

Efek Akut Pemberian Asam Amino Citrulin Alami terhadap Kekuatan Otot

Anies Setiowati, Sri Sumartiningsih

Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Diterima: 11 Agustus 2020. Direvisi: 3 Oktober 2020. Disetujui: 26 Desember 2020

Abstrak Tujuan penelitian untuk menganalisa efek akut asam amino sitrulin alami terhadap kekuatan otot. Metode penelitian dengan desain *-post test controlled group design*. Sampel penelitian adalah mahasiswa IKOR FIK dibagi secara acak menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok sitrulin. Perlakuan pada kelompok sitrulin berupa pemberian jus semangka 428 ml (600-700 g daging buah semangka) kandungan sitrulin sebesar 1 mg. sedang pada kelompok control diberikan placebo yaitu air sirup. Jus semangka ataupun air sirup diberikan 60 menit sebelum dilakukan tes kekuatan otot yaitu kekuatan otot tungkai, punggung, bahu dan genggam tangan dengan menggunakan Dynamometer. Data dianalisis diuji T-test dengan SPSS. Hasil penelitian: rerata kekuatan otot total diperoleh dari hasil penjumlahan kekuatan otot punggung, tungkai, bahu, genggam tangan. Retata kekuatan otot total kelompok kontrol $362,98 \pm 87,26$ kg, kelompok perlakuan citrulline alami (semangka) $378,46 \pm 128,23$, $p=0,782$. Tidak terdapat perbedaan efek akut asam amino sitrulin alami terhadap kekuatan otot

Kata Kunci: Citrulin, semangka, kekuatan

PENDAHULUAN

Sitrulin merupakan asam amino non protein yang terlibat pada tiga jalur metabolisme yaitu detoksifikasi amonia di dalam siklus urea, sintesis glutamin menjadi arginin di dalam usus dan ginjal, serta sintesis nitrit oksida. Sitrulin diproduksi di dalam tubuh melalui dua jalur yaitu daur ulang arginin (konversi arginin menjadi nitrit oksida yang menghasilkan produk samping berupa sitrulin) atau dari nitrogen yang ada pada glutamin (Tomlinson, 2011)

Belum banyak praktisi olahraga ataupun individu aktif berolahraga mengetahui bahwa suplemen sitrulin berperan untuk meningkatkan performa. Padahal telah banyak penelitian bahwa sitrulin merupakan asam amino non esensial yang memiliki peran vital dalam meningkatkan kadar nitrit oksida yang merupakan pengatur aliran darah, metabolisme energi otot, dan respirasi mitokondria saat berolahraga (Suzuki, 2016).. Nitric oxide

(NO) adalah molekul yang efek luas pada beberapa proses fisiologis, terutama vasodilatasi untuk meningkatkan pengiriman oksigen dan substrat energi ke otot aktif (Joyner, 2015). Nitric oxide berpengaruh terhadap peningkatan efisiensi olahraga, respirasi mitokondrial, penanganan kalsium dalam retikulum sarkoplasma, pengambilan glukosa, dan kelelahan otot (Bailey, 2011). Mengingat peran multifaset dari NO dalam vasodilatasi dan proses fisiologis yang berhubungan dengan olahraga lainnya, penggunaan suplementasi citrulline dapat meningkatkan daya tahan dan kinerja latihan intensitas tinggi (kapasitas aerobik atau anaerobic).

Sitrulin dapat dikonsumsi dalam bentuk suplemen ataupun makanan, asam amino sitrulin baik dalam bentuk suplemen maupun makanan memiliki peran dalam meningkatkan performa olahraga (Rezal dan Segalita, 2018). Sumber utama sitrulin di dalam makanan adalah buah semangka (*citrullis vulgaris*), walaupun rekomendasi dosis baku yang disarankan belum ditemukan. Kandungan citrulline dalam semangka masih diperdebatkan, hal ini disebabkan terdapat beberapa varian dari buah semangka, tempat penanaman semangka. Diperkirakan terdapat 1,09-4,52 mg citrulline / gram semangka segar (Davis et al., 2011), Kaore (2012) menyatakan 1 g daging semangka rata-rata mengandung 2,1 mg sitrulin (Kaore, 2012). Konsumsi semangka (Mandel et al., 2005) dan suplementasi citrulline (Moinard, et al., 2008) memperlihatkan peningkatan Citrulline plasma sekitar 1 jam setelah dikonsumsi, setelah 2 jam selanjutnya terjadi peningkatan arginin plasma, di dalam tubuh citrulline akan dikonversi menjadi arginin.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai kaitan suplemen sitrulin dengan performa otot. Wax et al (2015) menyatakan

bahwa konsumsi sitrulin 8 g sitrulin dapat meningkatkan jumlah repetisi angkat beban repetisi push up dan chin up. Penelitian yang dilakukan oleh Glenn (2017) suplementasi 8 g sitrulin 1 jam sebelum latihan dapat meningkatkan kekutan otot yaitu jumlah repetisi tubuh bagian atas (bench press). Hasil tersebut serupa dengan studi Pérez-Guisado bahwa suplementasi 8 g sitrulin 1 jam sebelum latihan dapat meningkatkan performa latihan anaerobic intensitas tinggi dengan jeda istirahat singkat ditunjukkan dengan terjadinya peningkatan jumlah repetisi angkat beban bench press serta meredakan nyeri otot pasca latihan. Suzuki menggunakan dosis sitrulin yang lebih rendah yaitu 2,4 g yang diberikan selama 7 hari intervensi tersebut mampu meningkatkan perasaan subyektif dari kelelahan otot dan mempersingkat waktu pembalap untuk bersepeda sejauh 4 km. Penelitian yang menggunakan semangka menyatakan bahwa konsumsi 500 ml jus semangka (1,17 g sitrulin) 1 jam sebelum latihan dapat meningkatkan jumlah repetisi maksimal angkat beban (serta menurunkan nyeri otot pasca latihan (Tarazona, 2013; Sirait, 2015) Penelitian yang lain membuktikan bahwa konsumsi jus semangka 60 menit sebelum latihan dapat mengurangi kelelahan otot daripada yang tidak mengonsumsi jus semangka (Hasanah, 2015). Hasil yang berbeda didapatkan dari penelitian Cutrufello (2015) yaitu dengan suplementasi sitrulin sebesar 6 g dan konsumsi 710 ml jus semangka 2 jam sebelum dilakukan berbagai tes latihan fisik tidak secara signifikan memperbaiki repetisi bench press, kelelahan otot, VO₂max, dan kapasitas anaerobik dibandingkan dengan plasebo berupa sirup sukrosa.

Berdasar uraian latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian pengaruh sitrulin terhadap kekuatan otot. Belum terdapat penelitian tentang sitrulin yang spesifik meneliti pengaruh sitrulin terhadap kekuatan otot total yaitu kekuatan otot tungkai, kekuatan otot punggung, kekuatan genggam tangan dan kekuatan otot bahu. Penelitian akan sebelumnya yang akan dilakukan pada manusia, sampel terbagi menjadi kelompok kontrol, dan sitrulin. Sitrulin berasal dari bahan alami yaitu jus semangka 428 ml diperoleh dari 600-700 g semangka, mengandung 1 mg citrulin yang diberikan 60 menit sebelum tes kekuatan otot.

METODE

Jenis penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen

semu (*quasi experiment*) yang menggunakan rancangan *Randomized post-test only controlled group design*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tes Pengukuran Olahraga Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Semarang

Sampel penelitian

Populasi yang digunakan adalah mahasiswa Jurusan Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Subjek penelitian ini ditentukan secara *Purposive sampling* Universitas Negeri Semarang. Sampel yang digunakan sebanyak 16 orang, sampel dibagi dalam 2 kelompok secara random. Kelompok kontrol (n=8) sedangkan kelompok 2 sebagai kelompok Citrulline alami (n=8) Pemberian perlakuan yang berbeda bagi masing-masing kelompok, yaitu:

Kelompok kontrol : air sirup 430 ml

Kelompok Citrulin alami: pemberian jus semangka 430 ml

Citrulin alami : Jus semangka

Jus semangka diperoleh dari semangka kuning. Semangka yang digunakan adalah bagian daging buahnya yang kemudian di jus dengan alat pembuat jus (merk Philip). Jus semangka dibuat pada hari dilakukan penelitian dan diberikan segera setelah proses pembuatan. Dosis semangka pada penelitian ini berdasarkan penelitian oleh Mandel *et al* (2005) yaitu 500 ml jus semangka mengandung 1,17 g *L-citrulline*. Dosis suplemen *L-citrulline* sebesar 1 g sehingga jus semangka diberikan 428 ml \approx 430 ml. Jus semangka 428 ml diperoleh dari 600-700 g semangka. Jus semangka (Citrulin alami) diberikan 1 jam sebelum pengukuran kekuatan otot

Air sirup

Pada kelompok kontrol dan kelompok suplemen *L-citrulline* diberikan air sirup sebanyak 430 ml. Pemberian air sirup dengan pertimbangan dalam 100 g semangka mengandung gula sebanyak 6,2 g. Jus semangka diperoleh dari semangka sebanyak 600-700 gr (mengandung 37,2-43,4 g gula). Air sirup dibuat dengan menambahkan 4 sdm sirup (1 sdm mengandung 9,79 g gula). Air sirup diberikan 1 jam sebelum pengukuran kekuatan otot.

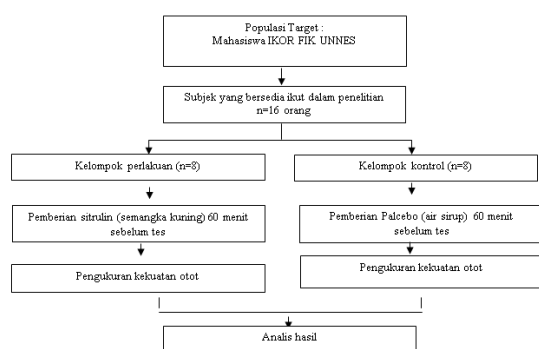
Pengukuran kekuatan otot

Pengukuran kekuatan otot dengan melakukan tes kekuatan otot punggung (*back*

strenght test), tes kekuatan otot tungkai (*leg strenght test*), tes kekuatan genggam tangan (*grip strenght test*) dan tes kekuatan otot bahu (*expanding strenght test*). Tes kekuatan otot membutuhkan : *back-leg dynamometer, push-pull dynamometer, grip dynamometer*.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 16 dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Karakteristik subjek penelitian meliputi umur, berat badan, tinggi badan, IMT, persen lemak tubuh, asupan energi, asupan protein, asupan lemak dan asupan karbohidrat pada awal penelitian disajikan dalam bentuk tabel dengan melihat rerata dan simpang baku. Kenormalan data dianalisis dengan menggunakan *Shapiro Wilk* dengan $\alpha = 0,05$. Data yang didapat dari kedua kelompok dianalisis secara statistik menggunakan uji T-test untuk membandingkan perbedaan rata-rata dari 2 kelompok.



Gambar 1. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Tes Pengukuran Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. Sampel penelitian merupakan mahasiswa Jurusan Ilmu Keolahragaan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas negeri Semarang. Sebanyak 16 orang mahasiswa dikelompokkan secara random menjadi 3 kelompok yaitu kelompok

kontrol, kelompok perlakuan jus semangka kuning sebagai sumber L-citrulline alami, masing-masing kelompok sebanyak 8 orang.

Kekuatan otot yang diukur yaitu otot punggung, otot tungkai, otot bahu dan kekuatan peras tangan kanan dan kiri. Pengukuran dengan menggunakan *grip dynamometer, back-leg dynamometer* dan *push-pull dynamometer*.

Karakteristik sampel penelitian

Sebelum penelitian dilakukan pengambilan data berat badan, tinggi badan, Indeks Massa Tubuh dan Persen Lemak Tubuh serta recall asupan makanan pada saat sarapan dan asupan makanan pada hari sebelum perlakuan. Hasil pengambilan data berat badan, tinggi badan, Indeks Massa Tubuh dan Persen Lemak Tubuh sebelum perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Rerata umur pada kelompok kontrol $19,36 \pm 0,74$ tahun, kelompok suplementasi L-citrulline alami $19,36 \pm 0,74$ tahun, analisis statistik $p=0,736$. Rerata berat badan pada kelompok kontrol $57,18 \pm 3,43$ kg, kelompok L-citrulline alami $55,23 \pm 3,35$ kg, hasil analisis dengan Independent T-test diperoleh hasil $p=0,281$. Hasil pengukuran tinggi badan diperoleh rata-rata tinggi badan pada kelompok kontrol sebesar $166,19 \pm 2,30$ cm, kelompok suplementasi L-citrulline alami rata-rata tinggi badan sebesar $162,38 \pm 5,73$ cm, hasil analisis statistik $p=0,103$.

Indeks Massa Tubuh (IIMT) diperoleh dari perbandingan berat badan (kg) dengan tinggi badan kuadrat (m) dan rata-rata IMT pada kelompok kontrol sebesar $20,67 \pm 0,87$ kg/m², kelompok L-citrullin alami $20,98 \pm 0,93$ kg/m², $p=0,531$. Hasil pengukuran persen lemak tubuh diperoleh rata-rata pada kelompok kontrol sebesar $17,3 \pm 1,83$ %, kelompok L-citrullin alami $16,63 \pm 0,150$ %, $p=0,433$.

Hasil analisis statistik diperoleh nilai $p>0,05$ yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna umur, berat badan, tinggi badan, IMT dan persen lemak tubuh antar kelompok. Sehingga dapat diartikan penelitian diawali

Tabel 1. Karakteristik Sampel Penelitian

Variabel	Kelompok		P ^t
	(Kontrol, n=8)	(L-citrulline semangka, n=8)	
Umur (tahun)	19,36±0,74	19,25±0,71	0,736
Berat Badan (Kg)	57,18±3,43	55,23±3,35	0,281
Tinggi Badan (cm)	166,19±2,30	162,38±5,73	0,103
IMT (kg/m ²)	20,67±0,87	20,98±0,93	0,531
Persen lemak tubuh (%)	17,3±1,83	16,63±01,50	0,433

pada kondisi yang sama pada tiap kelompok untuk variabel umur, berat badan, tinggi badan, IMT dan persen lemak tubuh.

Asupan Zat Gizi

Recall asupan makan dilakukan 2 kali yaitu dengan metode *recall* 24 jam yang dilakukan sehari sebelum penelitian dan *recall* sarapan sebelum pengambilan Berikut ini adalah gambaran asupan makan sampel penelitian.

Hasil *recall* konsumsi rerata asupan energi pada kelompok kontrol 2434,34±128,79 Kkal, asupan protein 71,75±5,04 g, asupan lemak 75,38±3,54 g dan asupan karbohidrat 269,38±51,01 g. Kelompok jus semangka rata-rata asupan makan lebih rendah disbanding kelompok kontrol ataupun kelompok suplemen L-citrulline yaitu asupan energi 2384,00±129,71 Kkal, asupan protein 1 6,99 g, asupan lemak 2,95 g dan asupan karbohidrat. Rata-rata asupan makanan pada kelompok suplemen L-citrullin lebih rendah dari kelompok kontrol yaitu asupan energi sebesar 190,08 Kal, asupan protein 75,00±3,42 g, asupan lemak 75,38±3,45 g dan asupan karbohidrat 2384,00±129,71 g. Tidak terdapat perbedaan asupan energi, protein dan lemak antar kelompok ($p>0,05$).

Kekuatan Otot

Kekuatan otot pada penelitian ini menggunakan dynamometer. *Hand grip dan back lift dynamometer* digunakan untuk pengukuran kekuatan otot, dengan berdasarkan prinsip kompresi. Ketika kekuatan dari luar digunakan pada dynamometer, alat akan tertekan/ber-

kompresi dan menggeser pointer yang menunjukkan skala. Dynamometer merupakan metode praktis untuk mengukur kekuatan genggam tangan, punggung, bahu dan tungkai

Tabel 3 menunjukkan rerata kekuatan otot pada beberapa bagian tubuh dan kekuatan total (penjumlahan hasil semua hasil tes kekuatan otot). Rerata kekuatan otot punggung pada kelompok control diperoleh hasil 130,75±31,55 kg dan kelompok perlakuan citrulline alami yaitu jus semangka diperoleh hasil 136,6±45,8 kg. Hasil analisis dengan menggunakan Independent T-test diperoleh $p = 0,817$, artinya tidak terdapat perbedaan kekuatan otot punggung antar kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Pengukuran kekuatan otot tungkai menunjukkan rata-rata pada kelompok kontrol sebesar 143,56±52,88 kg, sedang kekuatan otot punggung kelompok perlakuan citrulline alami 154,81±67,80 dengan hasil analisis statistic $p=0,717$. Rerata kekuatan otot bahu (pull dan push) pada kelompok kontrol 26,97±4,40 kg, kelompok perlakuan citrulline alami 25,72±7,4 kg, $p=0,687$. Kekuatan otot genggam tangan kanan kelompok kontrol rata-rata 36,00±5,82 kg dan kelompok perlakuan 38,05±6,36 kg, $p=0,510$. Kekuatan otot genggam tangan kiri kelompok kontrol rata-rata 33,48±7,08 kg dan kelompok perlakuan 34,36±4,34 kg, $p=0,767$.

Kekuatan otot total diperoleh dari hasil penjumlahan kekuatan otot punggung, tungkai, bahu, genggam tangan. Rerata kekuatan otot total kelompok kontrol 362,98±87,26 kg, kelompok perlakuan citrulline alami (se-

Tabel 2. Asupan zat gizi sampel penelitian

Variabel	Rata-rata asupan makanan		p [†]
	(Kontrol, n=8)	(L-citrulline semangka, n=8)	
Energi (kkal)	2434,34±128,79	2384,00±129,71	0,450
Karbohidrat (gram)	269,38±51,01	254,63±25,61	0,477
Protein (gram)	71,75±5,04	75,00±3,42	0,153
Lemak (gram)	75,38±3,54	75,38±3,45	0,476

Tabel 3. Perbedaan kekuatan otot antara kelompok control dan kelompok perlakuan citrulline alami

Variabel	Rerata kekuatan otot		p
	Kontrol (n=8)	Citrulline alami (n=8)	
Kekuatan otot punggung (kg)	130,75±31,55	136,6±45,8	0,817
Kekuatan otot tungkai (kg)	143,56±52,88	154,81±67,80	0,717
Kekuatan otot bahu (kg)	26,97±4,40	25,72±7,4	0,687
Kekuatan otot genggam tangan kanan (kg)	36,00±5,82	38,05±6,36	0,510
Kekuatan otot genggam tangan kiri (kg)	33,48±7,08	34,36±4,34	0,767
Kekuatan otot total (kg)	362,98±87,26	378,46±128,23	0,782

mangka) $378,46 \pm 128,23$, $p=0,782$.

Berdasarkan hasil analisis statistik kekuatan otot diperoleh hasil $p>0,05$, artinya tidak terdapat perbedaan kekuatan otot punggung, kekuatan otot tungkai, kekuatan otot bahu, kekuatan otot genggam tangan kanan, kekuatan otot genggam tangan kiri dan kekuatan otot total antara kelompok control dan kelompok perlakuan citrulline alami (semangka).

L-Citrulline adalah asam amino non-esensial, yang sumber makanan utamanya adalah semangka (*Citrullus vulgaris*). L-Citrulline adalah prekursor endogen yang kuat dari L-arginine, yang merupakan substrat untuk NO (nitric oxide) synthase (NOS). NOS menyebabkan pembentukan NO dari L-arginin dan oksigen dan menghasilkan L-sitrulin sebagai produk sampingan. Dalam fisiologi olahraga, NO juga mendapat banyak perhatian, karena efek ergogenic sebagai vasodilator dan modulator respirasi mitokondria yang kuat selama latihan fisik (Suzuki, 2016), meningkatkan kontraktilitas otot, perbaikan otot, aliran darah otot, pengambilan glukosa, dan kinerja latihan ketahanan (Baller, 2011). Peningkatan produksi NO intraseluler menyebabkan fosforilasi CREB yang pada gilirannya menginduksi ekspresi PGC-1 α . Peroxisomeproliferator-activatedreceptor-gamma coactivator-1 α (PGC-1 α) adalah koaktivator transkripsi yang bertanggung jawab untuk regulasi biogenesis mitokondria, angiogenesis, oksidativemetabolisme, dan pertumbuhan otot, dan memiliki peran penting dalam adaptasi latihan muskles. Otot-spesifik berlebih dari kapasitas latihan PGC-1 α in-lipatan dan meningkatkan serapan oksigen maksimal (VO₂max) dengan meningkatkan biogenesis mitokondria dan kepadatan kapiler pada otot rangka (Safdar, 2011)

Lebih lanjut, L-sitrulin merupakan komponen penting yang berpartisipasi dalam siklus urea di hati. Selama latihan intens, terjadi peningkatan produksi amonia dan IMP (inosine monophosphate) pada otot yang dilatih, yang terkait dengan pembentukan kelelahan otot. Untuk menghindari penumpukan senyawa ini dan penurunan pH sel, siklus urea di hati bertanggung jawab atas eliminasi amonia dalam bentuk urea (Meneguello MO, 2003). Hal ini sangat penting, karena konsentrasi amonia yang tinggi dalam darah akan meningkatkan laju glikolisis dan glikolisis anaerobik menghasilkan akumulasi laktat darah dan meningkatkan kelelahan. Dengan menyangga amonia melalui siklus urea, suplementasi citrulline diharapkan dapat meningkatkan pemanfaat-

an aerobik piruvat dan menurunkan produksi laktat melalui jalur anaerobik (Takeda, 2011). Latihan eksentrik menghasilkan pecahnya otot myofibril, terutama pada intensitas tinggi, menyebabkan kerusakan otot. Kerusakan ini menghasilkan kelelahan otot yang membatasi kinerja, mengurangi gaya, tenaga puncak, atau / dan kecepatan (Urdampilleta, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh citrulline terhadap kekuatan otot, sitrulin yang diberikan berupa citrulin alami dari jus semangka 430 ml. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak terdapat kekuatan otot (kekuatan otot bahu, genggam tangan, tungkai, punggung dan kekuatan otot total) antara kelompok control dan kelompok perlakuan ($p>0,005$). Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Cutrufello (2015) yaitu 22 orang sampel dengan suplementasi sitrulin sebesar 6 g dan konsumsi 710 ml jus semangka 2 jam sebelum dilakukan berbagai tes latihan fisik tidak secara signifikan memperbaiki repetisi bench press, kelelahan otot, VO₂max, dan kapasitas anaerobik dibandingkan dengan plasebo berupa sirup sukrosa. Gonzales (2017) suplementasi dengan 8 g CM 40 menit sebelum protokol latihan resistensi barbell bench press tidak meningkatkan performa latihan.

Namun terdapat beberapa penelitian dengan hasil signifikan antar pemberian suplemen citrulline dengan performa otot. Penelitian yang dilakukan Jordan (2016) pada 17 atlet wanita yang diberikan suplemen citrulin 8 g satu jam sebelum dilakukan tes. Diperoleh hasil kekuatan otot genggam tangan lebih baik pada kelompok dengan suplementasi sitrulin dibanding kelompok placebo ($p=,042$). Suplementasi 8 g sitrulin malam pada 15 orang wanita usia 23 tahun 1 jam sebelum latihan dapat meningkatkan jumlah repetisi angka beban tubuh bagian atas dan bawah dibanding placebo (Glenn, 2017). Penelitian serupa dilakukan oleh Wax (2015) suplementasi 8 g sitrulin malam sebelum latihan dapat meningkatkan repetisi push up dan chin up.

Penelitian yang peneliti lakukan menggunakan semangka sebagai suplemen Citrulin alami. Dosis semangka pada penelitian ini berdasarkan penelitian oleh Mandel *et al* (2005) yaitu 500 ml jus semangka mengandung 1,17 g L-citrulline. Dosis suplemen L-citrulline sebesar 1 g sehingga jus semangka diberikan 428 ml. Jus semangka 428 ml diperoleh dari 600-700 g semangka. Jus semangka, secara alami kaya L-citrulline, adalah pilihan yang sangat baik bagi para atlet yang ingin meningkatkan

kinerja olahraga mereka. Namun, prasyarat untuk pembuatan jus semangka yaitu bio-availabilitas jus semangka akan L-citrulline. Kandungan *citrulline* dalam semangka masih diperdebatkan, hal ini disebabkan terdapat beberapa varian dari buah semangka, tempat penanaman semangka. Diperkirakan terdapat 1,09-4,52 mg *citrulline* /gram semangka segar (Davis *et al.*, 2011). Penelitian ini menggunakan jus semangka sebanyak 430 ml yang diperoleh darah semangka merah segar tanpa biji sebanyak 600-700 g. Jus semangka 430 ml diasumsikan mengandung 1 g L-citrulline (berdasarkan penelitian yang dilakukan Diaz tahun 2013, menggunakan 500 ml jus semangka segar mengandung 1,17 g L-citrulline). Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukan uji kandungan L-citrulline di laboratorium pangan. Dosis yang digunakan untuk Citrullin pada penelitian ini sekitar 1 g L-citrulline, dosis tersebut dibawah dosis yang digunakan peneliti-peneliti lain, dimana rata-rata dosis L-citrullin yang dipakai sebesar 8g (Cutrufello, 2015; Wax, 2015; Jordan, 2016; Glenn, 2017; Gonzales, 2017).

Peneliti-peneliti menggunakan suplemen Citrullin dalam bentuk kombinasi L-citrullin dan malat, sedang dalam penelitian ini menggunakan semangka yang mengandung L-citrullin alami. Terdapat dua bentuk suplemen citrulin yaitu L-citrulline and citrulline malate. L citrulline adalah bentuk natural,alami dari citrulline sedangkan Citrulline malate (CM) adalah garam organik yang terdiri dari asam amino non-esensial L-sitrulin dan asam L-malat, perantara dalam siklus asam sitrat. Sumber makanan utama citrulline adalah semangka (*Citrullus vulgaris*), sedangkan asam malat umum ditemukan pada apel (*Malus pumila*) dan anggur (*Vitis vinifera*) (Chappell, 2018). Malat merupakan perantara dari siklus asam trikarboksilat (TCA) dan penambahannya dapat meningkatkan produksi energi. Kombinasi suplemen L-citrullin dan Malat memungkinkan efek yang lebih signifikan terhadap performa latihan olahraga.

Keterbatasan penelitian ini adalah 1) Terdapat variabel-variabel lain yang berpengaruh terhadap kelelahan otot, seperti aktivitas fisik sebelum penelitian. Variabel-variabel tersebut pada penelitian ini tidak dikendalikan atau tidak dilakukan pengukuran,2) Tidak dilakukan pengukuran laboratorium pangan kadar L-citrulline pada semangka yang diberikan ke sampel penelitian, 3) Metode pengukuran konsumsi makanan sarapan untuk subjek dengan menggunakan metode *recall* 24 jam tergantun

dari daya ingat responden dan ketrampilan pewawancara. *Recall* yang dilakukan hanya asupan makan sarapan, tidak dilakukan *recall* 24 jam sehingga tidak diketahui asupan energi sehari sampel, kaitanya dengan cadangan glikogen.

SIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan pemberian akut asam amino citrulin alami (semangka) terhadap kekuatan otot

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Aru W Sudoyo dkk. 2006. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid III Edisi IV*. Pusat Penerbit Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI: 1948-1953.
- Bailey SJ, Vanhatalo A, Winyard PG, Jones AM. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway: its role in human exercise physiology. *Eur J Sport Sci*. 2011;12(4):309-20
- Bescós R, Sureda A, Tur JA, et al. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. *Sports Med*. 2012;42:99-12. DOI: 10.2165/11596860-000000000-00000 [Crossref]
- Cabral, L.J.A., Cisneros, R.A., Camacho,R., Gonzalez, S., Sanchez,S., Trejo, M. Modification of Fatigue Indicators using Citrulline Malate for High Performance Endurance Athletes 2012; p:1-4. Available at : www.sciencedirect.com.
- Chappell, AJ, Allwood DM, Johns R, Brown S, Sultana K, Anand A, Simper T Citrulline malate supplementation does not improve German Volume Training performance or reduce muscle soreness in moderately trained males and females *Journal of the International Society of Sports Nutrition* volume 15, Article number: 42 (2018)
- Collins, J. K., Wu, G., Perkins-Veazie, P., Spears, K., Claypool, P. L., Baker, R. A., & Clevidence, B. A. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. *Nutrition*, 2007; 23(3), 261-266.
- Cunniffe B, Papageorgiou M, O'Brien B, Davies NA, Grimble GK, Cardinale M. Acute citrulline-malate supplementation and high-intensity cycling performance. *J Strength Cond Res*. 2016;30(9):2638-47.
- Curis E, Nicolis I, Moinard C, Osowska S, Zerrouk N, Benazeth S, et al. Almost all about citrulline in mammals. *Amino Acids* 2005;29:177-205.
- Cutrufello, P. T., Gadowski, S. J. & Zavorsky, G. S. The Effect of L-Citrulline and Watermelon Juice Supplementation on Anaerobic and Aerobic Exercise Performance. *J. Sports Sci*. 33, 1459-1466 (2015).
- Davis, A.R., et al. L-Citrulline Levels in Watermelon Cultigens Tested in Two Environments. *Hort Science* 46(12):1572-1575. 2011.
- Diaz Tarazona, M.P., Alacid, F., Carraco, M., Martinez I, Aguayo E. Watermelon Juice : A Potential Functional Drink for Sore Muscle Relief in Athletes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013; p:13-16.
- El-Hattab, A. W., Hsu, J. W., Emrick, L. T., Wong, L.-J. C., Craigen, W. J., Jahoor, F., & Scaglia, F. Restoration of impaired nitric oxide production in MELAS

- syndrome with citrulline and arginine supplementation. *Molecular Genetics and Metabolism*, 2012; 105(4), 607-614.
- Fila, W.A., Itam, E.H., Johnson, J.T., Odey, M.O., Effiong, E E, Dasofunjo, K, Ambo, E.E. Comparative Proximate Compositions of Watermelon *Citrullus lanatus*, Squash *Cucurbita Pepo*'l, and Rambutan *Nephelium Lappaceum*', *International Journal of Science and Technology*, 2013, vol. 2, no.1, pp. 81 - 88.
- Giaanesini ,B., Cozzone ,J.P., Verleye,M., Bendahan,D. , Yann Le fur, *et al.* Citrulline Malate Supplementation Increases Muscle Efficiency in Rat Skeletal Muscle. *European Journal of Pharmacology* 667, 2011; 100-104.
- Giannesini, B., Izquierdo, M., Le Fur, Y., Cozzone, P. J., Verleye, M., Le Guern, M.-E, Bendahan, D. Beneficial effects of citrulline malate on skeletal muscle function in endotoxemic rat. *European Journal of Pharmacology*, 2009; 602(1), 143-147.
- Glenn, J. M. *et al.* Acute Citrulline Malate Supplementation Improves Upper and Lower Body Submaximal Weightlifting Exercise Performance in Resistance-Trained Females. *Eur. J. Nutr.* 56, 775-784 (2017).
- Gonzalez AM, Spitz RW, Ghigiarelli JJ, Sell KM, Mangine GT. Acute effect of citrulline malate supplementation on upper-body resistance exercise performance in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res.* 2017. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000.00000.00237.3> (ePub ahead of print)
- Guyton, A.C. and Hall, J.E., 2006. *Text book of medical physiology, eleventh edition.* Elsevier Saunders. Philadelphia.
- Hasanah, U. Perbedaan Nilai Kelelahan Anaerobik Atlet Sepak Bola yang Diberikan dan tidak Diberikan Buah Semangka Merah (*Citrullus lanatus*). (Universitas Diponegoro, 2015).
- Jordan MG, Michelle G, Austen J, Matthew S. St & Jennifer L. . Acute citrulline-malate supplementation improves maximal strength and anaerobic power in female, masters athletes tennis players. *Journal European Journal of Sport Science Volume 16, 2016 - Issue 8*
- Joyner MJ, Casey DP. Regulation of increased blood flow (hyper-emia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. *Physiol Rev.* 2015;95(2):549-601.
- Kaore, S. N., Amane, H. S. & Kaore, N. M. Citrulline: Pharmacological Perspectives and its role as an Emerging Biomarker in Future. *Fundam. Clin. Pharmacol.* 27, 35-50 (2012).
- Lubis Munar, Siska Mayasari Lubis. Asidosis Laktat. *Majalah Kedokteran Nusantara volume 39.* Medan. Departemen Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran USU. 2006; p: 1-2. Available from. URL : <http://repository.usu.ac.id>
- Lutgens L., Lambin P. Biomarkers for radiation-induced small bowel epithelial damage: an emerging role for plasma Citrulline. *World J Gastroenterol* 2007;13:3033-42
- Mandel, H.; Levy, N.; Izkovitch, S.; Korman, S. H. Elevated plasma citrulline and arginine due to consumption of *Citrullus vulgaris* (watermelon) J. *Inherit. Metab. Dis.* 2005, 28, 467- 72
- Marks DB, et al. Alih Bahasa Brahm U Pendit. 2000. *Biokimia kedokteran dasar. Sebuah pendekatan klinis*, Jakarta: EGC:321-336,481-545.
- Meneguello MO, Mendoca JR, Lancha AH, et al. Effect of arginine, ornithine and citrulline supplementation upon performance and metabolism of trained rats. *CellBiochem Funct.* 2003;21:85-91.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. and Rodwell, V.W., 2003. *Harper's Illustrated biochemistry, twenty sixth edition.* McGraw-Hill Companies.
- Pérez-Guisado, J., & Jakeman, P. M. Citrulline Malate Enhances Athletic Anaerobic Performance and Relieves Musclesoreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010;24(5), 1215-1222.
- Rimando Agnez M, Veazie Perkins PM. Determination of Citrulline in Watermelon Rind. *Journal of Chromatography.* 2005: 196-200. Available at : www.sciencedirect.com.
- Rizal dan Segalita. Peran Asam Amino Sitrulin dalam Meningkatkan Performa Olahraga Pada Atlet Amerita Nutr (2018) 299-306 299 DOI : 10.2473/amnt.v2i4.2018.299-306
- Romero ,M.J., Platt, D.H., Caldwell R.B., Caldwell R.W., Therapeutic use of citrulline in cardiovascular disease. *Cardiovasc Drug Rev* 2006;24:275-90.
- Roug_e C, Des Robert C, Robins A, Le Bacquer O, Volteau C, De la Cochetiere MF. Manipulation of citrulline availability in humans. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2007;293:G1061-7.
- Safdar A, Little, J. P., Stokl A. J, Hettinga B. P., Akhtar M., Tarnopolsky M. A., Exercise increases mitochondrial PGC-1alpha content and promotes nuclear-mitochondrial cross-talk to coordinate mitochondrial biogenesis. *J. Biol. Chem.* 2011, 286, 10605.
- Sirait, P. A., Abrori, C. & Suswati, E. Pengaruh Pemberian Jus Semangka terhadap Kelelahan Otot dan Delayed Onset Muscle Soreness setelah Latihan Beban. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan.* 1, 132-135 (2015).
- Suzuki, T., Morita, M., Kobayashi, Y. & Kamimura, A. Oral L-citrulline Supplementation Enhances Cycling Time Trial Performance in Healthy Trained Men: Double-Blind Randomized Placebo-Controlled 2-Way Crossover Study. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 13, 1-8 (2016).
- Takeda K, Machida M, Kohara A, et al. Effects of citrulline supplementation on fatigue and exercise performance in mice. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2011;57:246-250
- Urdampilleta A, Armentia I, Gómez-Zorita S, et al. L-fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla. *ArchMed Deport.* 2015;32:36-43
- Villareal MO, Matsukawa T, Isoda H. Citrulline Supplementation-Increased Skeletal Muscle PGC-1α Expression Is Associated with Exercise Performance and Increased Skeletal Muscle Weight. *Mol Nutr Food Res.* 2018 Jul; 62(14): 1701043.
- Wax, B., Kavazis, A. N. & Luckett, W. Effects of Supplemental Citrulline-Malate Ingestion on Blood Lactate, Cardiovascular Dynamics, and Resistance Exercise Performance in Trained Males. *J. Diet. Suppl.* 13, 269-282 (2015)