

Efek rendam air dingin terhadap kadar laktat, power otot tungkai dan nyeri otot pada atlet futsal mahasiswa

Harun¹, Rini Syafriani²

¹Ilmu Keolahragaan, Universitas Muhammadiyah Cirebon

²Program Studi Magister Keolahragaan, Institut Teknologi Bandung

Corresponding Author. Email: harun@umc.ac.id

Abstrak

Futsal adalah olahraga *intermittent*-intensitas tinggi yang memerlukan keterampilan fisik yang tinggi serta memiliki jadwal pertandingan yang padat dan waktu pemulihan yang singkat saat masa kompetisi. Pemulihan yang optimal akan sangat diperlukan setelah latihan fisik yang intensif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek rendam air dingin terhadap kadar laktat, power otot tungkai, dan nyeri otot pada atlet futsal mahasiswa. Sebelas pemain futsal mahasiswa melakukan latihan *futsal-specific intermittent shuttle protocol* (FISP) selama 2 pekan dan 2 jenis pemulihan yang berbeda pada setiap pekannya. Pekan pertama semua pemain melakukan istirahat pasif (PAS), pekan kedua diberikan treatment rendam air dingin (RAD). Kadar laktat, tinggi *countermovement jump* (CMJ) dan nyeri otot diukur sebelum latihan, setelah latihan, setelah pemulihan, dan 24 jam setelah pemulihan. Perubahan hasil pengukuran diolah menggunakan uji-t berpasangan ($p < 0,05$). Kelompok pemulihan PAS dan RAD tidak menunjukkan perbedaan bermakna pada pengukuran kadar laktat segera setelah pemulihan ($p > 0,05$). Namun, terdapat perbedaan bermakna pada performa CMJ pada kelompok RAD dibanding kelompok PAS segera setelah pemulihan ($p = 0,001$) dan pada 24 jam setelah latihan ($p = 0,033$). Kelompok RAD signifikan menurunkan nyeri dibandingkan kelompok pasif 24 jam setelah pemulihan ($p = 0,009$). Krioterapi efektif dalam mempercepat pemulihan power otot tungkai segera dan 24 jam setelah pemulihan dibandingkan istirahat pasif dan nyeri otot 24 jam setelah pemulihan. Namun, RAD tidak signifikan menurunkan kadar laktat.

Kata kunci: *cold water immersion*, kadar laktat, *countermovement jump*, nyeri otot

The effect of cold water immersion on blood lactate, leg muscle power and muscle soreness in collegiate futsal athletes

Abstract

Futsal is a high intensity-intermittent sport and need a high performance skills. It is often played in consecutive days and have short recovery. An optimal recovery is strongly required after repeated intense physical exertion. The aim of this study was to assess the effects of a single session of cold water immersion (CWI) and passive recovery (PAS) on blood lactate and muscle leg power in collegiate futsal players after futsal-Specific Intermittent Shuttle Protocol (FISP) exercise. Experimental counterbalance crossover is used in this study. Eleven collegiate futsal players participated in 2 weeks and received a different recovery strategy in different week. During week 1, all players completed PAS dan during week 2 all players received CWI. Blood lactate and countermovement jump (CMJ) were measured pretraining, post training, post treatment, and 24 hours post training. Changes in blood lactate and height of CMJ within PASS and CWI were analyzed with independent t-test ($p < 0,05$). There was no differences on blood lactate immediately after recovery ($p > 0,05$) between all type of recovery. CMJ in CWI group was significant than PAS group immediately after recovery ($p = 0,001$) and 24 hours after recovery ($p > 0,03$). The conclusion is CWI effective in accelerate recovery leg muscle power immediately and 24 hour after treatment and there was an effect on muscle soreness 24 hours after treatment than passive recovery. Furthermore, there was no differences on blood lactate immediately after recovery between two type of recovery.

Keywords: *cold water immersion*, blood lactate, *countermovement jump*, muscle soreness.

PENDAHULUAN

Futsal merupakan olahraga yang menuntut fisik yang tinggi. Futsal termasuk olahraga intensitas tinggi dan *intermitten*. Intensitas pemain futsal saat bertanding antara 86–90% denyut jantung maksimal (Rodrigues i., 2011) Rasio kinerja di dalam lapangan mendekati 1:1, di mana setengah pergerakan dilakukan dengan lari intensitas menengah (10,9 – 18 km/jam), intensitas tinggi (18,1 – 25 km/jam) atau *sprint* (> 25,1 km/jam) dan separuhnya dengan berjalan atau *jogging*, dengan rata-rata jarak tempuh sekitar 3000–4000 m (Barbero-Alvarez et al., 2008). Jarak tempuh pemain dapat meningkat menjadi 5000 m pada pemain profesional dan 4.500 m pada pemain amatir (Makaje et al., 2012). Selain itu, dalam masa kompetisi pada pertandingan futsal, jadwal pertandingan futsal lebih padat dan waktu istirahat lebih singkat. Pertandingan profesional tingkat internasional satu tim dapat bertanding 2-3 kali per pekan (Castagna et al., 2009). Bahkan untuk kejuaraan amatir lokal, setiap tim dapat melakukan pertandingan setiap hari terkadang dua kali dalam sehari.

Jadwal pertandingan yang padat dengan waktu istirahat yang singkat dapat berpengaruh pada penurunan performa fisik dan kelelahan pada pemain futsal. Beberapa studi menunjukkan setelah satu kali bertanding, pemain futsal mengalami penurunan performa anaerobik (Moreira et al., 2015), power otot tubuh bagian bawah, penurunan performa lari dan variabel neuromuskular (Miloni et al., 2016), penurunan denyut nadi rata-rata, denyut nadi maksimal, dan jarak tempuh lari intensitas tinggi saat pertandingan mulai tampak pada babak kedua (Barbero-Alvarez et al., 2008). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertandingan futsal menyebabkan kelelahan (*fatigue*) yang ditunjukkan pada penurunan performa fisik.

Tubuh membutuhkan pemulihan untuk beradaptasi dari tekanan fisiologis akibat latihan fisik. Pemulihan yang optimal akan membantu atlet dalam menjaga kondisi kesehatan dan performa fisik, sehingga dapat memberikan kesempatan untuk mengikuti kompetisi dengan performa yang maksimal dan terhindar dari terjadinya cedera. Salah satu teknik pemulihan yang saat ini populer di Indonesia yaitu rendam air dingin (RAD). RAD adalah terapi dingin dengan suhu $\leq 20^{\circ}\text{C}$ sebagai salah satu metode pemulihan yang telah diyakini mampu meminimalkan terjadinya kelelahan dan mempercepat pemulihan setelah latihan (Versey et al., 2013). Rendam air dingin juga diketahui memiliki efek kuat dalam mengurangi nyeri otot setelah berolahraga (Hohenauer et al., 2015, Leeder et al. 2011).

Berdasarkan latar belakang di atas dan penelusuran yang peneliti lakukan, belum banyak penelitian yang mengkaitkan rendam air dingin pada pemulihan performa power otot. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan pengaruh RAD terhadap kadar laktat, power otot, dan nyeri otot.

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari 11 pemain futsal putra mahasiswa (usia $20,5 \pm 0,12$ tahun, berat badan $62,8 \pm 6,04$ kg, tinggi badan $172,33 \pm 5,61$ cm, IMT $21,18 \pm 1,81$ kg/m² dan lemak tubuh $15,18 \pm 2,79$ %). Semua pemain tidak sedang menderita penyakit dan cedera muskuloskeletal dan tidak sedang mengonsumsi obat-obatan atau suplemen vitamin selama satu pekan terakhir, bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani lembar persetujuan penelitian. Penelitian ini telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan di Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung.

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental *counterbalanced crossover* untuk mengetahui pengaruh dua teknik pemulihan setelah latihan intensitas tinggi-*intermitten*. Semua subjek melakukan latihan FISP selama 2 pekan berturut-turut melakukan latihan yang sama berupa lari intensitas tinggi-*intermitten* yaitu *futsal-specific intermitten shuttle protocol* dan mendapatkan 2 jenis pemulihan yang berbeda-beda di setiap pekannya, masing-masing dilakukan 1 kali perlakuan. Pada pekan pertama, semua subjek melakukan pemulihan istirahat pasif dan pada pekan kedua semua subjek melakukan pemulihan dengan rendam air dingin (RAD). Tinggi lompatan *countermovement jump* (CMJ) dan rasa nyeri otot diukur sebelum, segera setelah latihan FISP setelah pemulihan 24 jam setelah pemulihan. Sedangkan kadar laktat diukur sebelum, segera setelah latihan dan segera setelah pemulihan. Selama 24 jam setelah latihan, subjek tidak mengonsumsi obat-obatan maupun intervensi pemulihan lain dan tidak melakukan aktivitas fisik berat atau latihan.

Latihan FISP

Futsal-Specific Intermitten Shuttle Protocol (FISP) dibuat untuk simulasi respons fisiologis dan upaya fisik seperti durasi penuh pertandingan futsal yang dilakukan oleh pemain profesional (de Freitas dkk., 2017). Latihan ini terdiri dari 4 x 6 menit blok latihan *intermitten* dengan 5 menit pemulihan pasif antar blok dengan total waktu 39 menit. Selama latihan FISP, pemain berlari pada jarak 15 m untuk total jarak 3600 m dengan 236 x 180° perubahan arah. Masing-masing blok latihan terdiri dari 6 menit rangkaian lari 10 x 15 m dengan berbeda kecepatan. Lari dengan perbedaan kecepatan pada latihan ini disesuaikan dengan yang dilakukan pemain profesional saat bertanding yaitu: berjalan: 5-6 km/jam; lari intensitas rendah: 6,1-12 km/jam; lari intensitas sedang: 12,1 – 15,4 km/jam, lari intensitas tinggi: 15,4-18,3 km/jam; dan *sprint*: >18,3 km/jam (Castagna dkk., 2009).

Pengukuran Kadar Laktat

Pengukuran kadar laktat dilakukan dengan mengambil sampel darah dari ujung jari subjek dengan strip laktat (BM-Lactate *Accutrend® Plus*, Roche Diagnostics Corp., Indianapolis, USA) dan langsung dianalisis dengan menggunakan alat *lactate Analyzer (Accutrend® Plus*, Roche Diagnostics Corp., Indianapolis, USA).

Pengukuran Power Otot Tungkai

Pengukuran power otot menggunakan tes *countermovement jump* (CMJ), dengan menggunakan kamera video *high speed* 50 fps yang dianalisis menggunakan software MATLAB® versi 2016 dengan teknik kalibrasi kamera *Direct Linier Transformation* (DLT) dan proses rekonstruksi 2D. Subjek dimulai dengan berdiri pada titik yang telah ditentukan dengan kedua tangan pada pinggang. Kemudian subjek diperintahkan untuk fleksi lutut kira-kira 120°, secepat mungkin melompat ke atas setinggi-tingginya dengan posisi tungkai lurus. Saat mendarat dengan ujung kaki yang fleksibel diikuti fleksi lutut. Masing-masing subjek melakukan 2 kali CMJ dengan usaha maksimal. Istirahat antar lompatan 15 detik. Lompatan terbaik dipilih untuk dianalisis. CMJ paling sering digunakan menjadi parameter pengukuran performa setelah pertandingan (Doeven dkk., 2018). Reliabilitas CMJ kategori sangat tinggi yaitu 0,98 (Carlock dkk., 2004).

Pengukuran Nyeri Otot

Pemeriksaan nyeri otot pada penelitian ini menggunakan *Numeric Rating Scale* (skala 0-10) (Haefeli, 2006). Pengukuran nyeri dilakukan dengan meminta subjek dalam posisi setengah *squat* dengan ditahan selama 15 detik. Jika subjek menyebutkan angka 0 menunjukkan bahwa subjek tidak merasakan nyeri sama sekali, angka 1-3 berarti subjek merasakan nyeri yang ringan. Apabila menyebutkan angka 4-6, maka subjek merasakan nyeri sedang. Angka 7-9 berarti subjek merasakan nyeri yang cukup berat dan angka 10 berarti subjek merasakan sangat nyeri.

Intervensi Pemulihan

Setelah melakukan latihan FISP kemudian langsung dilakukan pengukuran kadar laktat, power otot tungkai dan nyeri otot, semua subjek diberikan intervensi berendam di air dingin dengan suhu 11-15° C selama 11 menit (Machado dkk., 2016). Perendaman hanya dilakukan satu kali. Bagian tubuh yang dilakukan perendaman adalah tubuh bagian ekstremitas bawah, dari *Spina Iliaca Anterior Superior* (SIAS) sampai ke telapak kaki (Zulkaranain, 2014). Untuk menjaga suhu air dipantau dengan menggunakan thermometer inframerah digital. Intervensi istirahat pasif berupa duduk istirahat di tempat teduh selama 15 menit dengan gerakan minimal dengan posisi tubuh sama dengan kelompok rendam air dingin.

Analisis Statistika

Semua hasil data ditampilkan berupa rata-rata dan standar deviasinya. Sebelum dianalisis signifikansi, pengujian normalitas dan homogenitas menggunakan *t-test dependent*. Sedangkan analisis signifikan per grup menggunakan *t-test dependent*, dan antar grup menggunakan *t-test Independent*. Semua analisis statistik menggunakan aplikasi SPSS 22.0 dengan taraf signifikansi $p < 0.05$.

PEMBAHASAN

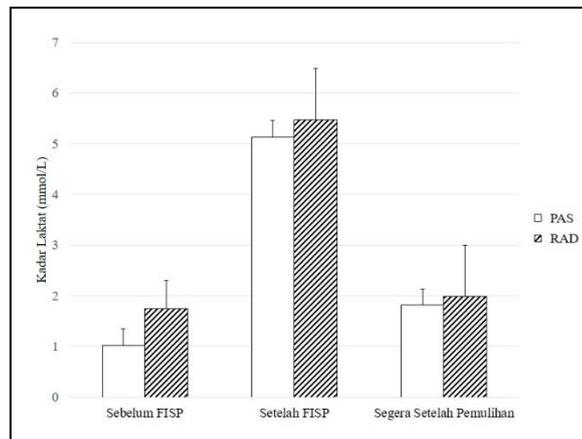
Respons akut latihan FISP

Rata-rata denyut jantung maksimal saat latihan FISP menunjukkan $86,87 \pm 0,25$ %. Hal ini menunjukkan bahwa latihan FISP masuk dalam kategori latihan intensitas tinggi (77 – 95% Denyut Jantung Maksimal) (Riebe dkk, 2018). Sesuai dengan intensitas pertandingan futsal yaitu 86–90% Denyut Jantung Maksimal (Rodrigues dkk., 2011).

Segera setelah latihan, terjadi penurunan performa CMJ dan peningkatan rasa nyeri otot serta peningkatan signifikan pada kadar laktat. Kadar laktat meningkat pada semua kelompok (PAS $4,11 \pm 1,59$ mmol/L atau naik 80,12%, RAD $3,72 \pm 0,87$ mmol/L atau naik 68,01%), hal yang sama terjadi pada nyeri otot, semua kelompok mengalami peningkatan nyeri pada otot tungkai (PAS $3,09 \pm 0,51$ atau 84,89%, RAD $3,09 \pm 1,08$ atau 80,89%). Sementara itu performa CMJ menurun pada semua kelompok (PAS $3,73 \pm 1,76$ cm atau menurun 9,84%, RAD $2,45 \pm 1,97$ cm menurun 5,92%).

Efek Rendam Air Dingin pada Kadar Laktat

Kelompok PAS dan kelompok RAD masing-masing menunjukkan penurunan bermakna antara sebelum dan sesudah melakukan intervensi pemulihan, PAS ($p=0,000$) atau penurunan sebesar 64,72%, sedangkan RAD $p=0,004$ atau penurunan sebesar 63,80%). Namun kedua kelompok tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p=0,732$).

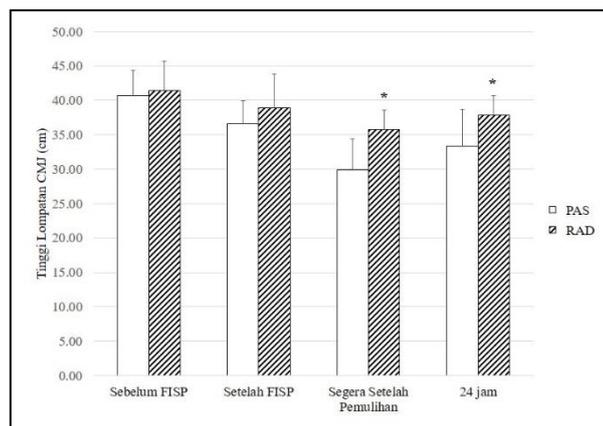


Gambar 1. Perubahan Kadar Laktat Antar Kelompok

Efek Rendam Air Dingin pada Power Otot Tungkai

Setelah melakukan pemulihan, kelompok RAD menunjukkan penurunan yang tidak bermakna ($p=0,065$) atau menurun 8,17% dibandingkan sebelum pemulihan, sedangkan kelompok PAS menunjukkan penurunan bermakna ($p=0,001$) atau 18,37% dibandingkan sebelum pemulihan. Terdapat perbedaan bermakna pada tinggi lompatan CMJ segera setelah pemulihan antara kelompok RAD dengan kelompok PAS ($p=0,001$).

Setelah 24 jam, kelompok RAD dibandingkan dengan sebelum pemulihan menunjukkan peningkatan kembali sebesar 2,80 % ($p=0,517$) sedangkan peningkatan pada PAS sebesar 8,95% ($p=0,123$) dengan sebelum pemulihan. Hasil statistik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kelompok RAD dengan kelompok PAS ($p=0,033$) segera setelah intervensi dan 24 jam setelah intervensi ($p=0,001$).



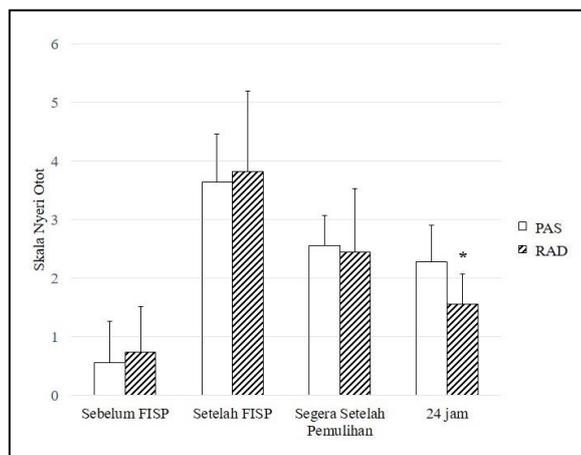
*p<0.05 berbeda signifikan terhadap kelompok istirahat pasif

Gambar 2. Perubahan Tinggi Lompatan CMJ (cm) Antar Kelompok

Efek Rendam Air Dingin pada Nyeri Otot

Kelompok RAD didapat hasil dengan persentase penurunan nyeri otot setelah pemulihan yang signifikan yaitu sebesar 35,86% ($p=0,017$), sedangkan pada kelompok PAS mengalami penurunan nyeri otot sebesar 29,95% ($p=0,001$) dibandingkan sebelum melakukan pemulihan. Namun berdasarkan analisis statistik menunjukkan kelompok RAD dengan kelompok PAS tidak menunjukkan perbedaan hasil yang bermakna ($p=0,916$) segera setelah intervensi.

Kelompok RAD setelah 24 jam menunjukkan penurunan sebesar 59,42% ($p=0,000$) dibandingkan sebelum pemulihan, sedangkan kelompok PAS mengalami penurunan sebesar 37,64% ($p=0,000$). Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada 24 jam setelah pemulihan antara kelompok RAD dengan kelompok PAS ($p=0,009$).



*p<0.05 berbeda signifikan terhadap kelompok pasif

Gambar 3. Grafik Perubahan Rerata Nyeri Otot antar Kelompok

PEMBAHASAN

Latihan FISP sebagai alternatif simulasi pertandingan pada penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan pertandingan futsal dapat dilihat dari rata-rata denyut jantung maksimal yaitu sebesar $86,87 \pm 0,25$ %. Hal ini menunjukkan bahwa latihan FISP masuk dalam kategori latihan intensitas tinggi (77 – 95% denyut jantung maksimal) (Riebe et al., 2018). Sesuai dengan intensitas pertandingan futsal yaitu diatas 85% (Barbero-Alvarez et al., 2008; Castagna et al., 2009; Makaje et al., 2012; Rodrigues et al., 2011). Begitu juga rata-rata kadar laktat yaitu $5,47 \pm 0,34$ mmol/L sesuai dengan kadar laktat pertandingan futsal yaitu rentang 5 - 5,5 mmol/L (Castagna et al., 2009; Makaje et al., 2012).

Hasil parameter laktat menunjukkan bahwa kadar laktat tidak terpengaruh dengan intervensi RAD. Hal tersebut sebagai salah satu pembuktian bahwa kadar laktat adalah parameter yang kurang

relevan untuk indikator intervensi pemulihan. Asam Laktat sering dianggap sebagai penyebab terjadinya kelelahan, padahal sebenarnya proton (H^+) yang dihasilkan oleh kadar laktat lah yang menyebabkan kelelahan (McArdle dkk., 2016). Akumulasi proton (H^+) dapat: (1) melambatkan transisi *crossbridge* dari kondisi kekuatan rendah ke tinggi, (2) menghambat kecepatan pemendekan maksimal otot, (3) menghambat *myofibrillar ATPase*, (4) menurunkan pH selular, (5) menghambat reaksi glikolisis, (6) secara langsung mengganggu eksitasi *ocontraction coupling* otot diakibatkan oleh penghambatan pengikatan kalsium (Ca^{2+}) menjadi troponin C atau mengganggu melalui penurunan aktivasi *crossbridge* (Fits, 2003; Haff dan Triplet, 2016). Asam Laktat ($C_3H_6O_3$) dan laktat merupakan dua zat yang berbeda. Asam laktat adalah asam yang terbentuk selama glikolisis anaerobik, yang dengan cepat memisahkan berdisosiasi dengan melepaskan ion hidrogen (H^+). Setelah proses disosiasi, senyawa yang tersisa terikat dengan natrium atau kalium yang dilepaskan secara positif untuk membentuk garam asam yang disebut laktat. Dalam kondisi fisiologis, sebagian besar asam laktat berdisosiasi dan muncul sebagai laktat (McArdle dkk, 2016). Setelah laktat terbentuk pada otot, kemudian laktat (1) difusi ke area interstisial dan darah untuk memacu dan terlepas dari area metabolisme energi atau (2) memberikan substrat glukoneogenik untuk sintesis glikogen. Pada jalur ini, glikolisis berlanjut untuk mensuplai energi anaerob untuk resintesis ATP. Hal tersebut memberikan energi ekstra, sementara ketika laktat darah dan otot meningkat dan pembentukan ATP yang gagal untuk mempertahankan laju penggunaannya. Kelelahan segera muncul, dan performa latihan menurun. Peningkatan keasaman intraseluler saat kondisi anaerob pun terjadi. Untuk menstabilkan pH otot seperti kondisi sebelum latihan dibutuhkan 30-35 menit waktu pemulihan (Willmore dkk, 2008), sedangkan kadar laktat dalam darah kembali normal dalam hitungan jam setelah latihan fisik tergantung durasi latihan, intensitas latihan, status kebugaran dan jenis pemulihan (Haff dan Triplet, 2016).

Hasil parameter performa fisik dalam penelitian ini menunjukkan kelompok RAD secara signifikan dapat mempercepat pemulihan power otot yang ditunjukkan pada perlambatan penurunan tinggi lompatan *countermovement jump* (CMJ) segera dan 24 jam setelah intervensi pemulihan. Sedangkan pada persepsi nyeri otot pada segera setelah pemulihan, efek RAD tidak menunjukkan perbedaan bermakna dalam penurunan kadar laktat, karena laktat tidak berhubungan dengan treatment krioterapi (Halsen et al., 2008).

Efek RAD sesuai dengan temuan yang menyimpulkan bahwa krioterapi dapat mempercepat pemulihan *countermovement jump* dan meredakan nyeri dari sesaat hingga 24 jam setelah pemulihan (Delextrat et al., 2013). RAD disimpulkan memiliki sejumlah respons fisiologis akut dan termoregulasi (Halsen et al., 2008). Setelah perendaman air dingin pada suhu 8 – 22°C, terjadi penurunan aliran darah arteri hingga 40% dan menurunann suhu otot sebesar 2-4°C (Gregson et al., 2011). Vasokonstriksi yang diakibatkan oleh krioterapi menyebabkan re-distribusi aliran darah keluar dari kulit menuju otot dan batang tubuh (Halsen et al., 2008). Vasokonstriksi pembuluh darah yang mengakibatkan penurunan sensasi nyeri dengan cara menurunkan tekanan oleh edema pada nosiseptor (Leeder et al., 2012) kecepatan konduksi syaraf mengakibatkan peningkatan toleransi nyeri, hal ini mungkin mengakibatkan peningkatan performa (Algaflly & George, 2007) karena performa fisik berkaitan dengan rasa kelelahan, dimana fungsi otak yang menurun dapat membatasi performa fisik (Marcora et al., 2009). RAD dapat mendorong tekanan hidrostatik di tubuh, dimana akan membatasi *onset* edema dan inflamasi, dengan cara demikian berpotensi menjaga fungsi otot (Wilcock et al., 2006; Tipton et al., 2017). Krioterapi dapat menurunkan aliran darah dan suhu jaringan yang menyebabkan pengendalian inflamasi setelah latihan intensitas tinggi (Wilcock et al., 2006; Leeder et al., 2012).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa rendam air dingin memiliki efek mempercepat pemulihan power dan nyeri otot segera setelah pemulihan hingga 24 jam setelah pemulihan. Jadi, Rendam air dingin memiliki efek lebih baik dalam mempercepat pemulihan setelah latihan intensitas tinggi dibandingkan istirahat pasif.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmedov, S. (2010). Ergogenic Effect of Acupuncture in Sport and Exercise: A brief Review. *Journal of Stren*, 24(5), 1421–1427.

- Algaflly, A. A., & George, K. P. (2007). The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 365–369.
- Andersson, H., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G. K. R. A. N., Garthe, I. N. A., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular Fatigue and Recovery in Elite Female Soccer: Effects of Active Recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, (12), 372–380.
- Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63–73.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Álvarez, J. C. B. (2009). Match demands of professional Futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490–494.
- Chung, A., Bui, L., & Mills, E. (2003). Adverse effects of acupuncture. *CME Canadian Family Physician*, 49, 985–989.
- Delextrat, A., Calleja-González, J., Hippocrate, A., & Clarke, N. D. (2013). Effects of sports massage and intermittent cold-water immersion on recovery from matches by basketball players. *Journal of Sports Sciences*.
- Gorostiaga, E. M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483–491.
- Gregson, W., Black, M. A., Jones, H., Milson, J., Morton, J., Dawson, B., Milson, J. (2011). *The American Journal of Sports Medicine Influence of Cold Water Immersion on Limb and Cutaneous Blood Flow at Rest*.
- Haff, Gregory dan Triplett, Travis (2016): *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL, Human Kinetics.
- Halson, S. L., Quod, M. J., Martin, D. T., Gardner, A. S., Ebert, T. R., & Laursen, P. B. (2008). *Physiological Responses to Cold Water Immersion Following Cycling in the Heat*. 331–346.
- Koppelman, M. H. (2018). Acupuncture: An Overview of Scientific Evidence. *Evidence Based Acupuncture*. Retrieved from <https://www.evidencebasedacupuncture.org/present-research/acupuncture-scientific-evidence/>
- Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., & Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 233–240. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090061>
- Lin, Z.-P., Lan, L. W., He, T.-Y., Lin, S.-P., Lin, J.-G., Jang, T.-R., & Ho, T.-J. (2009). Effects of Acupuncture Stimulation on Recovery Ability of Male Elite Basketball Athletes. *The American Journal of Chinese Medicine*, 37(03), 471–481.
- Makaje, N., Ruangthai, R., Arkarapanthu, A., & Yoopat, P. (2012). Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(4), 366–374.
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106, 857–864.
- McArdle, William., Katch, F., dan Katch, V. (2016): *Essential Exercise Physiology*, 5th ed, Philadelphia, Wolter Kluwer.
- Milioni, F., Vieira, L. H. P., Barbieri, R. A., Zagatto, A. M., Nordsborg, N. B., Barbieri, F. A., ... Papoti,

- M. (2016). Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. *Frontiers in Physiology*, 7(NOV), 1–10.
- Moreira, A., Costa, E. C., Coutts, A. J., Nakamura, F. Y., Augusto da Silva, D., & Aoki, M. S. (2015). Cold water immersion did not accelerate recovery after a futsal match. *Rev Bras Med Esporte*, 21(1), 40–43.
- Riebe, D., Ehrman, J., Liguori, G., & Magal, M. (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Rodrigues, V. M., Ramos, G. P., Mendes, T. T., Cabido, C. E. T., Melo, E. S., Condessa, L. A., ... Garcia, E. S. (2011). Intensity of official futsal matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Tipton, M. J., Collier, N., Massey, H., Corbett, J., & Harper, M. (2017). Cold water immersion: kill or cure? *Experimental Physiology*.
- Versey, N. G., Halson, S. L., & Dawson, B. T. (2013). Water immersion recovery for athletes: Effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports Medicine*, 43(11), 1101–1130.
- Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). *Physiological Response to Water Immersion A Method for Sport Recovery ?* 36(9), 747–765.
- Wilmore, Jack H. , Costill, David L. , Kenney dan W. Larry (2008): *Physiology of Sports and exercise*, Champaign, Human Kinetics.