

EFEK CRYOTHERAPY (WATER IMMERSION) TERHADAP PEMULIHAN KELELAHAN ATLET SEPAKBOLA

EFEC CRYOTHERAPY (WATER IMMERSION) FOR FATIGUE RECOVERY THE FOOTBALL ATLETS

Oleh: Moh Rifan , Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta.
Mohrifan6@gmail.com

Abstrak

Latihan fisik membuat atlet sepakbola mengalami kelelahan, secara fisiologis dan psikologis *cryotherapy* membantu pemulihan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah metode *cryotherapy* efektif dalam pemulihan kelelahan pada atlet sepakbola. Penelitian ini merupakan penelitian *Pre Eksperimental Design* yaitu untuk mengetahui ada tidaknya hubungan sebab akibat. Populasi penelitian ini adalah semua atlet sepakbola PSIM Yogyakarta yang terdiri dari 24 pemain. Sampel penelitian ini adalah atlet sepakbola PSIM Yogyakarta yang memenuhi syarat dengan *purposive sampling* berjumlah 15 pemain. Instrumen yang digunakan yaitu kuesioner untuk mengukur kelelahan subjektif dan tes waktu reaksi "*Whole Body Reaction*" digunakan untuk mengukur kelelahan secara objektif. Teknik analisis data menggunakan *uji Wilcoxon* dengan bantuan SPSS (Windows 1.6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *cryotherapy* mempunyai efek yang signifikan baik secara subjektif (perasaan kelelahan) maupun secara objektif (waktu reaksi) dengan nilai $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Efektivitas metode *cryotherapy* terhadap penurunan kelelahan secara subjektif sebesar 80,39% dan secara objektif sebesar 18,72%".

Kata kunci: *Cryotherapy*, Proses Pemulihan Kelelahan

Abstract

Physical exercise makes football athletes experience fatigue, physiologically and psychologically *cryotherapy* aid recovery. This study aims to determine whether the method of *cryotherapy* is effective in the recovery of fatigue in soccer athletes. This study is a pre Experimental Design is to determine whether there is a causal relationship. The study population was all football athletes PSIM Yogyakarta which consists of 24 players. The sample was PSIM Yogyakarta football athletes who qualified with purposive sampling of 15 players. The instrument used was a questionnaire to measure subjective fatigue and reaction time tests "*Whole Body Reaction*" is used to quantify objectively fatigue. Data analysis techniques using the Wilcoxon test using SPSS (Windows 1.6). The results showed that the method of *cryotherapy* has a significant effect both subjective (feeling tired) and objectively (reaction time) with $p = 0.001$ ($p < 0.05$). The effectiveness of *cryotherapy* method to the reduction of fatigue subjectively and objectively 80.39% sebesar 18,72% ".

Keywords: *Cryotherapy*, fatigue recovery process.

PENDAHULUAN

LatarBelakangMasalah

Sepakbola merupakan salah satu olahraga yang paling populer dibandingkan dengan olahraga yang lain. Olahraga ini banyak digemari masyarakat Indonesia dan dunia Internasional mulai dari kalangan anak-anak sampai remaja dan dewasa sangat mengemari sepakbola. Banyak pemain sepakbola yang menjadi pemain hebat berawal dari senang memainkan bola kemudian menekuni dan melatihnya. Setelah menjadi atlet sepakbola yang profesional pemain dituntut oleh pelatih untuk bermain sepakbola secara prima. Untuk itu pelatih selalu memberikan porsi latihan-latihan yang dapat meningkatkan kemampuan pemain mulai dari kemampuan fisik, teknik, taktik dan mental. Jika pemain mempunyai teknik yang baik tetapi tidak didukung oleh kemampuan fisik yang baik, maka pemain tidak dapat bermain baik. Pemain sepakbola menjalani aktivitas fisik yang berat, mulai dari latihan, uji coba sampai kompetisi yang menjadikan tubuh bekerja lebih keras Kondisi fisik prima merupakan hal penting yang harus dimiliki seorang atlet sepakbola. Seperti yang diungkapkan oleh Sharkey (2002: 166), atlet setiap harinya dituntut untuk mempunyai kondisi fisik prima diantaranya untuk menjaga kebugaran otot.

Kompetisi olahraga yang semakin banyak, khususnya kompetisi tertinggi pada sepakbola menjadikan pemain membutuhkan program latihan yang intensif. Latihan yang intensif dengan intensitas yang tinggi menjadikan atlet mengalami kelelahan (Charlson, *et al* 2004: 52). Kelelahan akan mempengaruhi performa para atlet sehingga menjadikan suatu masalah. Berdasarkan pengamatan di lapangan terlihat bahwa setelah latihan fisik yang intensif maupun pada saat bertanding terdapat beberapa kendala pada atlet yaitu banyak pemain yang mengalami kelelahan, kekakuan, kelemahan dan nyeri otot kaki pada waktu menyelesaikan babak pertama, perpanjangan waktu dalam suatu pertandingan, dan setelah latihan.

Selain kinerja tubuh yang menurun, dampak yang akan dirasakan oleh para pemain salah satunya adalah kelelahan yang sangat hebat. Kelelahan merupakan hal yang hampir pasti dialami oleh semua pemain ketika selesai bertanding maupun berlatih. Kelelahan akan berimbas pada kualitas permainan para pemain, sehingga kelelahan merupakan masalah yang serius bagi pemain dalam upaya menampilkan permainan terbaik untuk timnya.

Kelelahan adalah fenomena multi - faktorial yang terutama dikaitkan dengan perubahan metabolik akut. Aktivasi cepat glikolisis dan peningkatan konsentrasi ion hidrogen (H^+) menginduksi asidosis intramuskular dan mengarah pada penurunan kinerja. Kelelahan juga dipengaruhi oleh banyaknya bahan bakar energi Adenosine Tri Phosphat (ATP) dan kalsium (Belinger *et al.*, 2007:105).Pemulihan kelelahan merupakan aspek penting untuk program pengkondisian fisik. Melakukan pemulihan yang baik, atlet akan mampu mempertahankan tingkat kebugarannya setelah berlatih dan bertanding.

Pemulihan secara cepat merupakan hal yang penting dilakukan oleh seorang atlet sepakbola. Hal ini merupakan pondasi yang baik untuk menunjang permainan terbaik bagi atlet selanjutnya. Jika para pemain gagal dalam pemulihan yang baik, maka pemain tidak dapat memberikan penampilan terbaik, mudah sakit dan bahkan mudah mengalami cedera. Dengan melakukan pemulihan secara cepat diharapkan pemain dapat memberikan keunggulan kompetitif, baik dalam berlatih maupun bertanding. Selain itu dengan pemulihan cepat pemain tidak merasa lelah pada saat latihan maupun bertanding, sehingga pemain selalu dalam kondisi prima dan mampu menampilkan permainan terbaik di sela-sela pertandingan. Beberapa penelitian tentang metode atau cara pemulihan cepat dalam kelelahan dilakukan, sehingga atlet dapat melanjutkan aktivitas fisik saat latihan atau kompetisi dalam kondisi bugar.

Banyak metode-metode yang digunakan untuk melakukan pemulihan antara lain istirahat pasif, istirahat aktif, *sport massage*, *acupressure*, *accupunture*, relaksasi sampai perendaman air hangat dan air dingin (Mark., *et al* 2010: 26).

Perendaman air dingin (*cryotherapy*) pasca-latihan secara luas digunakan untuk mengobati luka trauma akut dan juga dapat digunakan sebagai strategi pemulihan setelah pelatihan intensif yang menyebabkan cedera otot (Swenson., *et al* 1996: 193).

Cara hidroterapi, khususnya *cryotherapy* sebetulnya telah digunakan sejak zaman Yunani dan Romawi kuno selama beberapa ribuan tahun, antara lain Spa kolam renang, ruang uap, kolam renang dingin, dan suhu kontras sudah dilakukan. Hidroterapi yang sifatnya *cold therapy (water immersion)* dan *contras water therapy* lebih cocok untuk pemulihan setelah latihan yang intensif dan bertanding (Vaile., *et al* 2008: 29). Penggunaan metode *cryotherapy* bagi pemain sepakbola profesional di Eropa tidak asing lagi Klub Fulham di liga Inggris yaitu salah satu Klub yang sering memanfaatkan metode *cryotherapy* untuk pemulihan kelelahan pada atlet sepakbola. Selain itu Frank Ribery juga sering melakukan perendaman air dingin pada saat selesai latihan dan bertanding. Di Indonesia pemanfaatan metode *cryotherapy* masih sangat jarang dilakukan oleh klub Indonesia. Hal ini berbeda dengan di negara luar. Namun, baru-baru ini telah dilakukan pemberian metode *cryotherapy* kepada pemain sepakbola tim Nasional U-19 setelah selesai latihan dan pertandingan. Pemberian *cryotherapy* pada para atlet tersebut tidak menggunakan kolam renang akan tetapi menggunakan tong.

Tidak hanya pada atlet sepakbola yang memanfaatkan metode *cryotherapy (water immersion)* sebagai sarana untuk pemulihan para atlet secara cepat, atlet renang baru-baru ini juga melakukan perendaman air dingin setelah latihan dan kompetisi. Zainab Reeza, *et al* (2012: 16) meneliti tentang pemulihan kelelahan pada atlet renang yaitu dengan membandingkan suhu antara dingin (23°C) dan panas (40°C) hasilnya sama-sama dapat memulihkan kelelahan. Banyak artikel menunjukkan bahwa dengan perendaman air dingin *cold water immerse (CWI)* lebih efektif dalam pemulihan olahraga dengan suhu $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$ dalam durasi 5-10 menit (Versey, 2013: 43).

Secara fisiologis, metode *cryotherapy* menyebabkan terjadinya vasokonstriksi arteriola dan venula secara lokal. Vasokonstriksi ini disebabkan oleh aksi reflek dari otot polos yang timbul akibat stimulasi sistem saraf otonom dan pelepasan

epinehrin dan norepinephrin. Walaupun demikian apabila dingin tersebut terus diberikan selama 15 sampai dengan 30 menit akan timbul fase vasodilatasi yang terjadi intermiten selama 4 sampai 6 menit. Periode ini dikenal sebagai respon hunting. Respon hunting terjadi untuk mencegah terjadinya kerusakan jaringan akibat dari jaringan mengalami anoxia jaringan (Novita, 2008: 23). Dalam keadaan dingin, hipotalamus akan mengatur otot rangka untuk vasokonstriksi secara aktif. Hal ini akan menyebabkan seseorang mengigil dan meningkatkan suhu badan. Pada saat yang sama, kelenjar adrenal akan mensekresikan hormon adrenalin dan noradrenalin, adapun tiroid akan mensekresikan hormon tiroksin, semua hormon ini bertujuan untuk meningkatkan suhu badan dengan cara meningkatkan metabolisme tubuh. Meningkatnya suhu dalam tubuh membuat peredaran darah menjadi lancar sehingga suplai glukosa dan oksigen dalam otot terpenuhi untuk proses energi, hal ini akan membantu proses pemulihan kelelahan pada otot.

Berdasarkan pengamatan untuk suatu prestasi tim sepakbola maka penulis bermaksud meneliti metode *recovery* pasca-latihan maupun bertanding atlet sepakbola dengan metode *cryotherapy (water immersion)*. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini akan menilai “efek *cryotherapy* terhadap pemulihan kelelahan pada atlet sepak bola.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian dengan jenis penelitian *pre-experiment* dengan desain *one-grup pretest-posttest* yang terdiri dari satu kelompok.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian efek *cryotherapy* terhadap pemulihan kelelahan atlet sepakbola ini dilaksanakan pada tanggal 8 Agustus 2014 untuk tempat penelitian ini dilakukan di Wisma PSIM Yogyakarta, yang berada di JL. Mawar no. 1, Baciro, Yogyakarta, 55225.

Peneliti dibantu oleh 5 pemain PSIM dan 1 dosen fakultas ilmu keolahragaan yang membantu dalam pengambilan data

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah semua atlet sepakbola PSIM Yogyakarta yang terdiri dari 24 pemain. Sampel penelitian ini adalah atlet sepakbola PSIM Yogyakarta yang memenuhi syarat dengan *purposive sampling* berjumlah 15 pemain.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen untuk mengukur penurunan kelelahan ada dua cara yaitu dengan pengukuran subjektif menggunakan kuesioner dan pengukuran objektif menggunakan pengukuran waktu reaksi yaitu dengan *Whole Body Reaction*. Hasil pengukuran secara subjektif dapat dilihat dari jawaban-jawaban yang diberikan oleh pemain dan secara objektif dapat dilihat dengan skor waktu reaksi yang diukur dengan alat *Whole Body Reaction*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik deskriptif.

Teknik Analisis Data

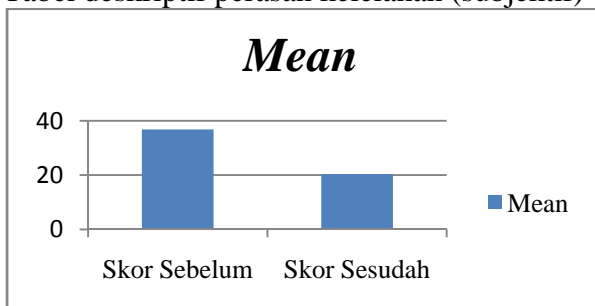
Analisis data menggunakan teknik deskriptif kuantitatif mengetahui nilai minimum, nilai maksimum, *mean*, *median*, *modus*, standar deviasi dan persentase peningkatan. Analisis uji beda digunakan untuk mengetahui tingkat kelelahan otot sebelum dan sesudah perlakuan *cryotherapy* menggunakan uji *Wilcoxon*. Uji *Wilcoxon* dalam penelitian ini menggunakan SPSS 16 dengan tingkat kepercayaan 95%. Uji *Wilcoxon* dikatakan signifikan jika nilai $p < 0,05$.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Analisis deskriptif

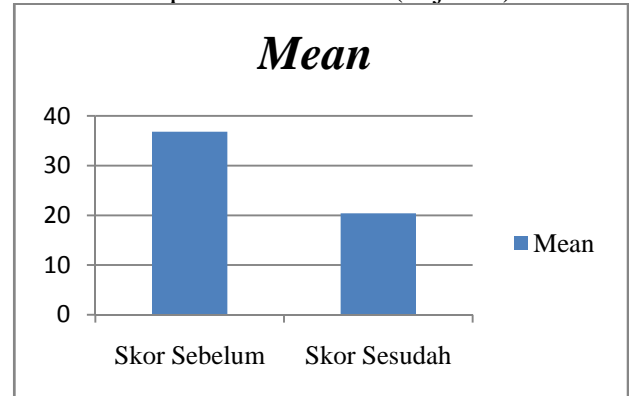
Tabel deskriptif perasan kelelahan (subjektif)



Tabel di atas menunjukkan data *mean pretest cryotherapy* memiliki nilai 36,8000 dan *mean posttest* memiliki nilai 20,4000. Hasil

pretest dan *posttest* yang ada di atas dapat memberikan gambaran bahwa hasil dari perasaan kelelahan jauh lebih menurun dibandingkan sebelum diberikan perlakuan *cryotherapy*.

Tabel deskriptif waktu reaksi (objektif)



Tabel data di atas menunjukkan *mean* sebelum diberi perlakuan *cryotherapy* sebesar 0.33620 detik dan *mean* sesudah diberikan perlakuan *cryotherapy* sebesar 0.27327 detik. Hasil *mean pretest* dan *posttest* yang ada di atas dapat memberikan gambaran bahwa hasil dari waktu reaksi lebih menurun dibandingkan sebelum diberikan perlakuan dengan metode pemulihan *cryotherapy*.

b. Analisis uji beda

Hasil Hipotesis awal (H_0) menyatakan bahwa metode pemulihan *cryotherapy* tidak mempunyai efek yang signifikan dalam pemulihan kelelahan atlet sepakbola. Hipotesis alternatif (H_a) menyatakan bahwa metode *cryotherapy* mempunyai efek yang signifikan dalam pemulihan kelelahan atlet sepakbola. Kaidah yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh signifikan adalah apabila nilai signifikan lebih besar dari 0,05 (signifikan $> 0,05$) maka H_a ditolak dan jika nilai signifikan kurang dari 0,05 (signifikan $< 0,05$) maka H_a diterima.

Analisis untuk uji beda tingkat kelelahan otot sebelum dan sesudah perlakuan *cryotherapy* menggunakan uji *Wilcoxon*. Uji *Wilcoxon* dalam penelitian ini menggunakan SPSS 16 dengan tingkat kepercayaan 95%. Uji *Wilcoxon* dikatakan signifikan jika nilai $p < 0,05$.

Hasil perhitungan uji uji *Wilcoxon* secara subjektif dan objektif dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

<i>Pretest-Posttest</i>	Z hitung	P	Signifikan 5%
Subjektif	-3.300	0,001	p<0,05
Objektif	-3.409	0,001	p<0,05

Dari hasil uji *Wilcoxon cryotherapy* secara subjektif diperoleh nilai Z hitung (-3,300), dengan nilai p (0,001) < dari 0,05 dan secara objektif nilai Z hitung (-3,409), dengan nilai p (0,001) < dari 0,05. Hasil tersebut diartikan bahwa Ha: diterima dan Ho: ditolak, yang berarti ada perbedaan hasil kelelahan sebelum dan sesudah *cryotherapy*.

2. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa secara subjektif metode *cryotherapy* dapat menurunkan perasaan kelelahan, hal ini dapat terlihat dari *mean pretest* sebesar 36,8 dan *mean posttest* sebesar 20,4. Adapun secara objektif semua subjek dalam kategori kelelahan ringan dengan *mean* sebelum diberi perlakuan *cryotherapy* *mean* sebesar 0.33620 detik dan sesudah diberikan perlakuan *cryotherapy* *mean* sebesar 0.27327 detik. Melihat dari perbedaan rerata yang diperoleh dari dua sisi subjektif dan objektif, subjek mengalami pemulihan kelelahan yang signifikan. Secara subjektif diperoleh nilai Z hitung (-3,300), dengan nilai p (0,001) < dari 0,05 dan secara objektif nilai Z hitung (-3,409), nilai p (0,001) < dari 0,05. Pemulihan kelelahan dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan *cryotherapy* yang memiliki efektivitas yang baik yaitu secara subjektif memiliki penurunan kelelahan sebesar 80,39% dan secara objektif memiliki penurunan kelelahan sebesar 18,72%. Secara subjektif jauh lebih baik dibandingkan dengan objektif.

Aktivitas yang sangat berat oleh pemain sepakbola dari aktivitas latihan sampai dengan waktu pertandingan. Program latihan yang baik akan memberikan efek yang positif terhadap perkembangan kemampuan pemain dalam segi kebugaran maupun *skill* yang dimiliki. Persaingan

yang ketat yang mengharuskan pemain untuk melakukan latihan yang berat mengakibatkan tingkat kelelahan yang dirasakan oleh pemain bisa mengganggu konsentrasi pemain dalam waktu bertanding yang bisa berakibat pada buruknya penampilan yang diperagakan oleh pemain saat pertandingan.

Di sisi lain sisi jadwal pertandingan yang terlalu padat membuat pelatih harus mampu melakukan program latihan yang tepat agar pemain mencapai puncak penampilannya saat pertandingan. Latihan yang berat lebih mudah membuat pemain mengalami kelelahan dan mengharuskan pemain harus siap melakukan latihan serta pertandingan berikutnya. Hal ini dengan bantuan perlakuan *cryotherapy* pemain akan lebih terbantu dalam pemulihan kebugaran setelah latihan atau pertandingan. Dengan demikian, atlet akan lebih siap dalam menghadapi pertandingan selanjutnya.

Kelelahan adalah fenomena multi-faktorial yang terutama dikaitkan dengan perubahan metabolik akut. Aktivasi cepat glikolisis dan peningkatan konsentrasi ion hidrogen(H⁺) menginduksi asidosis intramuskular dan mengarah pada penurunan kinerja. Kelelahan juga dipengaruhi oleh banyaknya bahan bakar energi Adenosine Tri Phosphat (ATP) dan kalsium (Belinger *et al.*, 2007:105). Kelelahan merupakan suatu hal yang dapat mempengaruhi penampilan terbaik para atlet baik secara subjektif maupun objektif. Secara subjektif ditandai dengan rasa nyeri, malas, kurang bugar, dan kurang motivasi. Adapun secara objektif ditandai dengan penurunan kekuatan otot, peningkatan asam laktat dan penurunan waktu reaksi.

Pemulihan kelelahan merupakan aspek penting untuk program pengkondisian fisik. Namun, banyak atlet membutuhkan waktu lama dalam pemulihan sehingga kelelahan masih ada (Mackinnon *et al.*, 1991: 26). Dengan melakukan pemulihan yang baik, atlet akan mampu mempertahankan tingkat kebugarannya setelah berlatih dan bertanding.

Cryotherapy merupakan salah satu modalitas terapi yang dapat digunakan sebagai pemulihan kelelahan pada atlet sepakbola, secara fisiologi dan

psikologi *cryotherapy* dapat mengurangi nyeri, anti-inflamasi, relaksasi otot, relaksasi psikologi, menghambat kerusakan otot, mengurangi *edema*, menurunkan suhu jaringan, terjadi vasokonstriksi dan kemudian terjadi *vasodilatasi*.

Dengan adanya bantuan *cryotherapy* pemain kembali bugar atau tidak akan merasakan kelelahan yang berarti setelah latihan maupun pertandingan, sehingga pemain akan mampu berkonsentrasi pada latihan atau pertandingan berikutnya bukan lagi berkonsentrasi pada pemulihan kelelahan. Metode *cryotherapy* menjadi alternatif yang baik dalam memulihkan kelelahan, khususnya kelelahan secara subjektif.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh dengan analisis data dan pengujian hipotesis, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Metode *cryotherapy* dapat memberikan efek yang signifikan dalam pemulihan kelelahan pada atlet sepakbola, baik secara subjektif maupun objektif dengan nilai $p < 0,05$. Metode *cryotherapy* efektif dalam pemulihan kelelahan, baik secara subjektif maupun objektif.

Saran

Dari hasil penelitian ini, peneliti mengemukakan beberapa saran diantaranya:

1. Bagi pelaku sepakbola (pemain dan pelatih) pada saat latihan perlu adanya pola latihan yang terprogram dan mempunyai tujuan yang jelas sehingga proses latihan dapat berjalan dengan baik.
2. Bagi tim, agar mampu memberikan perhatian yang baik terhadap pemain agar pemain mampu menjaga kondisinya dengan baik untuk menghadapi pertandingan kompetisi.
3. Bagi peneliti selanjutnya agar melakukan kontrol terhadap faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan seperti kondisi tubuh, faktor psikologis, dan keadaan tempat, cairan tubuh pada saat kelelahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, R.B. (1984). Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscle soreness: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 16, 529–538.
- Andik Sunaryanto. (2009). Penatalaksanaan Kasus Nyeri. *Paper*. Sanglah: Fakultas Kedokteran. UNUD.
- Anwari Irawan. (2007). Cairan, Karbohidrat dan Performa Sepakbola. *Sport science brief*. Volume 01- 05
- Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci.*;29(3):217–225.
- Asmussen E. (1999). Muscle fatigue. *Med science sport*; 11. 313-321.
- Bailey, D. M., Erith, S. J., Griffin, P. J., Dowson, A., Brewer, D. S., Gant, N., et al. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25, 1163–1170.
- Babul, S. & Rhodes, E.C. (2000). The Role of Hyperbaric Oxygen Therapy in Sports Medicine. *Sports Med*, 30, 6, p395-403.
- Banbang priyonoadi. (2011). *Sport massage*. FIK UNY.
- Battinelli T. (2000). *Physique, fitness and performance*. First edition. USA. CRC press 77-91
- Beltisky, R.B., Odam, S.J., Hubley-Kozey, C. (1987). Evaluation of the effectiveness of wet ice, dry ice and cryogen packs in reducing skin temperature. *Physical Therapy* 67, 1080–1084.
- Bleakley C, McDonough S, Macauley D. (2004). The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomised control trials. *Am J Sports Med*; 32: 251-61.
- Bellinger, A.M., Reiken, S., Dura, M., Murphy, P.W., Deng, S., Landry, D.W., Nieman, D., Lehnart, S.E., Samaru, M., LaCampagne, A., and Marks, A.R. (2007). Remodeling of ryanodine receptor complex causes

- “leaky” channels: A molecular mechanism for decreased exercise capacity. *PNAS*. 105: 2198-2202.
- Bompa, Tudor O. (1999). *Power Training for Sport*. Canada: Mosaic Press.
- Borromeo, C.N., Ryan, J.L., Machetto, P.A., Peterson, R. & Bove, A.A. (1997). Hyperbaric oxygen therapy for acute ankle sprains. *American Journal of Sports Medicine*, 25, 5, p619-625.
- Byrd, S.K. (1992). Alterations in the sarcoplasmic reticulum: a possible link to exercise-induced muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24 (5), 531–536.
- Calder, A. (1995). Accelerating adaptation to training. Australian Strength and Conditioning Association National Conference and Trade Show (Gold Coast, Australia), 68–73.
- Calder A. (2004). Recovery and Regeneration. *Faster, Higher, Stronger*. 12:12-15.
- Calder, A. (1996). Recovery training. In: Reaburn, P., Jenkins, D. (Eds.), *Training for Speed and Endurance*, Allen and Unwin, Sydney.
- Calder A. (2003). Recovery. In: Reid M, Quinn A, Crespo M, eds. *Strength and Conditioning for Tennis*. Roehampton, UK; International Tennis Federation;;240-249.
- Calder, A. (2001). The science behind recovery: strategies for athletes *Sports Medic News* August 2–3.
- Clarkson PM, Hubal MJ. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*.;81(11 Suppl):S52–S69.
- Cleak, M.J., Eston, R.G. (1992). Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. *Journal of Sports Sciences* 10, 325–341.
- Crosman LJ, Chateauvert SR, Weisberg J. (1984). The effects of Massage to the Hamstring Muscle Group on Range of Motion. *J Orthop Sports Phys Therapy*.6(3):168-172.
- De lateur BJ. (1996). Therapeutic exercise. In : Braddom RL. *Physical medicine and Rehabilitation* 2nd ed. Philadelphia: Wb Sauder , 480-519.
- De Jesus, P., Hausmanowa-Petrusewicz, I., Barchi, R. (1973). The effect of cold on nerve conduction human slow and fast nerve fibres. *Neurology* 23, 1182–1189.
- Downey Ja. (1999). The physiological basis of rehabilitation medicine. 2nd bosten. Butterwoth- heineman: 4007-9
- Enwemeka, C.S., Allen, C., Avila, P., Bina, J., Konrade, J., Munns, S. (2002). Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34 (1), 45–50.
- Ernst, E and Fialka, V. (1994). "Ice freezes pain? A review of the clinical effectiveness of analgesic cold therapy." *Journal of pain and symptom management* 9(1): 56.
- Eston R, Peters D. (1999). Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci*.;17:231–238.
- Fahey, T.D. & Romero, J. (1991). Thermal Modalities. Retrieved on 2 August 2006 from the world wide web:
- Friden, J., Lieber, R. (1992). Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24 (5), 521–530.
- John Enwakela. (2013). Efektivitas *circulo massage* dalam memperbaiki waktu reaksi sebagai indikator pemulihan kelelahan otot. skripsi.FIK UNY.
- Gribbel, PA and Hertel, J.(2004). Effect of lower of extremity fatigue muscles on postural control arch. *phys medicine rehabilitation*: ;85 589-592.

- George P. Elias, Matthew C. Varley, Victoria L. Wyckelsma, Michael J. McKenna, Clare L. Minahan, and Robert J. Aughey. (2012). Effects of Water Immersion on Posttraining Recovery in Australian Footballers. *Sports Physiology and Performance*, 2012, 7, 357-366
- Guyton C, Arthur. (1992). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: CV EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Hahn, A.G. (1994). Training, recovery and overtraining—the role of the autonomic nervous system. *Sports Coach*, 29–30.
- Hartvickson, K. (1962). Ice therapy is spasticity. *Acta Neurologica Scandinavica* 38, 79–84.
- Herry Koesyanto. (2008). Hubungan antara Beban Kerja dengan Kelelahan Kerja Mengajar pada Guru Sekolah Dasar Se-Kecamatan Semarang Barat Tahun Ajaran 2006/2007. *KEMAS*. Volume 3/No.2 : hlm. 115-122.
- Indra darma sitepu. (2007). *Efektifitas Massage terhadap Penurunan Kelelahan Otot Tangan Operator Computer Puskom Unimed Tahun 2007*. Tesis Medan: Sekolah Pasca Sarjana. USU.
- Hocutt, J.E., Beebe, J.K., Jaffe, R., Rylander, C.R. (1982). Cryotherapy in ankle sprains. *American Journal of Sports Medicine* 10 (5), 316–319.
- Johnson, D.J., Moore, S., Moore, J., Olive, R.A. (1979). Effect of cold submersion on intramuscular temperature of the gastrocnemius muscle. *Physical Therapy* 59, 1238–1242.
- Johnson, Joan. (1995). *The Healing Art of Swedish massage*. Rodale Press.Inc. Emmaus-Pennsylvania.
- Kuligowski, L.A., Lephart, S.M., Giannantonio, F.P., Blanc, R.O. (1998). Effect of whirlpool therapy on the signs and symptoms of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training* 33 (3), 222–228.
- Koc M, Tez M, Yoldas O, Gocmen E. (2006). Cooling for the reduction of postoperative pain: prospective randomized study. *Hernia*;10(2):184–186.
- Kunto Prastowo. (2013). *Perbandingan Efektivitas Circulo Massage Dan Sport Massage Dalam Mengatasi Kelelahan Kerja Karyawan Laki-Laki Gadjah Mada Medical Center*. Skripsi. Yogyakarta: FIK UNY.
- Lightfoot JT, Char D, McDermot J, Goya C. (1997). Immediate post-exercise massage does not attenuate delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res*. 11(2):119-124.
- Lowden, B.J., Moore, R.J., (1975). Determinants and nature of intramuscular temperature changes during cold therapy. *American Journal of Sports Medicine* 54, 223–232.
- Mackinnon, LT Hooper, S. (1991). Overtraining.National Sports Research Program, State of the art review; no.26. Canberra: *Australian Sports Commission*.
- Mark S. Kovacs, Todd S. Ellenbecker, W. Ben Kibler. (2010). Tennis Recovery. *United States Tennis Association Inc*.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2001). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*, fifth ed., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- McMaster, W.C., Liddle, S., Waugh, T.R. (1979). Laboratory evaluations of various cold therapy modalities. *American Journal of Sports Medicine* 6 (5), 291–294.

- Moeloek D. (1984). *Dasar Fisiologi Kesegaran Jasmani dan Latihan Fisik*. Jakarta: Balai penerbit FKUI.
- Myrer, J.W., Measom, G., Durrant, E., Fellingham, G.W. (1997). Cold- and hot-pack contrast therapy: subcutaneous and intramuscular temperature change. *Journal of Athletic Training* 32 (3), 238–241.
- Nadel ER. (1985). Types of fatigue. *American scientist* 73: 334-343
- Novita Intan, A. (2008). *Dasar-Dasar Fisioterapi Cedera Olahraga*. Yogyakarta: FIKUNY.
- Panggung Sutapa. (2009). *Petunjuk Praktikum Fisiologi Olahraga*. Yogyakarta: Laboratorium Fisiologi. FIK UNY.
- Pollok ML, Wilmore JH exercise in health and disease. 2nd ed Philadelphia : WB sauder 647- 92.
- Prentice, W.E. (1999). *Therapeutic Modalities in Sports Medicine*, fourthed., WCB/McGraw-Hill, Boston, USA.
- Rahim.A, (1988). *Swedish massage*. Jakarta.
- Rachim, A. (1988). *Massage Olahraga ; Teori, Metode, Teknik*. Pustaka Merdeka. Jakarta.
- Reaburn, P., & Jenkins, D. (1996). *Training for Speed and Endurance*. Australia: Southward Press.
- Rony Wahyudi. (2012). *Patofisiologi nyeri*. Diakses dari <http://rony-wahyudi.blogspot.com/2012/5/patofisiologi/nyeri.html>. pada hari Kamis, 10 september 2013 jam 03.06 WIB.
- Rushall BS, Pyke FS. (1990). The Principle of Recovery, In: *Training for Sport and Fitness*. Melbourne, Australia: The MacMillan Co ;60-72.
- Salvano, G. Susan. (1999). *Massage Therapy ; Principle and Practice*. WB. Saunders Co. Phyladelphia.
- Sanders, J. (1996). Effect of contrast-temperature immersion on recovery from short-duration intense exercise, Unpublished thesis, *Bachelor of applied Science*, University of Canberra.
- Sherwood L. (1996). *Fisiologi Manusia: dari Sel ke Sistem*. Edisi 2, EGC Jakarta: 212-255.
- Smith, L.L. (1991). Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23 (5), 542–551.
- Suma'mur, P.K. (1994). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV. Haji Masagung.
- Suleman A. (2002). Exercise physiology. Emedicine. Com, inc. (on lain): URL. <http://www.Emedicine.com/pmr/topic72.htm>.
- Strojnik v, komi v. (1988). Neuromuscular fatigue after maximal stretch shortening cycle exercise. *The American physiological society*.
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Swenson, C., Sward, L., & Karlsson, J. (1996). Cryotherapy in sports medicine. Scandavian. *Journal of Medicine and Science in Sports*, 6, 193–200.
- Tomlin, DL Wenger, HA. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine* 31 (1).
- Vaile J, Halson S, Gill ND, Dawson B. (2008). Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. *Int J Sports Med.*;29:539–544.
- Versey NG, Halson SL, Dawson BT. (2013). Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and

practical recommendations. *Sports Med.* 2013 Nov;43(11):1101-30.

Viitasalo, J.T., Niemela, K., Kaappola, R., Korjus, T., Levola, M., Mononen, H.V., Rusko, H.K., Takala, T.E.S. (1995). Warm underwaterwater-jet massage improves recovery from intense physical exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 71 (5), 431–438.

Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 35(3):235-256.

Yayasan Spiritia. (2006). *Kelelahan*. <http://www.yayasanspiritia.com>.

Zeinab Rezaee, *et al.* (2012). Which Temperature During the Water Immersion Recovery Is the Best after a Sprint Swimming?. *Department of Physical Education and Sport Science, University of Isfahan, Esfahan, Iran. Journal* 16 (10): 1403-1408.