

PENGARUH SUPLEMEN ASAM AMINO TERHADAP KETAHANAN DAN KEKUATAN OTOT MENCIT PUTIH (*Mus musculus* L.)

Ruri Famelia¹, Nilla Djuwita Abbas² dan Rahmatina B.Herman³

¹⁾ Jurusan Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Padang, Kampus Air Tawar, Padang.

²⁾ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas, Kampus Limau Manis, Padang.

³⁾ Fakultas Kedokteran, Universitas Andalas, Kampus Jati, Padang.

Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Padang.

Komplek Kampus Universitas Negeri Padang Air Tawar
Padang, Sumatera Barat 25131.

ABSTRAK

Perkembangan penelitian mengenai manfaat protein bagi atlet, mengakibatkan mulainya bermunculan berbagai jenis suplemen protein dan campuran asam amino untuk digunakan para atlet sebagai suplemen tambahan dalam meningkatkan performans fisik. Namun belum ada data kuat berkenaan dengan efek negatif dari penggunaan suplemen asam amino, meskipun beberapa referensi menyatakan bahwa konsumsi suplemen asam amino dalam jumlah banyak dapat menyebabkan dehidrasi sekunder hingga eksresi urea yang tinggi, kerusakan hati dan ginjal, kehilangan kalsium, edema dan diare. Berdasarkan hal ini, maka dilakukan penelitian yang meninjau bagaimana ketahanan otot dan gambaran mikroskopik serat otot, jaringan hati dan ginjal mencit percobaan, serta parameter darah akibat penggunaan suplemen asam amino. Hewan coba dalam penelitian ini adalah mencit putih (*Mus musculus* L.) jantan menggunakan metoda eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang dibagi atas empat kelompok perlakuan (berupa dosis suplemen asam amino), yaitu kontrol; dosis 3,9 ml/kg BB; dosis 5,9 ml/kg BB; dan dosis 7,9 ml/kg BB dengan enam kali ulangan. Masing-masing perlakuan diberikan latihan kekuatan dan ketahanan. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pemberian suplemen asam amino sesaat setelah latihan kekuatan dan ketahanan dapat meningkatkan jumlah miofibril otot dengan signifikan hingga 104,9 % dan ukuran diameter serat otot secara signifikan hingga 106,6 % dibandingkan dengan kontrol. Pada hati terjadi peningkatan pembelahan hepatosit yang lebih baik, seiring dengan penambahan dosis suplemen asam amino, sehingga susunan hepatosit menjadi lebih teratur dan kompak dan ukuran nukleus relatif lebih seragam. Struktur kapiler pembentuk glomerulus pada ginjal juga mengalami perbaikan. Selanjutnya pengaruh signifikan juga terlihat pada beberapa parameter darah, yaitu terjadi peningkatan kuantitas eritrosit, kadar hemoglobin sehingga meningkatkan ketahanan otot walaupun tidak signifikan. Namun nilai MCV memperlihatkan penurunan yang signifikan mengindikasikan ukuran eritrosit menjadi lebih kecil, sedangkan untuk nilai hematokrit, MCH dan MCHC tidak dipengaruhi oleh suplemen asam amino. Dapat disimpulkan, bahwa

suplemen asam amino bermanfaat untuk meningkatkan massa otot disamping juga membantu meningkatkan ketahanan otot.

Kata kunci: Suplemen asam amino, serat otot, jaringan hati dan ginjal, parameter darah

THE EFFECT OF AMINO ACIDS SUPPLEMENT ON MUSCLE ENDURANCE MALE ALBINO MICE

ABSTRACT

Development of the research about protein benefits for athlete trigger many companies to market various type of amino acids supplements to be used by athlete as additional supplements in improving performans of physical. Whereas there appears to be no evidence that any particular protein supplement positively improves performance, this cannot be considered as proof that there is no supplement that might be useful. There is no valid data about negative effect of amino acids supplements, but some references express that consumption a large amount of amino acids supplements can cause secondary dehydration till excretion of high urea, damage of kidney and liver, losing of calcium, diarrhea and oedema. So a research was done to evaluate the effect of amino acids supplement on muscle endurance, muscle cell, liver and kidney tissue, and blood parameters. The testing animal in this research is male albino mice (*Mus musculus* L.) and used experimental methode with Completely Randomized Design (CRD), four treatment factors such us amino acids supplement dose factor (kontrol; 3.9, 5.9, and 7.9 ml/kg WB) and six replications, which every treatment was given strength and endurance exercises. The result of research indicated that consumption of amino acids supplement immediately following an exercise could improve the amount of muscle myofibril till 104.9% and muscle fibre diameter till 106.6% which both are significantly. Hepatocyt proliferation was also influenced, so the formation of hepatocyt was better than kontrol, and tuft of capillary in kidney glomerulus also had repair. Consumption amino acids supplement on strength and endurance exercises could improve red blood cells count and total hemoglobin concentration so it could improve muscle endurance although unsignificantly, but mean corpuscular volume decreased significantly which indicated that the size of erythrocytes was smaller. The value of hematocrit, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration were not influenced by amino acids supplement. In summary that amino acids supplement is useful to increase muscle mass beside also improve muscle endurance.

Key words: Amino acids supplement, muscle cell, liver and kidney tissue, blood parameter

PENDAHULUAN

Prestasi olahraga merupakan hasil yang dicapai seseorang atau sekelompok orang dalam bentuk kemampuan atau keterampilan suatu cabang/nomor olahraga tertentu setelah melalui proses latihan yang terprogram, terarah dan berkesinambungan. Artinya, prestasi olahraga diraih setelah melalui proses latihan yang direncanakan secara kontinyu dan terarah (Zimmerman, Starischka, dan Grosser, 2001). Latihan yang dilakukan seorang atlet meliputi latihan kekuatan dan latihan ketahanan. Latihan kekuatan adalah latihan yang dikhususkan untuk meningkatkan kemampuan menggunakan tenaga maksimal untuk melawan atau mengangkat beban berat (intensitas berat) dalam waktu yang singkat, sehingga meningkatkan kapasitas anaerobik (Kent, 1994). Latihan ketahanan adalah latihan yang dilakukan dengan durasi relatif panjang dan intensitas ringan sehingga meningkatkan kapasitas aerobik (Fox, 1993).

Di samping latihan, nutrisi atlet juga merupakan faktor penting dalam pencapaian prestasi olahraga. Salah satu nutrisi yang paling esensial bagi atlet adalah protein (Rennie, 2006). Selama latihan kekuatan, protein bermanfaat untuk meningkatkan sintesis protein sebagai pengganti kerusakan protein tubuh yang diakibatkan latihan kekuatan, namun protein tidak berkontribusi untuk produksi energi selama latihan kekuatan. Untuk latihan ketahanan, 5 – 15 % energi total yang diproduksi berasal dari protein (Booth dan Paul, 1986).

Kebanyakan riset tentang fungsi otot dan latihan lebih terfokus pada metabolisme energi daripada regulasi metabolisme protein otot. Pertanyaan mendasar yang tetap belum terjawab adalah mekanisme yang menentukan respon sintesis dan perombakan protein otot saat latihan dan efek latihan terhadap kebutuhan protein pada manusia juga masih kontroversial (Houston, 1986).

Sebagai pengganti pengukuran kinetika protein secara langsung, digunakan pengukuran efek konsumsi protein terhadap variabel daya tahan seperti peningkatan periode latihan (Williams, 1995), massa otot yang dapat dilihat secara selular (Edgerton, 1986), dan karakteristik darah (Lamb, 1984).

MacDougall (1986) menemukan bahwa pada orang yang menjalani latihan kekuatan, area *cross sectional* pada serat otot meningkat ukurannya 27-49%, berarti ukuran ototnya meningkat. Orang yang menjalankan latihan ketahanan mengalami peningkatan pembuluh kapiler pada otot per mm². Yamaji dalam Consolazio *et al* (1975) menemukan bahwa subjek yang menjalankan program latihan fisik selama satu bulan dengan diet normal (1-1,5 g protein/kg BB) mengalami penurunan hemoglobin dan albumin pada awal latihan. Sementara itu, subjek yang mengkonsumsi 3 g atau lebih protein/kg BB dapat mengurangi efek seperti ini.

Meredith *et al* (1989) dalam Wolfe (2000) melakukan penelitian tentang keseimbangan protein pada orang yang mengkonsumsi 1 – 3 jenis protein yang berbeda dan menyimpulkan bahwa jika orang tersebut melakukan aktivitas latihan, maka membutuhkan protein lebih banyak yaitu 0,94 g/kg/hari dibandingkan

dengan yang direkomendasikan oleh *Recommended Dietary Allowences* (RDA) untuk dewasa normal yaitu 0,8 g/kg BB/hari. Peningkatan kebutuhan protein didasarkan pada standar keseimbangan nitrogen nol, tapi untuk atlet yang membutuhkan ketahanan otot dan pertambahan massa otot, standar keseimbangan nitrogennya harus lebih tinggi (positif) (Wolfe, 2000).

Perkembangan penelitian mengenai manfaat protein bagi atlet, mengakibatkan mulainya bermunculan berbagai jenis suplemen protein dan campuran asam amino untuk digunakan para atlet sebagai suplemen tambahan dalam meningkatkan performans fisik (William, 1995). Namun belum ada data kuat berkenaan dengan efek negatif dari penggunaan suplemen asam amino (Wolfe, 2000). Beberapa referensi menyatakan bahwa konsumsi suplemen asam amino dalam jumlah banyak dapat menyebabkan dehidrasi sekunder hingga eksresi urea yang tinggi, kerusakan hati dan ginjal, kehilangan kalsium, edema dan diare (Ohtani, 2006). Berdasarkan hal ini, maka pada penelitian ini ditinjau bagaimana ketahanan otot dan gambaran mikroskopik serat otot, jaringan hati dan ginjal mencit percobaan akibat penggunaan suplemen asam amino. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) menentukan pengaruh suplemen asam amino pada latihan kekuatan dan ketahanan terhadap parameter darah, (2) menentukan pengaruh suplemen asam amino pada latihan kekuatan dan ketahanan terhadap serat otot, jaringan hati dan ginjal.

BAHAN DAN METODE

Subjek penelitian digunakan 24 ekor mencit jantan (*Mus musculus* L.) yang berumur dua sampai tiga bulan dengan berat badan 25 – 30 gram yang diperoleh dari peternakan mencit jurusan Farmasi FMIPA Universitas Andalas Padang. Mencit diberi pakan mencit secara *ad libitum*. Suplemen asam amino yang digunakan adalah Twinlab Amino Fuel Liquid yang komposisinya dapat dilihat pada Tabel 1. Bahan untuk analisa parameter darah yaitu larutan hayem, akuades dan HCl 0,1 N. Bahan yang digunakan untuk pembuatan preparat dan pewarnaan jaringan adalah larutan bouin, alcohol, xilol, hard parafin, meyer's albumin dan haematoksin eosin.

Tabel 1. Komposisi suplemen Twinlab Amino Fuel Liquid

Amount per serving			Amount per serving		
%DV			%DV		
Kalori	100		L-Arginin	1130 mg	†
Karbohidrat otal	11 g	4%**	L-Asam Aspartat	1205 mg	†
Gula	9 g	†	L-Sistin	142 mg	†
Protein	15 g	30%**	L-Asam Glutamat	2026 mg	†
Vitamin B1	2,5 mg	167%	L-Glisin	3441 mg	†
Vitamin B2	2,5 mg	147%	L-Histidin	188 mg	†
Niacin	30 mg	150%	L-Isoleusin	377 mg	†
Vitamin B6	4 mg	200%	L-Leusin	900 mg	†
Asam Folat	100 mcg	25%	L-Lisin	966 mg	†
Vitamin B12	12 mcg	200%	L-Metionin	195 mg	†
Biotin	10 mcg	3%	L-fenilalanin	422 mg	†
Asam Pantotenat	30 mg	300%	L-Prolin	2223 mg	†
Sodium	10 mg	<2%	L-Serin	553 mg	†
PABA	2 mg	†	L-Treonin	453 mg	†
Kolin Bitartrat	100 mg	†	L-Triptofan	89 mg	†
Inositol	100 mg	†	L-Tirosin	232 mg	†
L-Carnitin	25 mg	†	L-Valin	521 mg	†
L-Alanin	1362 mg	†			

** Persen Daily Value (DV) berdasarkan pada 2000 kalori diet.

† Daily Value (DV) tidak ditentukan

Takaran Pemberian 3 Sendok Makan (45 mL)

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan berupa dosis suplemen asam amino dan enam kali ulangan, dimana pada masing-masing perlakuan diberikan latihan kekuatan dan ketahanan selama 8 minggu. Perlakuan tersebut adalah :

- Tidak diberi suplemen asam amino (kontrol)
- Diberi suplemen asam amino sebanyak 3,9 ml/kg BB
- Diberi suplemen asam amino sebanyak 5,9 ml/kg BB
- Diberi suplemen asam amino sebanyak 7,9 ml/kg BB

Latihan aerobik (ketahanan) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah latihan renang pada mencit dengan menggunakan beban seberat 3% dari berat badan yang diikatkan 5 cm dari ujung ekornya, dikerjakan secara terus menerus selama 13 menit (80% dari waktu maksimal) dengan frekuensi tiga kali seminggu. Latihan anaerobik (kekuatan) dalam penelitian ini adalah latihan renang dengan beban 9% dari berat badan mencit yang diikatkan 5 cm dari ujung ekornya, dilakukan secara intermitten selama 1 menit dengan periode waktu pulih asal selama 3 kali waktu kerja (3 menit) dengan frekuensi tiga kali satu minggu. Beban latihan adalah 80% dari kemampuan renang maksimal. Kemudian suplemen asam amino berupa Amino Fuel Liquid diberikan kepada mencit secara oral segera sesudah mencit latihan, dimana suplemen ini dilarutkan terlebih dahulu dengan aquades persen kelarutan 100%.

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah ketahanan otot mencit yang diukur dengan cara mencatat lama mencit dapat mempertahankan dirinya untuk tetap mengapung saat berenang, parameter darah yaitu kuantitas eritrosit dengan

menggunakan hemositometer tipe Improved Neubauer, kadar hematokrit darah yang dihitung dengan jalan mensentrifuse darah pada tabung hematokrit dengan sentrifuse jenis Kubota Haematocrit KH-120, *Mean Corpuscular Volume* (MCV), kadar hemoglobin dihitung dengan menggunakan metode Sahli, *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC).

Setelah mencit dibunuh, maka dilakukan pembuatan preparat histologis dengan pewarnaan haematoksilin eosin jaringan otot paha, hati dan ginjal, karena ketiga jaringan ini diduga terkena pengaruh langsung dalam konsumsi suplemen asam amino.

Data dari hasil pengukuran ketahanan otot dan nilai parameter darah mencit dianalisa sidik ragamnya sesuai prosedur statistika dan jika ditemukan F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf 5%, dilanjutkan dengan uji DNMRT (*Duncant New Multiple Range Test*) (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek Suplemen Asam Amino terhadap Otot

Dari hasil pengukuran preparat jaringan otot dan pengamatan dengan fotomikrograf, terlihat bahwa jumlah miofibril mengalami peningkatan yang signifikan antar perlakuan seiring dengan penambahan dosis suplemen asam amino. Peningkatan ini lebih lanjut mempengaruhi ukuran diameter serat otot secara signifikan, dimana ukuran diameter rata-rata serat otot pada masing-masing perlakuan bertambah besar seiring dengan penambahan dosis suplemen asam amino. Sementara itu, suplemen asam amino tidak memberikan pengaruh pada ketahanan otot mencit walaupun lama mencit berenang (dalam detik) cenderung meningkat seiring dengan pertambahan dosis suplemen asam amino (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil perhitungan jumlah *miofibril* serat otot, pengukuran diameter serat otot dan ketahanan otot mencit

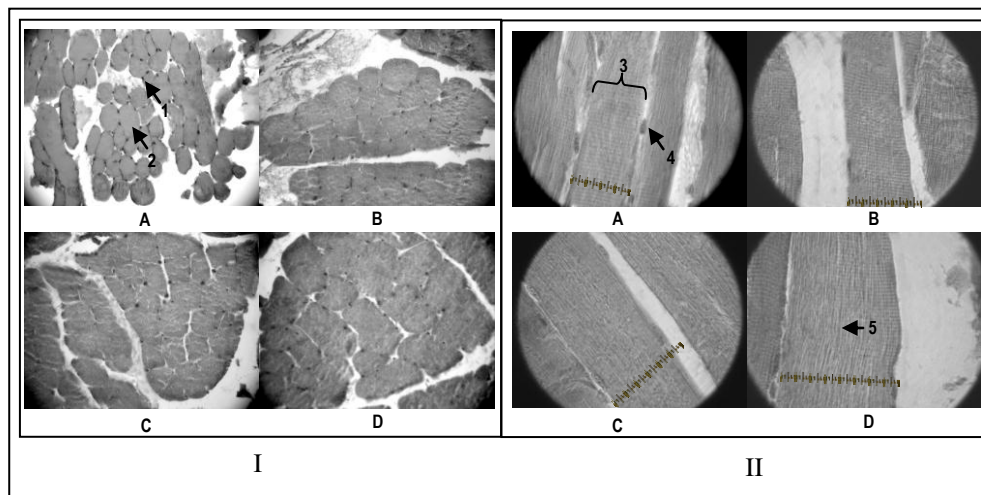
Perlakuan (Dosis asam amino ml/kgBB)	Miofibril		Serat Otot		Ketahanan Otot	
	Jumlah rata-rata	Notasi	Diameter rata-rata (µm)	Notasi	waktu apung (detik)	Notasi
A (kontrol)	37,0	A	36,2	a	1.475,5	a
B (3,9 ml/kg BB)	46,7	B	45,8	bc	1.642,0	a
C (5,9 ml/kg BB)	53,5	C	52,0	c	1.700,8	a
D (7,9 ml/kg BB)	75,8	D	74,8	d	2.040,7	a

Ket : Angka-angka pada setiap lajur yang tidak diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda nyata pada uji DNMRT taraf 5%

Program latihan kekuatan mengakibatkan terjadinya hipertropi otot, yaitu bertambah besarnya ukuran serat otot sebagai respon terhadap aktivitas otot yang intensif dan lama (Bompa, 1994). Dari Tabel 2 dapat dilihat bertambahnya ukuran diameter rata-rata serat otot mencit sampai 106,6 % (Gambar 1.I), dan jumlah

Pengaruh Suplemen Asam Amino terhadap Ketahanan dan Kekuatan Otot Mencit Putih (*Mus musculus* L.) (Ruri Famelia dkk.)

miofibril otot mencapai 104,9 %, yaitu pada perlakuan D jika dibandingkan dengan serat otot mencit kontrol sebagai pengaruh dilakukannya latihan kekuatan dan ketahanan yang diiringi dengan pemberian suplemen asam amino dengan dosis tertentu. Penampang membujur serat otot yang menunjukkan, bahwa tidak ada perbedaan ukuran pita terang dan pita gelap pada masing-masing perlakuan (B, C dan D) dibandingkan dengan kontrol (A) (Gambar 1.II). Selama latihan kekuatan, protein tidak berkontribusi untuk produksi energi, melainkan untuk meningkatkan sintesis protein sebagai pengganti kerusakan protein tubuh yang diakibatkan latihan kekuatan (Booth dan Paul, 1986).



Gambar 1. Fotomikrograf jaringan otot dengan pewarnaan Haematoksilin Eosin dari masing-masing perlakuan (I. Penampang melintang perbesaran 200 x; II. Penampang membujur perbesaran 800 x; 1 dan 4 nukleus; 2 dan 3. sel otot ; 5. Miofibril)

Menurut Crozier (2004) olahraga berat seperti program latihan kekuatan menyebabkan perombakan dan sintesis protein meningkat pada otot target. Bagaimanapun juga, sintesis lebih tinggi daripada perombakan, sehingga menyebabkan peningkatan massa otot. Selanjutnya, terjadi peningkatan transpor asam amino pada otot selama latihan dan ketersediaan glukosa dan asam amino setelah olahraga akan meningkatkan sintesis protein dan menghambat perombakan protein. Namun menurut McDonald (1997a) atlet yang menjalani latihan berat dan mengkonsumsi protein 1,3 – 2 g/kgBB/hari membuktikan bahwa oksidasi asam amino meningkat 150% di atas level normal, sintesis protein meningkat 105 % dan perombakan protein meningkat 107%. Berdasarkan hal ini maka tambahan protein dalam nutrisi atlet dianggap sangat penting. McDonald (1997b) menemukan, bahwa sintesis protein meningkat setelah 36 jam sesudah

latihan. Ini mengindikasikan, bahwa waktu yang paling tepat untuk mengkonsumsi asam amino adalah segera setelah latihan untuk memaksimalkan sintesis protein dan meminimalkan perombakan protein.

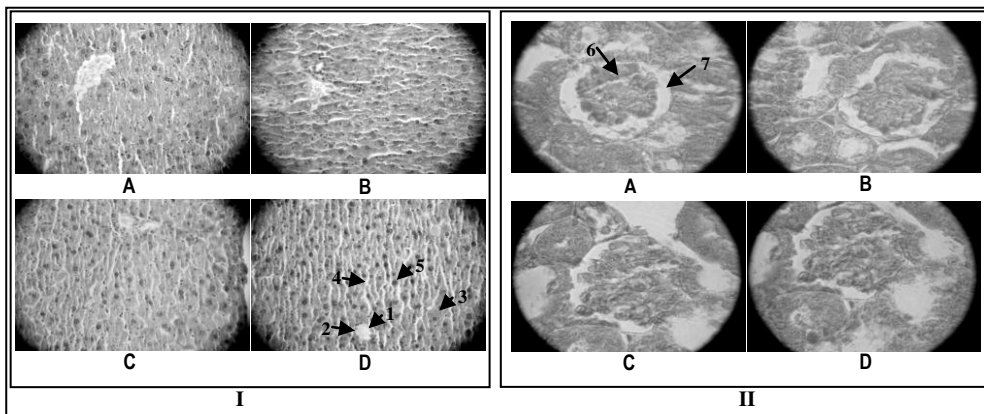
Ketahanan otot mencit tidak dipengaruhi oleh suplemen asam amino pada latihan kekuatan dan ketahanan karena protein bukanlah sebagai pemasok energi utama selama latihan ketahanan, yaitu hanya 5 – 15% dari energi total yang dihasilkan selama latihan dengan durasi yang panjang, sehingga penambahan konsumsi protein tidak dapat meningkatkan ketahanan otot secara langsung (Kreider, 1999). Kondisi ini akan semakin meningkat jika glikogen habis (McDonald, 1997a).

Efek Suplemen Asam Amino terhadap Jaringan Hati dan Ginjal

Dari hasil pengamatan dengan fotomikrograf terlihat hepatosit pada mencit kontrol (A) terlihat kurang teratur dengan ukuran ada yang besar dan ada yang kecil, sedangkan makin bertambahnya dosis pemberian suplemen asam amino, susunan hepatosit ini menjadi lebih teratur dengan ukuran sel yang hampir sama dan sel menjadi lebih padat. Hal tersebut sangat jelas terlihat dengan meningkatnya densitas nukleus yang tersusun rapat dan teratur. Pada perlakuan kontrol, ukuran nukleus ada yang besar dan ada yang kecil, sedangkan dengan pemberian suplemen asam amino ukuran nukleus menjadi hampir sama ukurannya (Gambar 2.I, A-D). Keadaan ini mengindikasikan, bahwa dengan peningkatan dosis suplemen asam amino, proses pembelahan sel hati menjadi lebih baik sehingga dapat memperbaiki struktur jaringan hati. Lebih lanjut, sinusoid pada jaringan hati mencit kontrol terlihat berbentuk pipih dan berada diantara lempengan-lempengan hepatosit, namun pemberian suplemen asam amino menyebabkan membesarnya rongga sinusoid (Gambar 2.I, A-D). Pada jaringan ginjal khususnya glomerulus, terlihat adanya perubahan ukuran glomerulus, di mana makin tinggi dosis suplemen asam amino, maka makin besar ukuran glomerulusnya. Hal tersebut mengindikasikan pembuluh kapiler yang membentuk glomerulus makin kuat (Gambar 2.II, A-D). Dengan pengamatan mikroskopik yang menggunakan pewarnaan haematoksin eosin ternyata kurang representatif dalam menggambarkan adanya pengaruh lain yang signifikan pada ginjal dalam penelitian ini

Menurut McDonald (1997b) jaringan yang berbeda memiliki tingkat metabolisme protein yang sangat berbeda. Contohnya, penghancuran protein hati dapat digantikan dalam beberapa jam saja, sedangkan otot rangka membutuhkan waktu beberapa hari, sehingga proses *recovery* sel hati (hepatosit) yang mengalami kerusakan lebih cepat dibandingkan jaringan otot. Dalam hal ini proses pembelahan sel pun menjadi lebih cepat.

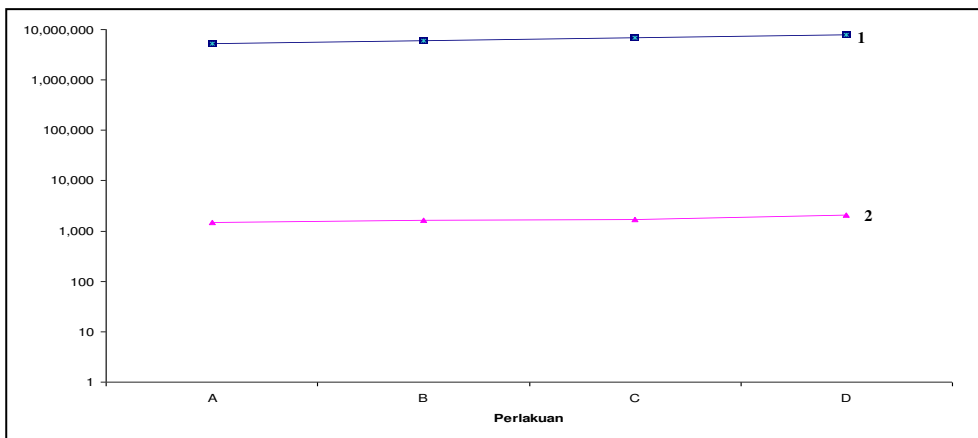
Pengaruh Suplemen Asam Amino terhadap Ketahanan dan Kekuatan Otot Mencit Putih (*Mus musculus* L.) (Ruri Famelia dkk.)



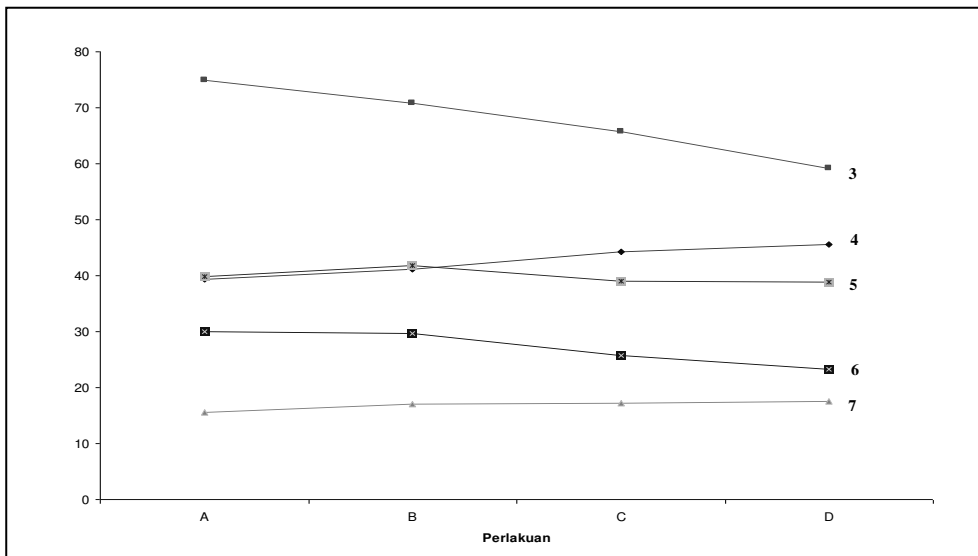
Gambar 2. Fotomikrograf jaringan pewarnaan Haematoksilin Eosin dari masing-masing perlakuan (I. Penampang membujur hati perbesaran 200 x; II. Penampang membujur ginjal perbesaran 800 x; 1. Vena sentralis ; 2. Endotelium ; 3. Hepatosit ; 4. Sinusoid ; 5. Nukleus ; 6. Glomerulus ; 7. Kapsula Bowman)

Pengaruh Suplemen Asam Amino terhadap Parameter Darah Mencit

Setelah dilakukan program latihan kekuatan dan ketahanan otot pada mencit dan pemberian suplemen asam amino yang dilanjutkan dengan pengambilan data parameter darah mencit, maka didapatkanlah hasil seperti yang tergambar pada gambar berikut :



Gambar 3. Grafik pengaruh suplemen asam amino terhadap ketahanan otot dan kuantitas eritrosit darah mencit (1 Kuantitas eritrosit, 2. Ketahanan otot)



Gambar 4. Grafik pengaruh suplemen asam amino terhadap beberapa parameter darah mencit (3. MCV (fl), 4. Hematokrit (%), 5. MCHC (g/dl), 6. MCH (pg), 7. Hb (g/dl))

Dari Gambar 3 dapat dilihat, bahwa pemberian suplemen asam amino meningkatkan ketahanan otot mencit dalam berenang, yaitu 1.475,5 detik pada mencit kontrol, dan cenderung meningkat seiring dengan peningkatan dosis asam amino yaitu 1.642,0 detik pada perlakuan B, 1.700,8 detik pada perlakuan C dan paling tinggi pada perlakuan D yaitu 2.040,7 detik, walaupun peningkatan tersebut tidak signifikan antar perlakuan. Peningkatan ketahanan otot tersebut didukung oleh karakteristik darah mencit. Hasil pengukuran kuantitas eritrosit mencit menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan penambahan dosis suplemen asam amino. Kuantitas eritrosit yang terendah adalah pada kontrol (perlakuan A) yaitu rata-rata sebesar $5.250.000 \text{ sel/mm}^3$, kemudian cenderung naik untuk perlakuan B yaitu $5.933.333 \text{ sel/mm}^3$ dan perlakuan C yaitu $6.878.333 \text{ sel/mm}^3$ dan kuantitas yang paling tinggi dan berbeda nyata terhadap kontrol adalah pada perlakuan D sebesar $7.873.333 \text{ sel/mm}^3$. Nilai hematokrit darah mencit juga cenderung meningkat namun berbeda tidak nyata antar perlakuan di mana nilai hematokrit perlakuan kontrol, B, C dan D berturut-turut adalah 39,33 %; 41,17 %; 44,33 %; dan 45,50%. Namun nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) rata-rata darah mencit cenderung menurun. MCV tertinggi pada mencit kontrol yakni 75,00 fl dan menurun seiring penambahan dosis asam amino yaitu 70,79 fl pada perlakuan B dan 65,68 fl pada perlakuan C serta 59,16 fl pada perlakuan D yang dari hasil uji DNMRT berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol. Peningkatan kuantitas eritrosit mengakibatkan peningkatan kadar hemoglobin di mana kadar hemoglobin perlakuan A adalah 15,63 g/dl dan meningkat pada perlakuan B, 16,97

g/dl dan perlakuan C, 17,27 g/dl serta meningkat signifikan terhadap kontrol pada perlakuan D yaitu sebesar 17,53 g/dl. Namun nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) mencit cenderung mengalami penurunan yang tidak signifikan yaitu sebesar 29,92 pg; 29,74 pg; 25,69 pg; dan 23,32 pg berturut-turut untuk perlakuan A, B, C dan D. Nilai *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) cenderung berubah tidak signifikan dengan nilai untuk masing-masing perlakuan adalah 39,84 g/dl pada kontrol, 41,88 g/dl pada perlakuan B, 39,02 g/dl pada perlakuan C dan 38,92 g/dl pada perlakuan D.

Peningkatan proses oksidasi asam amino dalam tubuh khususnya pada jaringan otot yang dilatih menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan akan oksigen dalam jaringan (Cayle, 2000). Untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen tersebut, tubuh meresponsnya dengan memproduksi sel darah merah melalui mekanisme eritropoeitin untuk mentranspor hemoglobin yang membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan. Eritropoeitin adalah suatu hormon glikoprotein yang terdapat dalam darah pada keadaan hipoksia, dan selanjutnya bekerja pada sumsum tulang untuk meningkatkan kecepatan pembentukan sel darah merah. Tidak ada respon langsung sumsum tulang terhadap hipoksia. Sebagai gantinya hipoksia merangsang pembentukan sel darah merah hanya melalui mekanisme eritropoeitin ini (Sherwood, 2007).

Kecenderungan penurunan nilai MCV tersebut disebabkan karena persentase kenaikan jumlah eritrosit lebih besar daripada persentase kenaikan hematokrit. Penurunan nilai MCV ini mengindikasikan ukuran eritrosit lebih kecil dari ukuran eritrosit mencit kontrol. Coppoc (1997) menyatakan, bahwa nilai hematokrit cenderung turun apabila kuantitas eritrosit rendah, karena hematokrit itu sendiri merupakan gambaran persentase kadar eritrosit per satuan volume darah total, begitu juga sebaliknya. Namun demikian menurut Simmons (1980), nilai hematokrit dapat bersifat normal kendati kuantitas eritrosit rendah apabila ukuran atau volume rata-rata per unit eritrosit (MCV) meningkat. Oleh karena itu penurunan kuantitas eritrosit tidak secara mutlak mengakibatkan penurunan nilai hematokrit dan peningkatan eritrosit tidak juga mutlak mengakibatkan peningkatan nilai hematokrit, tetapi tergantung pula dengan ukuran eritrosit.

Peningkatan eritrosit menyebabkan kadar hemoglobin total juga meningkat. Peningkatan tersebut disebabkan karena sintesis hemoglobin terjadi selama proses eritropoesis sel darah merah, sehingga setiap produksi sel darah merah diiringi dengan sintesis hemoglobin. Dengan meningkatnya jumlah hemoglobin, maka jumlah oksigen yang diantarkan ke jaringan yang membutuhkannya juga meningkat, di mana dalam hal ini selama latihan kekuatan dan ketahanan, proses oksidasi asam amino meningkat pada jaringan otot yang dilatih dan keterbutuhan akan oksigen pada jaringan tersebut juga meningkat. Maka peranan hemoglobin adalah menunjang transpor oksigen dari paru-paru ke otot yang dilatih untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Dean and English, 2006).

Peningkatan hemoglobin ternyata tidak terlalu mempengaruhi berat hemoglobin per satuan unit eritrosit (MCH), karena persen kenaikan kuantitas

eritrosit lebih besar daripada kenaikan kadar hemoglobin. Menurunnya berat hemoglobin per satuan eritrosit (MCH) merupakan konsekuensi dari penurunan volume eritrosit (MCV). Simmons (1980) menyatakan, bahwa MCH akan meningkat selaras dengan peningkatan ukuran eritrosit (MCV) dan begitu juga sebaliknya. Karena sel eritrosit berukuran kecil, maka jumlah hemoglobin di dalam tiap sel juga sedikit. Kadar hemoglobin per satuan volume total eritrosit (MCHC) tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan persen peningkatan kadar hemoglobin total tidak terlalu signifikan dengan persen peningkatan hematokrit. Selain itu, menurut Simmons (1980), MCHC akan cenderung konstan pada gejala hemotoksitas (toksisitas pada darah). Dipiro (1993) juga menyatakan bahwa kestabilan nilai MCHC dimungkinkan adanya keseimbangan rasio perbandingan antara kadar hemoglobin total dengan nilai hematokrit sebab nilai MCHC tergantung pada kadar hemoglobin total dan nilai hematokrit.

KESIMPULAN

Pemberian suplemen asam amino segera setelah latihan kekuatan dan ketahanan bermanfaat terutama untuk meningkatkan massa otot yang ditandai dengan makin meningkatnya diameter dan jumlah myofibril serat otot, di samping untuk meningkatkan ketahanan otot walaupun tidak signifikan. Pengaruh tersebut juga terlihat pada terjadinya perbaikan struktur jaringan hati dan ginjal. Suplemen asam amino juga mempengaruhi beberapa parameter darah secara signifikan, yaitu terjadinya peningkatan kuantitas eritrosit dan kadar hemoglobin darah.

KEPUSTAKAAN

- Bompa, T.O. (1994). Theory and methodology of training the key to athletic performance. Dubuque Iowa: Kendal Hunt Publishing.
- Booth, F.W dan Paul, R.M. (1986). Control of protein synthesis in muscle with special reference to exercise. Journal of Biochemistry of Exercises VI. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Cayle, E.F. (2000). Physical activity as a metabolic stressor. The American Journal of Clinical Nutrition ; 72 (suppl) : 512S – 20S. <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/72/2/512S>.
- Consolazio, C.F, Herman, L.J, Richard, A.N, Joseph, G.D dan James, H.S. (1975). Protein metabolism during intensive physical training in the young adult. The American Journal of Clinical Nutrition; 28. <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/28/1/281S>.

- Coppoc, G.L., (1997). Principles of Toxicology. <http://www.vet.purdue.edu/bms/courses/bms515/tox/prtox01.htm>.21k.
- Crozier, S.J., Kimball, S.R., Emmert, S.W., Anthony, J.C. and Jefferson, L.S. (2004). Oral leucine administration stimulates protein synthesis in rat skeletal muscle. <http://www.jn.nutrition.org/cgi/reprint/135/3/376>.
- Dean, W.M.D. dan J.English. (2006). Maximizing your body's performance. krebs' cycle intermediates. <http://www.nutritionreview.org/library/krebs.html>.
- Dipiro, J.T. (1993). Pharmotherapy, a pathophysiology approach. 2nd edition. Connecticut: Simmons schuster business and profesional group.
- Edgerton,V.R dan P, Apor 1986. Specific tension of human elbow flexor muscles. Journal of Biochemistry of Exercises VI. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publisher. 16 : 487 – 500.
- Fox, E.L., Richard,W.B dan Merle,L.F. (1993). The physiological basis for exercises and sport. USA: Brown & Brenchmark.
- Houston,M.E. (1986). Adaptations in skeletal muscle to training and detraining : The role of protein synthesis and degradation. Journal of Biochemistry of Exercises VI. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers. 16 : 63 – 74.
- Kent, M. (1994). The oxford dictionary of sports science and medicine. New York: Oxford University Press.
- Kreider, R.B. (1999). Effects of protein and amino acids supplementation on athlete performance. <http://www.sportsci.org/jour/9901/rbk.htm>.
- Lamb, D.R. (1984). Physiology of exercise- responses & adaptations. New York: Macmillan Publishing Company.
- MacDougall,J.D. (1986). Adaptability of muscles to strength training-a cellular approach. Journal of Biochemistry of Exercises VI. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers. 16 : 501 – 511.
- McDonald, L. (1997a). Individual amino acidss requierement. <http://www.mesomorphis.com/articles/mcdonald/protein-03.htm>.
- _____.(1997b). Amino acids kinetics and adaptation. <http://www.mesomorphis.com/articles/mcdonald/protein-04.htm>.

- Ohtani, M. Masaaki, S and Kimiaki, M. (2006). Amino acid mixture improves training efficiency in athletes. American Society for Nutritional Sciences. <http://www.jn.nutrition.org/cgi/reprint/136/2/538S>.
- Rennie, J.M., Bohe, J., Smith, K., Wackerhage, H. and Greenhaff, P. (2006). Branched-chain amino acids as fuels and aerobic signals in human muscle. <http://www.jn.nutrition.org/cgi/reprint/136/1/264S>.
- Sherwood, L. 2007. Human physiology from cells to systems. 7th edition. USA: Thomson's Brooks/Cole.
- Simmons, A. (1980). Technical hematology. 3rd edition. Philadelphia: JB Lippincott Company.
- Steel, R.G.D, J.H. Torrie. (1995). Prinsip dan prosedur statistika. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Williams, M.H. 1995. Nutrition for fitness and sport. USA: Brown & Benchmark Publishers.
- Wolfe, R.R. (2000). Protein supplements and exercise. American Journal Clinical Nutrition.;72(suppl):551S-7S. <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/72/2/512S>.
- Zimmermann, J., Starischka, G.A., dan Grosser, C. (2001). Latihan fisik olahraga. Pusat Pendidikan dan Penataran Bidang Penelitian dan Pengembangan KONI Pusat. Jakarta