

PENGARUH PEMBERIAN SUPLEMEN *GLUTAMIN* TERHADAP PENGURANGAN KELELAHAN OTOT SETELAH LATIHAN EKSENTRIK

Afif Rusdiawan¹, Taufikkurrachman²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Pendidikan Ilmu Eksakta dan Keolahragaan IKIP Budi Utomo Malang
rusdiawan.a@gmail.com

Tujuan dari penelitian ini adalah Membuktikan pengaruh pemberian suplemen glutamin terhadap pengurangan kelelahan otot setelah aktivitas eksentrik yang dilihat berdasarkan kekuatan otot dan ROM sendi. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa PJKR IKIP Budi Utomo yang dibagi secara acak ke dalam dua kelompok, 22 orang coba kelompok kontrol dan 22 orang coba kelompok perlakuan. Desain penelitian ini adalah *randomized group pretest and posttest design*. Aktivitas eksentrik yang dilakukan adalah aktivitas *Drop Jumps* pada bangku dengan ketinggian 0.5 meter. Pemberian *glutamin* dilakukan secara *oral* setelah aktivitas eksentrik dengan dosis 0,4 gram/Kg BB dalam 450 ml air mineral sebanyak 3 kali pemberian (3 hari). Pengukuran kekuatan otot tungkai menggunakan *back and leg dynamometer* sedangkan pengukuran ROM menggunakan alat *goniometer*. Hasil pengukuran didapatkan rerata kekuatan otot tungkai kelompok kontrol $63,7 \pm 17,0$ kg dan kelompok perlakuan $81,1 \pm 17,0$ kg pada jam 72. Sedangkan hasil pengukuran ROM didapatkan rerata kelompok kontrol $124,3 \pm 3,2$ derajat dan kelompok perlakuan $131,7 \pm 4,1$ derajat pada jam 72. Analisis menunjukkan bahwa pemberian *glutamin* pada kelompok perlakuan dapat meningkatkan kekuatan otot tungkai dengan nilai $p = 0,000$, dan juga dapat meningkatkan ROM sendi lutut dengan nilai $p = 0,000$ jam ke 72 setelah aktivitas eksentrik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian glutamin sebesar 0,4 gram/kg BB/hari dapat meningkatkan kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut pada jam ke 72 setelah aktivitas eksentrik.

Kata Kunci: *Glutamin, Latihan Eksentrik, Kelelahan Otot.*

The purpose of this study was to prove the effect of glutamine supplementation on the reduction of muscle fatigue after eccentric activity based on muscle strength and joint ROM. The subjects of this study were students of PJKR, IKIP Budi Utomo, who were randomly divided into two groups, 22 respondents of control group and 22 respondents of treatment group. The design of this research is randomized group pre-test and post-test design. The eccentric activity performed was drop jumps on the bench with a height of 0.5 meters. Glutamine was administered orally after eccentric activity with a dose of 0.4 grams/kg BW in 450 ml water mineral 3 times (3 days). Measurement of Leg muscle strength was performed using Back and Leg Dynamometer, whereas ROM measurements were measured using a goniometer. The result of measurement obtained the mean of muscle strength of control group 63.7 ± 17.0 kg and treatment group 81.1 ± 17.0 kg at 72 hours. While result of ROM measurement obtained the mean of control group 124.3 ± 3.2 degrees and treatment group 131.7 ± 4.1 degrees at 72 hours. The analysis showed that glutamine administration in treatment group after eccentric activity increased leg muscle strength with $p=0.000$, and also increased knee joint ROM with $p=0.000$ at 72 hours after eccentric activity. In conclusion, glutamine administered with a dose of 0.4 gram/kg BW/day can increase leg muscle strength and knee joint ROM at 72 hours after eccentric activity.

Keyword: *Glutamin, Eccentric Training, Muscle Fatigue.*

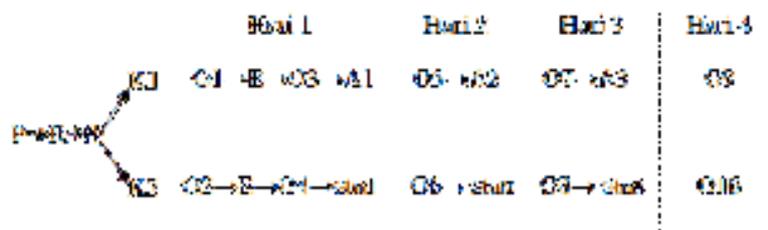
PENDAHULUAN

Latihan eksentrik adalah salah satu jenis latihan tahanan (*resistance*) yang sering menimbulkan rasa nyeri dan kelelahan otot, hal ini dikarenakan saat melakukan aktivitas eksentrik otot mengalami pemanjangan yang maksimal guna untuk menghasilkan daya yang maksimal (Burnley *et al.*, 2010). Selain itu selama aktivitas eksentrik terjadi peningkatan tegangan (*tension*) dari otot tersebut dibandingkan saat latihan isometrik maupun isotonik. Tingginya tegangan yang dihasilkan tersebut mengakibatkan seringnya terjadinya kerusakan dan pengurangan pada kekuatan otot (Bompa, 1999). Suplemen glutamin dikenal untuk mempertahankan kadar protein otot dan banyak berperan dalam kekebalan tubuh (Roth, 2008). Suplemen *glutamin* juga dapat memperbaiki kelemahan otot akibat inflamasi yang terjadi setelah latihan eksentrik (Paulsen *et al.*, 2010). Penelitian terbaru mendapatkan bahwa suplemen *glutamin* sangat efektif dalam mengurangi kelelahan otot yang ditunjukkan dengan meningkatnya kekuatan otot setelah latihan eksentrik (Street *et al.*, 2011).

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh pemberian suplemen glutamin terhadap pengurangan kelelahan otot setelah latihan eksentrik. Dalam penelitian ini penilaian kelelahan otot dilakukan dengan metode tidak langsung (*indirect method*) yakni pengukuran kekuatan otot dan ROM sendi. Kekuatan otot yang diukur adalah pada bagian otot tungkai sedangkan ROM diukur pada sendi lutut (fleksio dan ekstensi).

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental lapangan, dengan desain penelitian yang digunakan adalah *randomized group pretest and post test design*.



Gambar 1. Desain Penelitian

Keterangan:

- P : Populasi penelitian
- S : Sampel penelitian
- R : Randomisasi
- K1 : Kelompok kontrol (air mineral)
- K2 : Kelompok perlakuan (glutamin 0.4 gram/Kg BB)
- O1 dan O2 : *Pretest* pada K I dan K 2
- O3 dan O4 : *Posttest* 1 pada K I dan K 2 (1 jam *post exercise*)
- O5 dan O6 : *Posttest* 2 pada K I dan K 2 (24 jam *post exercise*).
- O7 dan O8 : *Posttest* 3 pada KI dan K2 (48 jam *post exercise*)
- O7 dan O8 : *Posttest* 4 pada KI dan K2 (72 jam *post exercise*)
- E : Aktivitas eksentrik (*drop jump* 10 set 10 repetisi)
- Glut 1 : Pemberian glutamin segera setelah *post test* I
- Glut 2 : Pemberian glutamin 24 jam setelah aktivitas eksentrik
- Glut 3 : Pemberian glutamin 48 jam setelah aktivitas eksentrik
- A 1 : Pemberian air mineral segera setelah *post test* I
- A2 : Pemberian air mineral 24 jam setelah aktivitas eksentrik.
- A3 : Pemberian air mineral 48 jam setelah aktivitas eksentrik.

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa laki-laki jurusan PJKR IKIP Budi Utomo Malang yang dibagi secara acak ke dalam dua kelompok, kelompok kontrol dan kelompok perlakuan yang masing-masing berjumlah 22 orang coba. Sebelum pengambilan data, subjek penelitian diminta untuk puasa selama 8 jam dengan tetap mengonsumsi air mineral. Kemudian melakukan pengukuran awal (*pretest*) kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut. Setelah melakukan *pretest*, subjek penelitian diberikan makan pagi dengan jumlah dan jenis yang sama sebelum melakukan aktivitas eksentrik. Selanjutnya dua jam setelah makan pagi, subjek penelitian melakukan aktivitas eksentrik berupa aktivitas *drop jump* (naik turun bangku setinggi 50 cm) sebanyak 10 repetisi dan 10 set dengan interval 1 menit per set. Satu jam setelah aktivitas eksentrik dilakukan pengukuran kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut pada kedua kelompok penelitian (*posttest 1*). Segera setelah *Post test 1*, dilakukan pemberian glutamin pada kelompok perlakuan dan air mineral pada kelompok kontrol. Selanjutnya pengukuran kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut dilakukan 24 jam setelah aktivitas eksentrik (*posttest 2*). Setelah *posttest 2* segera diberikan glutamine dan dilakukan lagi pengukuran kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut 48 jam setelah aktivitas eksentrik (*posttest 3*). Setelah *posttest 3* segera diberikan glutamine lagi dan dilakukan lagi pengukuran kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut 72 jam setelah aktivitas eksentrik (*posttest 4*). Analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif, uji normalitas, uji-t (*paired* dan *independent sample t-test*).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan data didapatkan beberapa data utama dan data penunjang, yakni berat badan, tinggi badan, kekuatan otot tungkai, dan ROM sendi lutut.

Tabel 1. Analisis Deskriptif Berat Badan dan Tinggi Badan

Variabel	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan
Berat badan (kg)	60,50 ± 4,51	59,46 ± 4,14
Tinggi badan (cm)	169,09 ± 3,91	168,18 ± 5,88

Hasil analisis deskriptif data kekuatan otot tungkai pada kelompok kontrol menyatakan bahwa terjadi penurunan kekuatan otot tungkai setelah 1 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam pasca aktivitas eksentrik. Namun pada jam 72 mengalami peningkatan kekuatan otot tungkai dari jam 24 dan jam 48. Sedangkan pada kelompok perlakuan setelah aktivitas eksentrik juga terjadi penurunan kekuatan otot tungkai pada jam 1, jam 24, jam 48 dan 72 jam. Namun pada jam 72 mengalami peningkatan kekuatan otot tungkai dari jam 1, jam 24 serta jam 48. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Analisis Deskriptif kekuatan otot tungkai (Kg)

Kekuatan Otot Tungkai	Kelompok Kontrol	Kelompok Perlakuan
<i>Pretest</i>	74,5 ± 19,8	84,6 ± 16,6
<i>Posttest 1</i>	64,3 ± 21,1	70,8 ± 17,8
<i>Posttest 2</i>	58,3 ± 16,8	70,5 ± 16,8
<i>Posttest 3</i>	57,5 ± 17,2	68,4 ± 16,5
<i>Posttest 4</i>	63,7 ± 17,0	81,1 ± 17,0

Tabel 3. *Paired Sampel T-Test* Kekuatan Otot Tungkai Kelompok Kontrol dan Perlakuan

Variabel	<i>p-value</i>	
	Kontrol	Perlakuan
<i>Pretest – posttest 1</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 2</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 3</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 4</i>	0,000	0,018

Variabel	<i>p-value</i>	
	Kontrol	Perlakuan
<i>Posttest 1 – posttest 2</i>	0,013	0,869
<i>Posttest 1 – posttest 3</i>	0,007	0,243
<i>Posttest 1 – posttest 4</i>	0,768	0,000
<i>Posttest 2 – posttest 3</i>	0,083	0,001
<i>Posttest 2 – posttest 4</i>	0,000	0,000
<i>Posttest 3 – posttest 4</i>	0,000	0,000

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa pada kelompok perlakuan didapatkan kekuatan otot tungkai 1 jam dengan 24 jam setelah aktivitas eksentrik tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,869$. Diketahui bahwa setelah 1 jam aktivitas eksentrik, kelompok perlakuan diberikan asupan glutamin sebesar 0,4 gram/kgBB/ hari, dengan demikian pada 24 jam setelah pemberian glutamin belum dapat meningkatkan kekuatan otot. Kemudian uji t berpasangan kekuatan otot tungkai kelompok perlakuan pada 1 jam dengan 48 jam setelah aktivitas eksentrik juga tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,243$. Diketahui bahwa setelah diberikan glutamin pada jam ke 1 dan 24 belum dapat meningkatkan kekuatan otot. Sedangkan uji t berpasangan kekuatan otot tungkai kelompok perlakuan pada 1 jam dengan 72 jam setelah aktivitas eksentrik terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,000$. Diketahui bahwa setelah diberikan glutamine pada 1 jam, 24 jam dan 48 jam pasca aktivitas eksentrik terjadi peningkatan rerata kekuatan otot. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa asupan glutamin dapat meningkatkan kekuatan otot pada 72 jam setelah aktivitas eksentrik.

Hasil analisis deskriptif data ROM sendi lutut pada kelompok kontrol menyatakan bahwa terjadi penurunan ROM setelah 1 jam, 24, 48 jam dan 72 jam pasca aktivitas eksentrik, sedangkan pada kelompok perlakuan setelah aktivitas eksentrik juga terjadi penurunan ROM pada jam 1, jam 24, jam 48 dan jam 72 namun pada jam 72 mengalami peningkatan dari jam 1, jam 24 dan jam 48. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 4.

Tabel 4. Uji Deskriptif ROM sendi lutut (derajat)

<i>Range of Motion (ROM)</i>	Kontrol	Perlakuan
<i>Pretest</i>	132,3 ± 3,9	132,5 ± 3,7
<i>Posttest 1</i>	127,7 ± 3,1	128,5 ± 3,7
<i>Posttest 2</i>	122,8 ± 3,3	124,3 ± 3,3
<i>Posttest 3</i>	121,2 ± 3,2	124,0 ± 3,2
<i>Posttest 4</i>	124,3 ± 3,2	131,7 ± 4,1

Tabel 5. Uji t berpasangan ROM Sendi lutut kelompok kontrol dan perlakuan

Variabel	<i>p-value</i>	
	Kontrol	Perlakuan
<i>Pretest – posttest 1</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 2</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 3</i>	0,000	0,000
<i>Pretest – posttest 4</i>	0,000	0,014
<i>Posttest 1 – posttest 2</i>	0,000	0,000
<i>Posttest 1 – posttest 3</i>	0,000	0,000
<i>Posttest 1 – posttest 4</i>	0,000	0,000
<i>Posttest 2 – posttest 3</i>	0,000	0,409
<i>Posttest 2 – posttest 4</i>	0,054	0,000
<i>Posttest 3 – posttest 4</i>	0,000	0,000

Berdasarkan tabel 5 terlihat pada kelompok perlakuan didapatkan ROM sendi lutut 1 jam dan 24 jam setelah aktivitas eksentrik terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,000$. Hal ini dikarenakan masih terjadi penurunan ROM pada sendi akibat aktivitas eksentrik. Kemudian hasil uji t berpasangan ROM kelompok perlakuan 1 jam setelah aktivitas eksentrik dan 48 jam setelah aktivitas eksentrik juga terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,000$. Diketahui bahwa setelah pemberian glutamin pada jam ke 1 dan 24 jam setelah aktivitas eksentrik masih terjadi penurunan ROM pada sendi. Sedangkan hasil uji t berpasangan ROM kelompok perlakuan 1 jam setelah aktivitas eksentrik dan 72 jam setelah aktivitas eksentrik juga terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,000$. Hal tersebut dikarenakan pemberian glutamine pada jam 1, jam 24 dan jam 48 telah meningkatkan rerata ROM sendi lutut. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa asupan glutamin dapat meningkatkan ROM sendi lutut pada 72 jam setelah aktivitas eksentrik.

Pada tabel 6 ditampilkan data antara kelompok control dan kelompok perlakuan yang menyatakan bahwa ada perbedaan kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut setelah aktivitas eksentrik pada kelompok perlakuan (diberikan *glutamin*) dengan kelompok kontrol (air mineral).

Tabel 6. Hasil uji t 2 sampel bebas kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut

Delta	<i>p-value</i>	
	Kekuatan Otot Tungkai	ROM Sendi Lutut
Delta 1	0,129	0,518
Delta 2	0,511	0,203
Delta 3	0,806	0,008
Delta 4	0,004	0,000
Delta 5	0,078	0,368
Delta 6	0,161	0,011
Delta 7	0,000	0,000
Delta 8	0,073	0,002
Delta 9	0,012	0,000
Delta 10	0,001	0,000

Keterangan:

- Delta 1 : selisih *pretest - posttest* 1 kontrol dan perlakuan
- Delta 2 : selisih *pretest - posttest* 2 kontrol dan perlakuan
- Delta 3 : selisih *pretest - posttest* 3 kontrol dan perlakuan
- Delta 4 : selisih *pretest - posttest* 4 kontrol dan perlakuan
- Delta 5 : selisih *posttest* 1 - *posttest* 2 kontrol dan perlakuan
- Delta 6 : selisih *posttest* 1 - *posttest* 3 kontrol dan perlakuan
- Delta 7 : selisih *posttest* 1 - *posttest* 4 kontrol dan perlakuan
- Delta 8 : selisih *posttest* 2 - *posttest* 3 kontrol dan perlakuan
- Delta 9 : selisih *post test* 2 - *posttest* 4 kontrol dan perlakuan
- Delta 10 : selisih *posttest* 3 - *posttest* 4 kontrol dan perlakuan

Berdasarkan tabel 6 didapatkan delta kekuatan otot tungkai 1 jam setelah aktivitas dengan sebelum aktivitas eksentrik antara kelompok kontrol dan perlakuan tidak berbeda bermakna dengan nilai $p = 0,129$, pada saat 24 jam setelah aktivitas eksentrik, kekuatan otot tungkai antara kelompok kontrol dan perlakuan juga tidak berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 5 dengan nilai $p = 0,078$. Hal tersebut juga terjadi pada saat 48 jam setelah aktivitas eksentrik, kekuatan otot tungkai antara kelompok kontrol dan perlakuan juga tidak berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 6 dengan nilai $p = 0,161$. Namun pada saat 72 jam setelah aktivitas eksentrik, kekuatan otot tungkai antara kelompok

kontrol dan perlakuan berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 7 dengan nilai $p = 0,000$. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian glutamin setelah aktivitas eksentrik lebih meningkatkan kekuatan otot tungkai pada jam ke 72 dibandingkan dengan pemberian air mineral.

Sedangkan delta ROM sendi lutut 1 jam setelah aktivitas dengan sebelum aktivitas eksentrik antara kelompok kontrol dan perlakuan tidak berbeda bermakna dengan nilai $p = 0,518$, pada saat 24 jam setelah aktivitas eksentrik, ROM sendi lutut antara kelompok kontrol dan perlakuan juga tidak berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 5 dengan nilai $p = 0,368$. Sedangkan saat 48 jam setelah aktivitas eksentrik, ROM sendi lutut antara kelompok kontrol dan perlakuan berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 6 dengan nilai $p = 0,011$. Hal tersebut juga terjadi pada saat 72 jam setelah aktivitas eksentrik, ROM sendi lutut antara kelompok kontrol dan perlakuan juga berbeda bermakna, hal ini ditunjukkan oleh delta 7 dengan nilai $p = 0,000$. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian glutamin setelah aktivitas eksentrik tidak lebih meningkatkan ROM sendi lutut pada jam ke 24, namun lebih meningkatkan pada jam ke 48 dan 72 dibandingkan dengan pemberian air mineral.

Aktivitas eksentrik adalah salah satu jenis aktivitas tahanan (*resistance*) yang sering menimbulkan rasa nyeri dan kerusakan otot, hal ini dikarenakan saat melakukan aktivitas eksentrik otot mengalami pemanjangan yang maksimal guna menghasilkan daya yang maksimal (Burnley *et al.*, 2010). Glutamin diketahui dalam tubuh akan disintesis dalam metabolisme asam amino dan memungkinkan bahwa asupan asam amino yang cukup akan mempengaruhi dalam penggunaan dan pelepasan dari glutamin setelah aktivitas eksentrik (Parry *et al.*, 1990). Glutamin juga berperan dalam pembentukan kolagen (lewat sintesis prolin), nukleotida (lewat sintesis pirimidin serta purin) dan fosfolipid. Ketiga unsur ini sangat penting dalam pembuatan sel-sel baru. Selain itu glutamin akan memberikan alfa-ketoglutarat yang masuk ke dalam siklus krebs sebagai bahan bakar oksidatif bagi sel-sel yang memperbanyak diri dengan cepat. Oleh karena itu, glutamin akan mempercepat penggantian atau perbaikan jaringan pada bagian tubuh yang rusak karena sakit maupun cidera (BPOM, 2008).

Terjadinya peningkatan dalam sintesis protein otot dan penurunan pada penguraian protein otot (*muscleprotein breakdown*) akan menghasilkan keseimbangan protein otot yang positif atau *positive net muscle protein balance* (Hulmi *et al.*, 2010). Keseimbangan protein otot yang positif diperlukan selama periode tertentu untuk mengganti protein otot yang rusak ataupun untuk membangun protein otot (regenerasi). Regenerasi otot sangat penting untuk membantu mengurangi penurunan kekuatan otot setelah aktivitas eksentrik (Jackman, 2011). ROM dipengaruhi oleh fleksibilitas otot dan kelompok otot yang mengelilingi sendi. Jika fleksibilitas otot kurang, sendi tidak dapat melakukan ROM secara penuh. Selain itu ROM juga dipengaruhi beberapa faktor, seperti mobilitas kapsul sendi dan ligamen, fascia, serta kekuatan otot (Luttgens & Hamilton, 1997). Terjadinya pembengkakan, peradangan serta gangguan pada myofibril setelah aktivitas aktivitas eksentrik menyebabkan peningkatan kekakuan otot pasif sehingga terjadi penurunan ROM pada sendi yang terkena (Willoughby & Clesivanenk, 2003).

Terjadinya peningkatan dalam sintesis protein otot dan penurunan pada penguraian protein otot (*muscleprotein breakdown*) akan menghasilkan keseimbangan protein otot yang positif atau *positive net muscle protein balance* (Hulmi, *et al.*, 2010). Keseimbangan protein otot yang positif diperlukan selama periode tertentu untuk mengganti protein otot yang rusak ataupun untuk membangun protein otot (regenerasi). Regenerasi otot sangat penting untuk membantu mengurangi penurunan kekuatan otot setelah aktivitas eksentrik. Berkurangnya penurunan pada kekuatan, nyeri serta kekakuan otot diharapkan dapat menugurangi penurunan pada ROM sendi (Jackman, 2011).

SIMPULAN

Pemberian glutamine dapat meningkatkan kekuatan otot tungkai dan ROM sendi lutut pada 72 jam setelah latihan eksentrik

DAFTAR PUSTAKA

- Bompa, T. (1999). *Periodization Training for Sport: Program For Peak Strength in 35 Sport*. United States America: Human Kinetic.
- BPOM. (2008). *Menggunakan Bahan Obat Alami Dengan Benar: Glutamin*. *Jurnal Naturakos*. 3: 1-12.
- Burnley, D.E., Angela, N.O., Sharp, R.L., Bailer, S.W., & Alekel, D.L. (2010). *Impact of Protein Supplements on Muscle Recovery After Exercise-Induced Muscle Soreness*. *Journal Exercise Science Fitness*. 8: 89-96.
- Hulmi JJ, Lockwood MC., Stout RJ. (2010). *Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein*. *Med Sci Sports Exerc*. 7: 51
- Jackman, S.R. (2011). *Whole Body and Muscle Response to Protein and Branched Chain Amino Acid Feeding Following Intense Exercise*. Exercise Metabolism Research Group. School of Sport and Exercise Sciences. University of Birmingham
- Luttgens, K. & Hamilton, N. (1997). *Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion, 9th Ed*. Madison, WI: Brown & Benchmark.
- Parry, B.M., Blomstand, E., Mcandrew, K.L., & Newsholme, D.S. (1990). *Acommunication Link Between Skeletal Muscle, Brain, and Cells of The Imune System*. *International Journal Sport Medicine*. 11: 22-28.
- Paulsen, G., Cramerl, R., Bebestad, H.B., & Merkrud, L.H. (2010). *Time Course of Leukocyte Accumulation After Eccentric Exercise*. *Journal Medical Sport Exercise*. 42: 72-83.
- Roth, E. (2008). *Nonnutritive Effects of Glutamin*. *Journal Nutrition*. 138: 25-31.
- Street, B., Chrystoper, B., & Reger, R. (2011). *Glutamine Supplementation in Recovery from Eccentric Exercise Attenuates Strength Loss and Muscle Damage*. *Journal Exrecise Sience Fitness*. 9: 116-122.
- Willoughby, D.S. & Clesivanenk, L.T. (2003). *Effects of Concentric and Eccentric Contractions on Exercise- Induced Muscle Injury, Inflammation and Serum IL-6*. *Journal of The American Society of Exercise Physiologists*. 6.