

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

### SUPLEMEN *CREATINE* SEBAGAI SOLUSI UNTUK PEMULIHAN

Hajar Danardono

FKIP UTP Surakarta

#### ABSTRAK

*Creatine* merupakan salah satu suplemen yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan/ bisa dikatakan sebagai cadangan energi siap pakai. *Creatine* berperan sebagai ergogenic paling efektif dari suplemen gizi yang tersedia untuk atlet dihal peningkatan kapasitas latihan intensitas tinggi dan massa tubuh tanpa lemak selama pelatihan, selain itu *creatine* juga berperand dalam meregenerasi *adenosin trifosfat (ATP)* secara cepat antara latihan intensitas tinggi. *Creatine* banyak digunakan dan diteliti dalam pengaturan klinis untuk menyelidiki berbagai patologi atau gangguan seperti miopati dan juga digunakan sebagai bantuan *ergogenic* untuk meningkatkan kesehatan dan kinerja olahraga pada atlet. Sebagai suplemen oral, yang paling banyak digunakan dan diteliti adalah *creatinemonohydrate (CM)*. CM telah ditunjukkan untuk meningkatkan kinerja olahraga dan meningkatkan massa bebas lemak.

#### LATAR BELAKANG

Pemulihan itu penting karena dapat mengembalikan kinerja seseorang setelah melakukan aktivitas fisik atau olahraga kembali seperti semula sebelum melakukan aktivitas fisik atau olahraga. Ilhamjaya (2000: 59) mengemukakan bahwa proses yang terjadi selama pemulihan dari suatu latihan fisik (*exercise*) sama pentingnya dengan proses selama latihan fisik itu sendiri. Pemulihan yang tidak sempurna antara satu latihan fisik dengan latihan fisik lainnya atau antara satu pertandingan dengan pertandingan lainnya pada akhirnya akan menurunkan kinerja fisik.

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

Agar kinerja fisik atlet atau olahragawan tidak menurun maka pemulihan perlu dipercepat. Proses pemulihan bisa dilakukan dengan berbagai cara antara lain macam-macam *recovery* seperti oksigen hiperbarik, *massage*, terapi es dan penggunaan suplemen. Penggunaan suplemen menjadi solusi yang tepat dan mudah, dengan mengonsumsi suplemen yang memiliki fungsi fisiologis dalam proses memulihkan tubuh disela-sela berolahraga atau melakukan aktivitas yang menguras fisik, sehingga dapat memperpanjang waktu kelelahan.

### KAJIAN TEORI

*Creatine* adalah salah satu suplemen yang secara efektif meningkatkan kekuatan otot dan *fat free mass* (Kusnanik, 2011: 204). Thomas (2007: 2) mendefinisikan *creatine* sebagai *ergogenic* paling efektif dari suplemen gizi yang tersedia untuk atlet dalam peningkatan kapasitas latihan intensitas tinggi dan massa tubuh tanpa lemak selama pelatihan. *Creatine* tidak hanya aman, tapi mungkin bermanfaat dalam hal mencegah cedera. Lebih lanjut Thomas (2007: 1) menyampaikan bahwa *creatine monohydrate* adalah yang paling efektif digunakan dalam suplemen gizi dalam hal penyerapan otot dan kemampuan untuk meningkatkan kapasitas latihan intensitas tinggi.

*Creatine* atau *methylguanidino acetic acid* yang paling banyak (94%) terkandung di dalam jaringan otot seperti otot skelet maupun jantung (Wyss 2000: 112). *Creatine* di produksi di dalam tubuh dalam jumlah sekitar 1-2 gram per hari (Volek, 2008: 1). Pada tubuh manusia, jaringan otot tidak mempunyai kemampuan untuk mensintesis *creatine*, jadi bahan dasar dari *creatine* harus di

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

ambil dari dalam darah yang berasal dari biosintesis dalam tubuh atau dari sumber makanan.

Sintesis *creatine* pada manusia utamanya berlangsung di dalam hati. Dari asam amino esensial yaitu *arginine* asam amino non esensial yaitu *glycine*, dan komponen *methyl* yaitu *S - adenosyl - methionine (SAM)* (Wyss, 2000: 111). Langkah pertama sintesis *creatine* dalam tubuh yaitu dengan merubah *arginine* dan *glycine* menjadi *L - ornithine* dan *Guanidinoacetic acid*, reaksi ini di katalisator oleh enzim *L-arginine:glycine amidinotransferase (AGAT)*. Lalu langkah selanjutnya adalah *guanidinoacetic acid* di metilasi oleh *S - adenosyl - methionine (SAM)* melalui enzim *S - adenosyl - L - methionine:N - guanidinoacetate methyltransferase (GAMT)* untuk mensekresi *creatine*, dari dalam hati, *creatine* dapat ditransport ke seluruh tubuh melalui aliran darah dan diambil oleh jaringan yang membutuhkan *creatine*, seperti otot skelet, jantung, dan otak.

Rata rata kandungan total *creatine* pada otot rangka manusia kurang lebih sebanyak 120 mmol/kg, dengan rentang normal antara 90 – 160 mmol/ kg (Volek, 2008). hal-hal yang mempengaruhi kadar *creatine* dalam otot terdiri dari berbagai faktor di antaranya asupan makanan sumber *creatine* seperti daging, tipe serabut otot, status kebugaran, umur, jenis kelamin dan faktor yang tidak diketahui lainnya. Tipe serabut otot pada jaringan otot rangka kemungkinan mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kadar *creatine* total dalam otot, serabut otot tipe II atau *fast twitch* mempunyai kandungan PCr lebih banyak daripada serabut otot tipe I atau *slow twitch* (Casey, 1996).

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

### 1) Fungsi *Phospocreatine* (PCr) dan *Creatine*

Otot merupakan jaringan utama dimana *creatine* disimpan, di perkirakan bahwa 60% *creatine* dalam otot disimpan dalam bentuk *phospocreatine* (PCr) (Casey,1996).*Creatine* dalam bentuk *Phospocreatine* sangat penting untuk membentuk kembali ATP yang telah habis apabila digunakan untuk melakukan aktifitas fisik dengan intensitas tinggi. Kapasitas depo *phospocreatine* dalam otot sangat terbatas, dan *phospocreatine* akan cepatberkurangapabila melakukan aktifitas dengan intensitas yang tinggi, dan akan mengakibatkan lambatnya pembentukan kembali dari ATP. Meningkatkan asupan *creatine* dengan makanan dapat memperlambat habisnya *phospocreatine* di dalam otot (Casey,1996: 31) dan akan berakibatnya cepatnya pembentukan kembali ATP untuk mencegah kelelahan pada saat beraktifitas dengan jangka waktu yang pendek (Bogdanis, 1996).

Fungsi lainnya dari PCr adalah sebagai sumber energi *phospate* tinggi pada intramuskular dan berputar pada mitokondria di sel otot dan *myosin cross bridge* yang berfungsi untuk kontraksi otot (Mc ardle, 2005). Kontraksi otot terjadi ketika 2 filamen menyentuh satu sama dan *sliding*, filamen tebal yang terdapat protein *myosin* dan molekul energi ATP dan filamen tipis yang mengandung protein aktin. Pergeseran antara filamen memerlukan sumber energi dari hidrolisis ATP yang dikatalisasi oleh *myosin ATPase*, yang memproduksi gaya, ADP, Pi. Untuk mencegah akumulasi ADP yang berlebihan dan dapat berpotensi mengurangi kemampuan kontraksi otot, maka

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

ADP akan di fosforilasi kembali melalui reaksi oleh *Creatine Kinase* dengan menggunakan PCr sebagai bahannya (Ogut, 2003: 54).

Selanjutnya *Creatine* berfungsi dalam meregenerasi *adenosin trifosfat* (ATP) secara cepat antara latihan intensitas tinggi (Cooper, 2012: 9). Lebih lanjut Cooper (2012: 9) mengemukakan *Creatine* digunakan dan diteliti dalam pengaturan klinis untuk menyelidiki berbagai patologi atau gangguan seperti miopati dan juga digunakan sebagai bantuan *ergogenic* untuk meningkatkan kesehatan dan kinerja olahraga pada atlet. Sebagai suplemen oral, yang paling banyak digunakan dan diteliti adalah *creatinemonohydrate* (CM). CM telah ditunjukkan untuk meningkatkan kinerja olahraga dan meningkatkan massa bebas lemak.

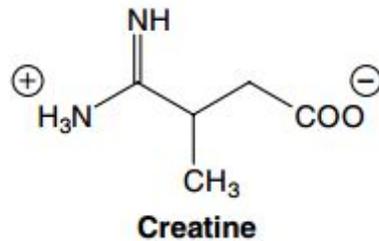
Penambahan nutrisi ini telah terbukti meningkatkan retensi otot, beberapa penyelidikan baru-baru ini telah melaporkan bahwa suplemen CM efektif untuk meningkatkan kekuatan otot dan daya tahan atau kinerja *aerobic* (Thomas, 2007: 1). Lebih lanjut Thomas (2007: 1) mengungkapkan pengaruh suplementasi CM pada kinerja latihan dan pelatihan adaptasi tampaknya menjadi suplemen gizi yang paling efektif saat ini, dalam hal meningkatkan kapasitas anaerobik. Sampai saat ini, beberapa ratus studi penelitian *peer-review* telah dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas suplemen CM dalam meningkatkan kinerja latihan. Hampir 70% dari studi ini telah melaporkan peningkatan yang signifikan dalam kapasitas latihan. Akhirnya, penelitian masa depan *creatine* terlihat cerah sehubungan dengan bidang mekanisme

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

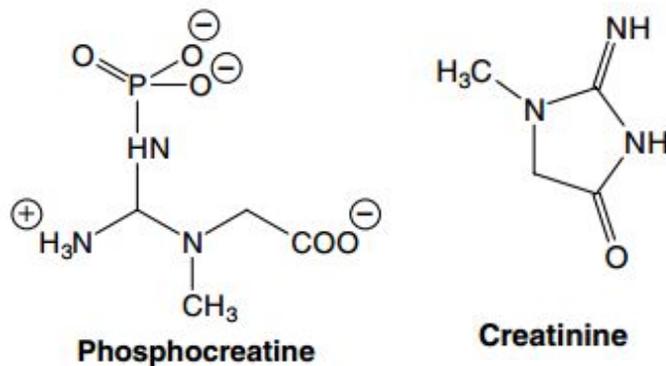
(Hajar Danardono)

transportasi, meningkatkan retensi otot, serta pengobatan berbagai penyakit klinis melalui suplemen.

### 2) Struktur Kimia *Creatine*



Gambar 2.7.  
Struktur Kimia *Creatine* (Persky, 2003: 560)



Gambar 2.8.  
Struktur Kimia *Phosphocreatine* dan *Creatinine* (Persky, 2003: 560).

### 3) Sifat *Creatine*

*Creatine* diproduksi secara endogen pada jumlah sekitar 1g/d. Sintesis terutama terjadi di hati, ginjal, dan pada tingkat lebih rendah di pankreas. *Creatine* tersedia untuk tubuh diperoleh melalui diet sekitar 1g/d untuk diet omnivora 95% dari toko tubuh *creatine* ditemukan dalam rangka otot dan 5% sisanya didistribusikan di otak, hati, ginjal, dan testis (Cooper, 2012: 9).

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

Lebih lanjut Cooper (2012: 10) mengemukakan bahwa suplemen *creatine* diminum secara oral masuk dalam tubuh kemudian diangkut ke dalam sel secara eksklusif oleh *Crea T1*. Namun, ada *creatine* transporter lain yaitu *Crea T2*. Penyerapan *creatine* diatur oleh berbagai mekanisme, yaitu fosforilasi dan glikosilasi serta tingkat intraselular dan ekstraseluler *creatine*. *Crea T1* terbukti sangat sensitif terhadap tingkat intraselular dan ekstraseluler yang khusus diaktifkan bila jumlah konten *creatine* dalam sel menurun. *Crea T1* juga memainkan peran penting dalam transportasi sistem *fosfat* dari mitokondria ke *sitosol*.

#### 4) Fisiologi *Creatine*

Suplementasi *creatine* telah terbukti dapat meningkatkan kekuatan, masa bebas lemak, dan morfologi otot. *Creatine* bermanfaat pada latihan yang berintensitas tinggi (*sprint*) dan pelatihan daya tahan (Cooper, 2012: 11). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa suplementasi *creatine* (Cr) secara signifikan dapat meningkatkan kekuatan, tenaga, performa lari, dan otot mampu bekerja selama beberapa set dengan kontraksi maksimal pada banyak atlet profesional dan amatir seperti pemain sepak bola (Atashak, 2012).

*Creatine* telah menjadi salah satu yang paling ekstensif dipelajari dan divalidasi secara ilmiah sebagai *ergogenic* untuk atlet. Berbicara biokimia, energi yang disediakan untuk *dephosphorylate adenosin difosfat* (ADP) ke *adenosine trifosfat* (ATP) selama dan setelah *intens* latihan sebagian besar tergantung pada jumlah *phosphocreatine* (PCr) yang tersimpan dalam otot.

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

Sebagai toko PCr menjadi habis selama *intens* latihan, ketersediaan energi berkurang karena ketidakmampuan untuk *resynthesize* ATP ditingkat yang diperlukan untuk dipertahankan dalam latihan intensitas tinggi. Akibatnya, kemampuan untuk mempertahankan latihan menurun. Selanjutnya, telah dihipotesiskan bahwa peningkatan otot melalui suplementasi *creatine*, meningkatkan ketersediaan PCr yang memungkinkan untuk dipercepat tingkat *resynthesis* ATP selama dan setelah latihan intensitas tinggi durasi pendek (Thomas, 2007: 2).

Secara teoretis, suplementasi *creatine* selama latihan dapat menyebabkan adaptasi latihan yang lebih besar. Hal ini didukung oleh pendapat Thomas (2007: 5) yang menyatakan bahwa banyak atlet dan para ahli di lapangan telah melaporkan bahwa suplementasi *creatine* bermanfaat untuk kinerja fisik tidak hanya itu saja namun juga bermanfaat dalam berbagai kondisi medis dan secara klinis aman.

### 5) Suplementasi *Creatine* dan Kadarnya Dalam Otot

Suplementasi *creatine* pada suatu periode waktu selama beberapa hari akan menambahkan kadar *creatine* dalam otot, dan peningkatan kadar *creatine* dalam otot umumnya diartikan akan meningkatkan performa fisik. (Volek, 2008: 1). Metode umum yang sering digunakan untuk meningkatkan kadar *creatine* dalam otot adalah mengonsumsi dengan dosis sebanyak 5 gram setiap 3-4 jam/hari selama 3-7 hari. Dosis *creatine* seperti ini memang lebih tinggi dari diet normal *creatine* per harinya dan metode seperti ini disebut *creatine loading*.

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

Mengonsumsi *creatine* sebanyak 3 gram perhari selama 28 hari menghasilkan peningkatan yang sama pada kadar *creatine* dalam otot apabila dikomparasikan dengan asupan *creatine* sebanyak 20 gram per hari selama 6 hari lalu di lanjutkan dengan dosis rendah sebanyak 2 gram selama 28 hari. Penyimpanan *creatine* dalam otot dapat ditingkatkan dengan cara mudah dan cepat dengan mengonsumsi *creatine* sebanyak 20 gram per hari selama 6 hari atau dengan cara lambat mengonsumsi 3 gram per hari selama 4 minggu. Mengonsumsi *creatine* kurang dari 3 gram perhari tidak akan meningkatkan ambilan *creatine* pada otot (Hultman,1996: 232).

Apabila suplementasi tidak dilanjutkan setelah fase *loading*, kandungan *creatine* dalam otot akan tetap ada dan menurun kadarnya secara lambat sampai 4-6 minggu setelah fase *loading*, maka dari itu *maintenance* dari asupan *creatine* dalam dosis yang rendah tetap perlu dilakukan apabila ingin tetap menjaga kandungan *creatine* dalam otot tetap tinggi yaitu sebanyak 2-3 gram per hari setelah fase *loading*. Faktor lainnya yang mungkin mempengaruhi dosis *creatine* pada fase *maintenance* adalah komposisi diet nutrisi setiap harinya, pola kebiasaan mengonsumsi *creatine*, tipe serabut otot, jenis kelamin, umur dan konsentrasi *creatine* pada otot sebelumnya. Peningkatan simpanan *creatine* pada otot juga berkorelasi positif dengan peningkatan performa fisik (Casey, 1996: 33).

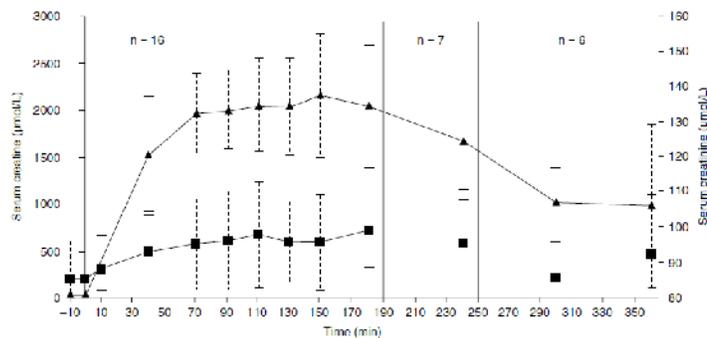
Pemberian *creatine* fase *loading* yang banyak beredar di masyarakat adalah 20 gram/hari. Pada kajian literatur dosis yang di rekomendasikan sebesar 0,3 gram/ Kg BB/ hari. Pemberian 20 gram/hari adalah kesimpulan

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

dari pemakaian pada subjek yang mempunyai berat badan 70 Kg untuk fase *maintanance* dapat dilanjutkan dengan dosis 0,07 gram/Kg BB/ hari (Persky,2003: 562).

Pemberian fase *loading* disarankan untuk memberikan dalam 4 kali pemberian dengan waktu 4 jam sekali. Ini sesuai dengan farmakokinetik dari *creatine* yang akan meningkat dan mencapai kadar puncak 2,5 jam setelah pemberian *creatine*, dan akan menurun kembali kebatas normal 4 jam setelah pemberian.



Gambar 2.9.  
Peningkatan Plasma *Creatine* dalam Waktu dengan Pemakaian Sekali Dosis Sebanyak 4 Gr (Persky,2003: 562)

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa suplemen *creatine* dalam jumlah 0,1 g/kg berat badan dikombinasikan dengan latihan ketahanan meningkatkan pelatihan adaptasi pada tingkat sel dan sub-seluler (Cooper, 2012). Sedangkan Thomas (2007: 1) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa mengkonsumsi 0,3 gram/ Kg BB/hari *creatine monohydrate* untuk setidaknya 3 hari diikuti oleh 3-5 gram/ hari merupakan metode tercepat untuk meningkatkan keratin otot. Penelitian telah menunjukkan peningkatan

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

10-40% di *creatine* otot dan *phosphocreatine* (PCr) menggunakan protocol ini. Setelah itu untuk menjaga toko ditinggikan, menelan lebih kecil jumlah *creatine monohydrate* (misalnya, 2-3 gram/ hari) akan meningkatkan toko *creatine* otot selama periode 3-4 minggu.

### 6) Efek Samping Penggunaan *Creatine*

Efek samping penggunaan *creatine* adalah dehidrasi, kram, ginjal dan kerusakan hati, cedera pada *musculo skeletal*, gangguan pencernaan, dan anterior (kaki) (Thomas, 2007: 4).

## PEMBAHASAN

Dari kajian literatur yang dilakukan oleh penulis, *creatine* lebih dapat meningkatkan performa pada durasi yang pendek, predominan anaerobik dan dilakukan secara berulang ulang (Bazzucchi, 2009). Asupan *creatine* mempunyai efek yang paling dominan apabila dilakukan dengan durasi yang pendek (kurang dari 30 detik), dengan intensitas yang tinggi dan dilakukan secara berulang ulang (Branch, 2003).

*Creatine* dalam bentuk *phosphocreatine* sangat penting untuk membentuk kembali ATP yang telah habis apabila digunakan untuk melakukan aktifitas fisik dengan intensitas tinggi. Kapasitas depo *phosphocreatine* dalam otot sangat terbatas, dan *phosphocreatine* akan cepat berkurang apabila melakukan aktifitas dengan intensitas yang tinggi, dan akan mengakibatkan lambatnya pembentukan kembali dari ATP.

Pada otot skelet, molekul laktat dibentuk di sarkoplasma di sel dengan pemecahan asam piruvat. Reaksi ini dikatalisasi oleh enzim laktat dehidrogenase

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

(LDH) (Garrett, 1999). Piruvat diketahui berasal dari fase pertama dari proses glikolisis, ketika 6 rantai carbon dari gula (glukosa, fruktosa, dan lain lain) dikatabolisis menjadi 2 hingga 3 rantai karbon piruvat. Lebih lanjut, menurut kajian literatur ada beberapa fakta pembentukan kadar asam laktat akibat piruvat (Devries, 1994). Menurut kajian literatur, yang paling sering pada metabolisme di otot adalah (1) piruvat masuk kedalam mitokondria untuk di katabolisis di siklus Krebs atau (2) piruvat dikonsversikan ke laktat (Mcardle, 2006). Pada saat latihan, fakta-fakta ini sangat dipengaruhi oleh intensitas latihan. Pada saat latihan dengan intensitas rendah ke médium, adanya cukup oksigen akan memicu katabolisis piruvat di mitokondria, maka dari itu, kadar asam laktat relatif rendah dan stabil. Namun, pada saat melakukan latihan dengan intensitas yang sedang ke tinggi, ketika kebutuhan energi melebihi transportasi O<sub>2</sub> yang dilakukan. Maka kadar Creatine akan mengalami penurunan untuk memenuhi pecahan ADP yang digunakan sebagai sumber energi ATP melalui reaksi *creatine kinase* (CK).

Dari kajian teori yang dilakukan oleh penulis, ada sumber yang melakukan kajian dengan metode relative effect (Jefrey, 2008) dengan mengkaji 35 artikel yang membahas tentang pengaruh *creatine* terhadap laktat, yang menyatakan bahwa tidak ada efek yang signifikan terhadap penurunan kadar asam laktat akibat dari *creatine*.

Penelitian yang dilakukan oleh stroud, yang melakukan eksperimen pemberian *creatine* terhadap 8 sampel pria dengan perlakuan berupa aktivitas lari submaksimal sampai dengan maksimal menyatakan bahwa tidak ada efek signifikan akibat pemberian *creatine* terhadap kadar asam laktat dalam darah dan

## **Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan**

**(Hajar Danardono)**

pertukaran gas ( $VO_2/VCO_2$ ) sampai dengan 15 menit pemulihan pasca aktivitas (Stroud, 1994). Pemberian *creatine* tidak memberikan efek pada aktivitas yang bersifat submaksimal (Balsom, 1993). Pernyataan ini didukung beberapa bukti dari penelitian terdahulu dengan uji eksperimen pada hewan coba yang menyatakan bahwa, tidak ada hubungan fungsional antara resistensi ATP dan *creatine kinase* (CK) pada mitokondria. Artinya, *creatine* bukanlah regulator untuk utilisasi energi pada saat melakukan aktivitas sub maksimal (Meyer, 1986). Disisi lain, Meyer menyatakan bahwa energi yang dihasilkan akan jauh lebih besar sebanding dengan kesediaan *creatine* dalam tubuh. Terdapat kemungkinan adanya hubungan besaran pemberian *creatine*, yang bisa tergantung dengan besaran dosis selama satu hari atau lamanya pemberian dosis selama beberapa minggu kemungkinan akan menimbulkan hasil yang berbeda. Perlu penelitian lebih lanjut untuk membuktikan hal tersebut.

### **KESIMPULAN**

Olahragawan sebaiknya menggunakan takaran/dosis yang pas karena penggunaan suplemen dikalangan olahragawan masih banyak dosis yang disamakan atau suplemen tersebut seringkali digunakan oleh olahragawan belum memperhatikan dosis dan waktu pemberian misal menggunakan creatine 1 sendok untuk semua atlet dengan berat badan dan tinggi badan yang berbeda beda, untuk itu gunakan aturan dosis dan cara pemakaian sebagai berikut. 0,3 gr/kgBB/hari untuk penggunaan creatine dengan titik puncak energi/peningkatan menjadi energi 2,5 jam setelah diminum secara oral. Dengan dosis yang tepat diharapkan akan memberikan manfaat yang tepat.

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

### Daftar Pustaka

- Adam, M. Persky., Gayle, A. Brazeau.,&G. Unther, Hochhaus. (2003). Pharmacokinetics of the dietary supplement creatine.*Review article, Department of Pharmacy Practice and Pharmaceutics*, 42(6), 557-574.
- Balsom, PD., Harridge, SDR., and Soderlund, K, et al., (1993). Creatine supplementation per se does not enhance endurance exercise performance. *Acta Physio Scand*, 149(1), 521-530.
- Casey, A., Constantin-Teodosiu, D., Howell, S.,Hultman, E., Greenhaff, PL. (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in human. *American Journal of Physiology*,271, E31 – E37.
- Cooper, R., Fernando,Naclerio., Judith, allgrove.,& Alfonso, Jimenez. (2012). Review: Creatine supplementation with specific view to exercise or sports performance:an update. *Journal of TheInternational Society of Sports Nutrition*, 9(1), 33.
- Hultman, E., Soderlund, K.,Timmons,JA., Cederblag, G., &Greenhaff, PL., (1996). Muscle creatine loading in men. *Journal Applied Physiology*,81(1), 232-237.
- Ilhamjaya, Patellongi. (2000). *Fisiologi olahraga*. Makasar: Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin.
- Kusnanik, N. W., Nasution, J., & Hartono, S. (2011). *Dasar-dasar fisiologi olahraga*. Unesa: Unesa University Press.
- Mayer, RA., Brown, TR., & Krilowicz, BL, et al., (1986). Phosphagen and intracellular ph changes during contraction of creatine-depeated rat muscle. *Am Journal Physiology*, 250, C 264-274.
- Melvin, H. Williams. (2004). Dietary supplements and sports performance: introduction and vitamins. *Journal of TheInternational Society of Sports Nutrition*, 1(2), 1550-2783.
- Melvin, H. Williams. (2005). Dietary supplements and sports performance: amino acids. *Journal of TheInternational Society of Sports Nutrition*, 2(2), 63-67.
- Ogut, O., & Brozovich, FV. (2003). Creatine phospate consumption and the actomyosin crossbridge cycle in cardiac muscles. *Circulation Research*, 93(1), 54-60. doi: 10.1161/01.RES.0000080536.06932.E3. Diperoleh dari<http://circres.ahajournals.org/> by guest on July 22, 2017.

## Suplemen Creatine Sebagai Solusi Untuk Pemulihan

(Hajar Danardono)

- Robert, Cooper., Fernando, Naclerio., Judith, Allgrove., & Alfonso, Jimenez. (2012). Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. *Journal of The International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 33.
- S. Atashaka, A. Jafarib. (2011). Effect of short-term creatine monohydrate supplementation on indirect markers of cellular damage in young soccer players. *Original Article, Department of Physical Education and Sports Sciences. Received 14 September 2010: Accepted 1st June 2011. Available online 23 July 2011*
- Stround, M., Holliman, D., & Green, A, et al., (1994). Effect of oral creatine supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental treadmill exercise and recovery in man. *Clin Sci*, 87(4), 707-710.
- Thomas, W., Richard, B. Kreider., Jeffrey, R. S., Mike, G., Bill, C., Marie, S., Tim, Ziegenfuss., Hector, L., Jamie, L., & Jose, A. (2007). International society of sports nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of The International Society of Sports Nutrition*, 4(6), 89-94.
- Volek, Jeff, S., Ballard, K., & Forsythe, C. (2008). Overview of creatine metabolism. *Essentials of Creatine in Sports and Health*. Humana Press Inc, Totowa, Nj PP 1-23.
- Wyss, M., & Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. *Physiological Reviews*, 80(3), 1107-1213.