



Perbedaan Pemilihan Waktu *Cold Water Immersion* terhadap Timbulnya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah Latihan Submaksimal

Wilson Arpin^a, Dhoni Akbar Ghozali^b, Yunia Hastami^c, Selfi Handayani^{d*}

^{a,b,c,d}Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir Sutami No. 36A, Surakarta, Indonesia

Correspondence: wilsonarpin09@gmail.com

Received: 13 Januari 2020 Accepted: 27 April 2020 Published: 29 April 2020

Abstract

This study aims to knowing the differences in effectiveness of the timing cold water immersion against the onset of delayed onset muscle soreness after submaximal exercise. This research is an experimental study with posttest-only with control group design. The pain of delayed onset muscle soreness measured by Visual Analog Scale. The subjects were 30 samples, which split into 3 groups. Data analysis to determine the result of this study used the one way ANOVA with α determined at 0.05. The result of this study indicate that there are significant differences in each group, the group that received the immersion had a lower pain scale than the control group, also the group that was treated 1 hour after exercise showed better results than the 4 hours, CWI after 1 hour after exercise can inhibit migration of neutrophils which are the main cells of secondary damage that will induce pain. The conclusion of this study is cold water immersion after 1 hour after exercise is better than the 4 hours.

Keywords: cold water immersion; timing; delayed onset muscle soreness

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan efektivitas dari pemilihan waktu perendaman air dingin terhadap timbulnya *delayed onset muscle soreness* setelah latihan submaksimal. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan *posttest-only with control group design*. Nyeri dari *delayed onset muscle soreness* diukur menggunakan *Visual Analog Scale*. Jumlah subyek adalah 30 orang yang dibagi menjadi 3 kelompok. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah *one way ANOVA*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari ketiga kelompok. Kelompok yang mendapatkan perendaman menunjukkan skala nyeri yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok yang mendapatkan perendaman setelah 1 jam menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan 4 jam karena perendaman setelah 1 jam setelah latihan dapat menghambat migrasi neutrofil yang berperan dalam kerusakan sekunder yang menginduksi rasa nyeri. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perendaman air dingin setelah 1 jam setelah latihan lebih baik dibandingkan perendaman setelah 4 jam.

Katakunci: perendaman air dingin; pemilihan waktu; *delayed onset muscle soreness*

1. Pendahuluan

Rasa nyeri yang timbul setelah latihan dapat dikaitkan dengan beberapa alasan, salah satunya akibat dari proses inflamasi. Inflamasi melibatkan sel-sel radang seperti neutrofil dan makrofag (Peake,

Roberts, *et al.*, 2017), di mana sel-sel tersebut jumlahnya akan meningkat pada waktu tertentu, Neutrofil jumlahnya akan meningkat setelah 45 menit hingga 1 jam dan makrofag jumlahnya akan meningkat setelah 4 hingga 24 jam setelah terjadi kerusakan otot. Sel radang ini akan menyebabkan kerusakan otot dan menginduksi rasa nyeri (Peake, Neubauer, *et al.*, 2017). Rasa nyeri tersebut dirasakan saat latihan dan dalam beberapa kasus terdapat rasa nyeri yang timbul setelah 8-24 jam setelah latihan, memuncak pada 24 hingga 48 jam setelah latihan. Rasa nyeri yang timbul setelah latihan ini disebut sebagai *delayed onset muscle soreness* (DOMS) (Cleaik and Eston, 1992; Nosaka and Clarkson, 1996; Connolly, Sayers and McHugh, 2003; Contrò, Mancuso and Proia, 2016). DOMS yang dirasakan akan mengurangi ruang gerak sendi akibat dari kekakuan dan nyeri pada otot saat digerakkan (Cheung, Hume and Maxwell, 2003).

DOMS akan menurunkan performa dan kualitas atlet saat menjalani program latihan (Barnett A, 2006). Mereka sering kali mendapatkan latihan yang berat dengan istirahat yang minimal, sehingga tidak mendapatkan waktu pemulihan otot yang adekuat dan akan menyebabkan peningkatan kerusakan otot. Maka dari itu, sangat dibutuhkan terapi yang dapat mempercepat proses pemulihan otot untuk menjaga performa para atlet (King and Duffield, 2009). Pemulihan yang adekuat dapat mengembalikan fungsi otot dengan optimal sehingga atlet dapat menjalankan latihan secara maksimal. Saat ini, sudah ditemukan berbagai cara untuk mempercepat proses pemulihan, seperti *Kinesiology Taping* (Adler *et al.*, 2016), perendaman air dingin/*cold water immersion* (CWI) (Stephens *et al.*, 2017), dan lain lain.

CWI setelah latihan dapat menurunkan rasa nyeri yang umumnya dialami beberapa jam atau hari setelah berolahraga karena suhu dingin dapat menghambat sensitasi rasa nyeri (Herrera *et al.*, 2011). Suhu dingin juga dapat berfungsi sebagai anti-inflamasi sehingga dapat mengurangi induksi rangsangan yang menyebabkan kerusakan pada otot dan mengurangi edema lokal. Oleh karena itu, CWI dapat digunakan sebagai terapi pemulihan untuk mengembalikan keadaan otot seperti semula dan optimal (Puntel, *et al.*, 2011).

Menurut Versey *et al.*, semakin cepat dilakukan CWI maka pemulihan otot akan semakin cepat. Namun, sampai saat ini belum ada protokol yang secara jelas membahas mengenai pemilihan waktu yang tepat untuk memulai CWI (Stephens *et al.*, 2017). Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui waktu yang tepat untuk memulai CWI dengan menghubungkan waktu akumulasi sel radang di jaringan otot dengan pemilihan waktu CWI yang dapat mengurangi DOMS secara maksimal.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan pendekatan *posttest only control group design*. Subjek penelitian berjumlah 30 orang dan terbagi dalam 3 kelompok, terdapat 10 orang tiap kelompok, yaitu kelompok intervensi CWI setelah 1 jam setelah latihan (A-1 jam), kelompok intervensi CWI setelah 4 jam setelah latihan (B-4 jam), dan kelompok kontrol (K). Alat yang digunakan adalah *Polar Strap Chest* dan *Polar Watch* (4 set), metronom (1 buah), pijakan setinggi 40 cm, wadah perendaman, air, es, dan *thermometer*.

Sebelum dilakukan CWI, setiap subjek akan melakukan latihan submaksimal, latihan yang digunakan pada penelitian ini adalah *steptest*. Setiap subjek yang akan melakukan *steptest* akan dipasang Polar untuk diukur denyut jantungnya. Setelah denyut jantung mencapai submaksimal, latihan dihentikan. Kemudian kelompok yang mendapat perlakuan, selain kelompok kontrol, akan dilakukan perendaman selama 10 menit dengan suhu 14°C dan perendaman hingga spina iliaca anterior superior responden. Perendaman untuk kelompok A, akan dilakukan perendaman setelah 1 jam setelah latihan, sedangkan untuk kelompok B akan dilakukan perendaman setelah 4 jam setelah latihan. DOMS pada

seluruh subyek akan diukur dengan menggunakan VAS. Variabel numerik skor VAS dari tiap kelompok dianalisis menggunakan uji *one way* ANOVA dengan perangkat lunak *SPSS 26 for Windows*.

3. Hasil

Tabel 1. Rata-Rata dan Standar Deviasi Nilai Pengukuran DOMS Menggunakan VAS

Kelompok	N	Mean	Standar Deviasi	P	α
Kelompok Kontrol	10	5.93	1.49		
Kelompok A-1 jam	10	2.08	1.00	0.00	0.05
Kelompok B-4 Jam	10	4.53	1.77		

Dari penelitian didapatkan rata-rata nilai pengukuran DOMS menggunakan VAS untuk kelompok kontrol sebesar 5.93 ± 1.49 , untuk kelompok A-1 jam sebesar 2.08 ± 1.00 , dan untuk kelompok B-4 jam sebesar 4.53 ± 1.77 (Tabel 1). Terdapat perbedaan yang signifikan pada ketiga kelompok, yaitu kelompok kontrol, A-1 jam dan B-4 jam ($P < 0.05$). Oleh karena itu dilakukan uji *post hoc* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok tersebut.

Tabel 2. Hasil Uji *Post Hoc* antara Kelompok Kontrol, Kelompok A-1 Jam, dan Kelompok B-4 Jam

Kelompok	P	α
Kelompok Kontrol dengan Kelompok A-1 Jam	0.00	
Kelompok Kontrol dengan Kelompok B-4 Jam	0.04	Berbeda Signifikan
Kelompok A-1 Jam dengan Kelompok B-4 Jam	0.00	

Dari hasil uji *post hoc* didapatkan perbedaan yang signifikan di antara ketiga pasangan kelompok tersebut, baik antara kelompok kontrol dengan kelompok A-1 Jam, kelompok kontrol dengan kelompok B-4 Jam, maupun kelompok A-1 Jam dengan kelompok B-4 Jam (Tabel2).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari ketiga kelompok. Kelompok yang mendapatkan perendaman menunjukkan skala nyeri yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok yang mendapatkan perendaman setelah 1 jam menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan 4 jam.

4. Pembahasan

DOMS digambarkan sebagai suatu sensasi rasa nyeri yang dirasakan 8 hingga 24 jam setelah latihan (Connolly, Sayers and McHugh, 2003). DOMS menyebabkan rasa tidak nyaman pada lokasi cedera, edema dan penurunan fungsi otot (Nakhostin-Roohi *et al.*, 2016; Winke and Williamson, 2018; Mizuno *et al.*, 2016). DOMS biasanya muncul setelah seseorang menjalankan latihan, terutama latihan yang menyebabkan kontraksi eksentrik pada otot (Howatson and Milak, 2009; Mizumura and Taguchi, 2016). Latihan tersebut akan menyebabkan kerusakan mikro pada otot dan akan melepaskan mediator inflamasi, seperti histamin dan prostaglandin ((Bendtsen *et al.*, 2016). Mediator inflamasi tersebut akan menstimulasi saraf nosiseptor sehingga akan timbul rasa nyeri (Veqar, 2013). Selain itu, banyak bukti menunjukkan bahwa pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) juga terlibat dalam kerusakan otot pasca latihan (Retamoso *et al.*, 2016), yang akan mempengaruhi perfusi terhadap jaringan otot (Zhou *et al.*, 2018), sehingga akan terjadi peningkatan *oxidative stress* akibat proses inflamasi (Fatouros and Jamurtas, 2016).

Adanya perbedaan yang signifikan pada kelompok kontrol dengan kelompok yang diberi perendaman air dingin. Pemulihan menggunakan CWI dapat mengembalikan performa seseorang setelah latihan yang dapat menimbulkan DOMS (Vaile *et al.*, 2008). CWI setelah latihan dapat menurunkan rasa nyeri yang umumnya dialami beberapa jam atau hari setelah berolahraga karena suhu dingin dapat menghambat sensitasi rasa nyeri (Herrera *et al.*, 2011), tetapi fungsi analgesik pada CWI hanya bertahan 1-3 jam setelah perendaman (Amir, Hashim and Saha, 2017). Suhu dingin juga dapat berfungsi sebagai anti-inflamasi dengan cara menghambat aktivasi dari leukosit sehingga dapat mengurangi kerusakan sekunder pada otot dan mengurangi edema lokal (Puntel *et al.*, 2011). Selain itu, CWI dapat menurunkan kadar metabolik intramuskular dan menurunkan aliran darah untuk mengurangi kerusakan sekunder akibat hypoxia (Ihsan, Watson and Abbiss, 2016; Silva *et al.*, 2017; Tipton *et al.*, 2017), meningkatkannya termoregulasi tubuh (Bowes *et al.*, 2016), dan meningkatkan angiogenesis melalui ekspresi gen VEGF sebagai respon terhadap *oxidative stress* (Joo *et al.*, 2016). Atlet yang telah melakukan CWI menunjukkan pemulihan yang baik didukung dengan kadar *lactate dehydrogenase* (LDH) yang rendah karena LDH akan membentuk asam laktat yang kemudian akan memperberat kerusakan otot (Fonseca *et al.*, 2016). Oleh karena itu, CWI dapat digunakan sebagai terapi pemulihan untuk mengembalikan keadaan otot dalam kondisi yang optimal (Puntel *et al.*, 2011).

Kemudian, adanya perbedaan yang signifikan pula pada kelompok A-1 Jam dan kelompok B-4 Jam. Perlu diketahui belum adanya protokol yang pasti untuk menentukan *timing* dilakukannya CWI ini (Stephens *et al.*, 2017). Oleh karena itu peneliti menentukan waktu dimulainya atau *timing* dilakukannya CWI berdasarkan onset meningkatnya neutrofil dan makrofag karena CWI telah terbukti dapat menurunkan reaksi inflamasi pada lokasi tempat terjadinya kerusakan otot, salah satunya dengan cara menghambat migrasi sel radang menuju sel otot yang rusak (Wilcock, Cronin and Hing, 2006). Menurut teori yang ada, kerusakan pada sel otot akan menginduksi proses inflamasi di mana akan melibatkan aktivitas dari sel darah putih, seperti neutrofil dan makrofag, menuju jaringan otot yang rusak. Neutrofil jumlahnya akan meningkat setelah 45 menit hingga 1 jam dan makrofag jumlahnya akan meningkat setelah 4 jam setelah terjadi kerusakan otot. Sel radang ini akan memperberat kerusakan otot dan menginduksi rasa nyeri (Peake, Neubauer, *et al.*, 2017)).

Namun, neutrofil dan makrofag memiliki mekanisme yang berbeda dalam menyebabkan kerusakan sekunder pada otot. Neutrofil dapat menyebabkan kerusakan secara langsung melalui reaksi oksidasi atau pembentukan ROS, sedangkan makrofag tidak dapat menyebabkan kerusakan secara langsung melainkan melalui interaksi dengan neutrofil melalui sitokin-sitokin proinflamasi yang dikeluarkan oleh neutrofil (Butterfield, Best and Merrick, 2006). Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa kerusakan sekunder pada otot disebabkan terutama oleh neutrofil dan dibantu oleh makrofag.

Dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa dilakukannya CWI setelah 1 jam setelah latihan lebih baik daripada CWI setelah 4 jam setelah latihan karena CWI setelah 1 jam setelah latihan dapat menghambat migrasi dari neutrofil yang merupakan sel utama dari penyebab kerusakan sekunder yang akan menginduksi rasa nyeri dan meningkatkan DOMS. Selain itu, adanya keterbatasan dalam penelitian ini terutama dalam pengukuran jumlah neutrofil dan makrofag yang diasumsikan sebagai sel utama yang menyebabkan timbulnya DOMS.

5. Simpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat perbedaan efektivitas pemilihan waktu atau *timing* CWI terhadap timbulnya DOMS setelah latihan submaksimal. Kelompok yang mendapatkan perendaman menunjukkan skala nyeri yang lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok yang mendapatkan perendaman setelah 1 jam menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan 4 jam. Oleh karena itu, dapat disimpulkan pemilihan waktu dimulainya CWI lebih baik setelah 1 jam setelah latihan dibandingkan setelah 4 jam setelah latihan, selama 10 menit dengan suhu 14°C.

Rekomendasi yang dapat peneliti berikan adalah perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terkait waktu pemilihan/*timing* CWI yang berbeda-beda dan dengan pemberian marker yang lain, seperti penghitungan jumlah leukosit. Perlu juga untuk diteliti variabel lain yang akan mempengaruhi efektivitas CWI terhadap DOMS, seperti usia, status gizi, massa otot, dan *somatotype*.

Daftar Pustaka:

- Adler, G. *et al.* (2016) 'The Analgesic Efficacy of Kinesiology Taping in Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)', *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. doi: 10.18276/cej.2016.1-07.
- Amir, N. H., Hashim, H. A. and Saha, S. (2017) 'The effect of single bout of 15 minutes of 15-degree celsius cold water immersion on delayed-onset muscle soreness indicators', in *IFMBE Proceedings*. doi: 10.1007/978-981-10-3737-5_10.
- Barnett A (2006) 'Using recovery modalities between training sessions in elite athletes', *Sports medicine*.
- Bendtsen, L. *et al.* (2016) 'Muscles and their role in episodic tension-type headache: Implications for treatment', *European Journal of Pain (United Kingdom)*. doi: 10.1002/ejp.748.
- Bowes, H. *et al.* (2016) 'Swim performance and thermoregulatory effects of wearing clothing in a simulated cold-water survival situation', *European Journal of Applied Physiology*. doi: 10.1007/s00421-015-3306-6.
- Butterfield, T. A., Best, T. M. and Merrick, M. A. (2006) 'The dual roles of neutrophils and macrophages in inflammation: A critical balance between tissue damage and repair', *Journal of Athletic Training*. doi: 10.1016/s0162-0908(08)79217-1.
- Cheung, K., Hume, P. A. and Maxwell, L. (2003) 'Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors', *Sports Medicine*. doi: 10.2165/00007256-200333020-00005.
- Cleak, M. J. and Eston, R. G. (1992) 'Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise', *British Journal of Sports Medicine*. doi: 10.1136/bjism.26.4.267.
- Connolly, D. A. J., Sayers, S. P. and McHugh, M. P. (2003) 'Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness', *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0197:TAPODO>2.0.CO;2.
- Contrò, V., Mancuso, E. and Proia, P. (2016) 'Delayed onset muscle soreness (DOMS) management: present state of the art', *TRENDS IN SPORT SCIENCE*.
- Fatouros, I. G. and Jamurtas, A. Z. (2016) 'Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: Opportunities for optimizing performance', *Journal of Inflammation Research*. doi: 10.2147/JIR.S114635.
- Fonseca, L. B. *et al.* (2016) 'Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in Jiu-Jitsu athletes', *Journal of Athletic Training*. doi: 10.4085/1062-6050-51.9.01.
- Herrera, E. *et al.* (2011) 'Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects', *Brazilian Journal of Physical Therapy*. doi: 10.1590/s1413-35552011000300010.
- Howatson, G. and Milak, A. (2009) 'Exercise-induced muscle damage following a bout of sport specific repeated sprints', *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bac52e.
- Ihsan, M., Watson, G. and Abbiss, C. R. (2016) 'What are the Physiological Mechanisms for Post-Exercise Cold Water Immersion in the Recovery from Prolonged Endurance and Intermittent Exercise?', *Sports Medicine*. doi: 10.1007/s40279-016-0483-3.

- Joo, C. H. *et al.* (2016) 'Passive and post-exercise cold-water immersion augments PGC-1 α and VEGF expression in human skeletal muscle', *European Journal of Applied Physiology*. doi: 10.1007/s00421-016-3480-1.
- King, M. and Duffield, R. (2009) 'The effects of recovery interventions on consecutive days of intermittent sprint exercise', *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3f81f.
- Mizumura, K. and Taguchi, T. (2016) 'Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors', *Journal of Physiological Sciences*. doi: 10.1007/s12576-015-0397-0.
- Mizuno, S. *et al.* (2016) 'Wearing Compression Garment after Endurance Exercise Promotes Recovery of Exercise Performance', *International Journal of Sports Medicine*. doi: 10.1055/s-0042-106301.
- Nakhostin-Roohi, B. *et al.* (2016) 'The Effect of Curcumin Supplementation on Selected Markers of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)', *Annals of Applied Sport Science*. doi: 10.18869/acadpub.aassjournal.4.2.25.
- Nosaka, K. and Clarkson, P. M. (1996) 'Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors', *Medicine and Science in Sports and Exercise*. doi: 10.1097/00005768-199608000-00003.
- Peake, J. M., Neubauer, O., *et al.* (2017) 'Muscle damage and inflammation during recovery from exercise', *Journal of Applied Physiology*. doi: 10.1152/jappphysiol.00971.2016.
- Peake, J. M., Roberts, L. A., *et al.* (2017) 'The effects of cold water immersion and active recovery on inflammation and cell stress responses in human skeletal muscle after resistance exercise', *Journal of Physiology*. doi: 10.1113/JP272881.
- Puntel, G. O. *et al.* (2011) 'Therapeutic cold: An effective kind to modulate the oxidative damage resulting of a skeletal muscle contusion', *Free Radical Research*. doi: 10.3109/10715762.2010.517252.
- Retamoso, L. T. *et al.* (2016) 'Increased xanthine oxidase-related ROS production and TRPV1 synthesis preceding DOMS post-eccentric exercise in rats', *Life Sciences*. doi: 10.1016/j.lfs.2016.03.029.
- Silva, Y. A. *et al.* (2017) 'Skin temperature changes after exercise and cold water immersion', *Sport Sciences for Health*. doi: 10.1007/s11332-017-0353-x.
- Stephens, J. M. *et al.* (2017) 'Cold-water immersion for athletic recovery: One size does not fit all', *International Journal of Sports Physiology and Performance*. doi: 10.1123/ijssp.2016-0095.
- Tipton, M. J. *et al.* (2017) 'Cold water immersion: kill or cure?', *Experimental Physiology*. doi: 10.1113/EP086283.
- Vaile, J. *et al.* (2008) 'Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness', *European Journal of Applied Physiology*. doi: 10.1007/s00421-007-0605-6.
- Veqar, Z. (2013) 'Causes and Management of Delayed Onset Muscle Soreness : A Review', *Elixir Human Physio*.
- Wilcock, I. M., Cronin, J. B. and Hing, W. A. (2006) 'Physiological response to water immersion: A method for sport recovery?', *Sports Medicine*. doi: 10.2165/00007256-200636090-00003.
- Winke, M. and Williamson, S. (2018) 'Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS.', *International journal of exercise science*.
- Zhou, T. *et al.* (2018) 'Interplay between ROS and antioxidants during ischemia-reperfusion injuries in cardiac and skeletal muscle', *International Journal of Molecular Sciences*. doi: 10.3390/ijms19020417.