkatkan aliran darah. Latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin akan lebih meningkatkan aliran darah yang akan diikuti meningkatnya asam lemak bebas dan gliserol dari hasil pemecahan trigliserida. Aliran darah dapat diukur dengan mengetahui curah jantung (*cardiac output*) dalam liter/menit. Curah jantung merupakan perkalian

denyut nadi dan isi sekuncup. Curah jantung saat latihan pada orang tidak terlatih berkisar 20.000 ml/menit atau 4 (empat) kali curah jantung istirahat dan pada orang terlatih dapat mencapai 40.000 ml/ menit atau 8 (delapan) kali curah jantung istirahat. Oleh karena aliran darah meningkat, maka ambilan oksigen oleh darah juga meningkat, sehingga meningkatkan perbedaan oksigen arteri dan vena (*a-vO<sub>2</sub> diff.*). Dengan demikian *VO<sub>2</sub> max* (curah jantung dikalikan *a-vO<sub>2</sub> diff.*) akan meningkat pula.

Selanjutnya, menurut Wilmore (2005) melalui *Utilization Theory*/teori pemanfaatan menyatakan, bahwa kapasitas aerobik dibatasi oleh kurangnya enzim oksidatif dalam mitokondria. Ini adalah kemampuan tubuh untuk menggunakan oksigen yang tersedia yang menentukan kapasitas aerobik. Teori ini menyimpulkan banyak penelitian yang menunjukkan enzim oksidatif, jumlah dan ukuran mitokondria meningkat melalui pelatihan. Teori ini diperkuat oleh penelitian Huertas (1992), bahwa suplemen karnitin, meningkatkan aktivitas enzim rantai respirasi di dalam otot pelari jarak jauh selama latihan 4 (empat) minggu. Enzim itu adalah *NADH cytochrome c reductase, succinate dehydrogenase dan citrate synthase*. Peningkatan aktivitas enzim pada rantai pernafasan ini akan meningkatkan pula suplai oksigen dan pada akhirnya meningkat pula *VO<sub>2</sub> max* para subjek penelitian. Terbukti hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, telah terjadi peningkatan *VO<sub>2</sub> max* pada ketiga kelompok dengan rerata delta tertinggi pada kelompok 1 (5,83300 ml/kg/mnt) diikuti oleh kelompok 2 (3,13738 ml/kg/mnt) dan terendah pada kelompok 3 (0,60738 ml/kg/mnt). Kenaikan

rerata delta kelompok 1 sebesar 9,6 kali dari kelompok 3 dan kenaikan rerata delta kelompok 2 sebesar 5 kali dari kelompok 3. Kenaikan ini dikarenakan kelompok 1 dan 2 yang melakukan latihan daya tahan dengan menggunakan suplemen karnitin.

Oleh karena enzim oksidatif, jumlah dan ukuran mitokondria meningkat melalui latihan dan latihan dengan suplemen karnitin mengakibatkan aktivitas enzim rantai respirasi di dalam otot meningkat. Peningkatan aktivitas enzim pada rantai pernafasan ini akan meningkatkan pula suplai oksigen dan pada akhirnya meningkat pula *VO<sub>2</sub> max* para subyek penelitian.

Selama latihan daya tahan, suplemen karnitin akan meningkatkan konsentrasi karnitin dalam otot dan meningkatkan oksidasi asam lemak dalam darah, tetapi menurunkan pemecahan glikogen otot serta menurunkan akumulasi asam laktat. Penurunan akumulasi asam laktat mengakibatkan menghilangkan kelelahan, sehingga daya tahan tubuh menjadi lebih baik. Kondisi ini memungkinkan terjadinya peningkatan *VO<sub>2</sub> max* karena adanya kenaikan denyut nadi selama latihan, isi sekuncup jantung dan meningkatnya kandungan oksigen dalam pembuluh darah arteri.

Terjadinya peningkatan *VO<sub>2</sub> max* yang relatif lebih besar pada kelompok yang mendapat suplemen karnitin (naik 13,55% pada kelompok 1 dan naik 6,49% pada kelompok 2). Peningkatan ini juga disebabkan oleh respon maksimal dari reseptor pada mitokondria orang coba yang tak terlatih selama 2(dua) bulan mengikuti latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin.

### 3. Temuan Baru

- a. Latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan suplemen karnitin 1,6 g menaikkan rerata *FFA* sebesar 468,23% atau 0,217674 nmol/ $\mu$ l (0,046488 nmol/ $\mu$ l menjadi 0,264162 nmol/ $\mu$ l).
- b. Latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan suplemen karnitin 0,8 g menaikkan rerata *FFA* sebesar 167,55% atau 0,130562 nmol/ $\mu$ l (0,077925 nmol/ $\mu$ l menjadi 0,208487 nmol/ $\mu$ l).
- c. Latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah tanpa suplemen karnitin menaikkan rerata *FFA* sebesar 20% atau 0,025813 nmol/ $\mu$ l (0,153725 nmol/ $\mu$ l menjadi 0,025813 nmol/ $\mu$ l).
- d. Latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan suplemen karnitin 1,6 g menaikkan rerata *VO<sub>2</sub> max* sebesar 13,55% atau 5,833 ml/kg/mnt (43,029 ml/kg/mnt menjadi 48,862 ml/kg/mnt).
- e. Latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan suplemen karnitin 0,8 g menaikkan rerata *VO<sub>2</sub> max* sebesar 6,49% atau 3,137 ml/kg/mnt (48,325 ml/kg/mnt menjadi 51,462 ml/kg/mnt).
- f. Latihan daya tahan tanpa suplemen karnitin hanya menaikkan relatif sedikit rerata *VO<sub>2</sub> max* yaitu sebesar 1,00% atau 0,4824 ml/kg/mnt (47,918 ml/kg/mnt menjadi 48,401 ml/kg/mnt).

## F. PENUTUP

### 1. Simpulan

- a. Latihan Daya Tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin dapat meningkatkan Asam Lemak Bebas/*FFA* mahasiswa.

- b. Latihan Daya Tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin dapat meningkatkan *VO<sub>2</sub> max* mahasiswa.
- c. Terdapat perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA*. Peningkatan Asam Lemak Bebas/*FFA* mahasiswa tertinggi pada kelompok 1 (latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin 30 menit sebelum latihan sebanyak 1,6 g) sebesar 468,23%, diikuti dengan kelompok 2 (latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin 30 menit sebelum latihan sebanyak 0,8 g) sebesar 167,55% dan kelompok 3 (latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah tanpa suplemen karnitin) sebesar 20%.
- d. Terdapat perbedaan pengaruh latihan daya tahan dengan pemberian suplemen karnitin dengan latihan daya tahan tanpa pemberian suplemen karnitin terhadap peningkatan *VO<sub>2</sub> max*. Peningkatan *VO<sub>2</sub> max* mahasiswa tertinggi pada kelompok 1 (latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin 30 menit sebelum latihan sebanyak 1,6 g) sebesar 13,55%, diikuti dengan kelompok 2 (latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah dengan pemberian suplemen karnitin 0,8 g) sebesar 6,49% dan kelompok 3 (latihan

daya tahan kontinyu intensitas rendah tanpa suplemen karnitin) sebesar 1,00%.

## 2. Saran

- a. Perlu penelitian yang serupa dengan membandingkan kelompok usia dan jenis kelamin.
- b. Perlu penelitian yang serupa dengan menggunakan jenis latihan daya tahan lainnya (*interval, fartlek dan circuit*).
- c. Perlu penelitian yang serupa dengan pemberian suplemen karnitin yang lebih besar.

## 3. Keterbatasan

Dalam penelitian ini masih terdapat keterbatasan :

- a. Suplemen karnitin yang digunakan tidak dilakukan uji farmakologi.
- b. Subjek/orang coba tidak diasramakan, sehingga variabel kendali tidak dapat dikontrol ketat.
- c. Penyamaan beban latihan tidak berdasarkan denyut nadi individu, tetapi berdasarkan orang coba terdepan pada saat lari.

## 4. Rekomendasi

Orang yang terkendala untuk latihan daya tahan kontinyu intensitas tinggi, Asam Lemak Bebas/FFA dan  $VO_2$  max pria usia 18 – 22 tahun dapat ditingkatkan dengan latihan daya tahan kontinyu intensitas rendah 3 (tiga) kali seminggu selama 2 (dua) bulan dengan pemberian suplemen karnitin 1,6 g setiap 30 menit sebelum latihan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Astrand, P.O and Ronahl K, 1986, *Texbook of Work Physiology*, Third Edition. New York: Mc.Graw-Hill Book Company
- Bompa, T.O, 1990, *Theory and Methodology of Training, The Key Athetic Performance*, Dubuque, 2<sup>nd</sup> edition, Iowa : Kendall Hunt Publising and Co.
- Brass, Eric P., 2000, Supplemental Carnitine and Exercise, *American Journal Clinical Nutrition*, 72(suppl) p.618s-623s
- Foss, Merle L and Steven J. Keteyian, 1988, *Fox's Physiological Basis for Exercise and Sport*, USA: The McGraw-Hill Companies.
- Ganong, William F, 2001, *Review of Medical Physiology*, Edisi 20, Editor alih bahasa : H.M.Djauhari Widjajakusumah, Jakarta: EGC
- Guyton AC, Hall JE, 1996. *Textbook of Medical Physiology*, 9<sup>th</sup> ed. Philadelphia : WB Saunders Company
- Hairy, Junuzul, 1989, *Fisiologi Olah Raga*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- H o l l y , R . G a n d S h a f f r a t h , J.D.2001.Cardiorespiratory Endurance. In Rotman,J.L (Ed). *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 4<sup>Ed</sup> (pp:449-459). Phyladelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Huertas R, Campos Y.Diaz, E.Esteban, J.Vechietti, L.Montanari, G,D'Iddio, S.Corsi, M.Arenas dan J.Citation, 1992, *Respiratory Chain Enzymes in Muscle of Endurance Athletes : Effect*

- of l-Carnitine. *Biochem Biophys Res Commun* 188 (1992)p.102-107
- Kraemer, W.J. and Bush, J.a. 2001. *Factor Affecting The Acute Neuromuscular Responses to Resistance Exercise*. In Rotman, J.L. (ED). *ACSM'S Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription 4<sup>ed</sup>* (pp: 167-175). Phyladelphia : Lippincott William & Wilkins
- Lamb, 1984, *Physiology of Exercise, Responses and Adaptation*, New York, Macmilian Publising Company,p. 137-186,230-231,274-320
- L o n z a , *Sports Nutrition*, <http://www.carnipure.com> ( 1 Oktober 2007).
- McGarr J.A, Oscai L.B and Borensztajn J., 1976, Effect of Exercise on Hormone-Sensitive Lipase Activity in Rat Adipocytes, *Am J Physiol* 1976.230 (2).p.385-388
- Pate, R.R, Branch J.D, 1992, Training for Endurance Sports, *Med Sci Sport Exercise*, vol 24 no. 24 p. 340-343
- Sajoto, M, 1988, *Pembinaan Kondisi Fisik Dalam Olahraga*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Sastropanular, Soedarno, Hadi Noegroho, S. Soekardjo, Ngasmain dan Yulianawati, 1992, *Pengaruh Latihan Erobik Terhadap Tingkat Kesegaran Jasmani Remaja Lelaki*, Laporan Penelitian, Pusat Penelitian IKIP Surabaya, 1992
- Stephens, Francis B. , Dumitru Constantin Teodosiu and Paul L.Greenhaff, 2007, New Insights Concerning the Role of Carnitine in the Regulation of fuel metabolism in Skeletal Muscle, *The Journal of Physiology* 581.2(2007) p.431-444
- Stryer, Lubert,1996, *Biochemistry*, alih bahasa : Tim Penerjemah Bagian Biokimia FKUI, Jakarta: ECG
- Sudarso, 2003, Pengaruh Metode Pelatihan Terus Menerus dan Selang Istirahat terhadap Nilai Ambang Anarobik serta Kapasitas Kerja Maksimal( $VO_2 max$ ), Tesis, tidak dipublikasikan , PPS UNESA
- Wilmore, JH and Costill, DL, 1988, *Training for Sport and activity*, Wm.C.Brown Publisher, Dubuque, Iowa
- Wilmore, JH and Costill, DL, 2005, *Physiology of Sport and Exercise*, 3<sup>rd</sup> Edition. Champaign, IL, Human Kinetics
- Reviewer : **Dr. PWM. Olly Indrajani, dr., Sp. PD**