

PERBANDINGAN AKTIVITAS FISIK AEROBIK DAN ANAEROBIK TERHADAP KADAR LAKTAT DAN LAKTAT DEHIDROGENASE (LDH)

Sari Octarina Piko, Rostika Flora dan Theodorus

Program Studi Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Email: sarioktarinapiko@gmail.com

Abstrak

Aktivitas fisik atau olahraga adalah pergerakan tubuh yang dilakukan otot dengan terencana dan berulang yang menyebabkan peningkatan pemakaian energi dengan tujuan untuk memperbaiki kebugaran fisik. Ada dua jenis aktifitas fisik yaitu aktivitas fisik aerobik dan anaerobik. Kedua aktivitas ini berdampak pada pengeluaran kadar laktat dan LDH. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh aktivitas fisik aerobik dan anaerobik terhadap kadar laktat dan LDH. Metode penelitian ini uji klinik berpembandingan dengan rancangan pre dan post test only design. Pelaksanaan aktivitas fisik aerobik dan anaerobik dilaksanakan di stadion Sriwijaya Sport Centre Jakabaring Palembang. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 34 responden yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok aerobik dan anaerobik. Dilakukan pengambilan darah di vena cubiti sebanyak 5cc untuk pemeriksaan kadar laktat dan LDH. Terdapat perbedaan bermakna kadar laktat sebelum dan sesudah aktivitas fisik pada kelompok aerobik dan anaerobik ($p < 0,05$). Akan tetapi apabila kedua kelompok dibandingkan tidak terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$). Begitu juga pada kadar LDH, terdapat perbedaan bermakna kadar LDH sebelum dan sesudah aktivitas fisik aerobik dan anaerobik. Akan tetapi apabila kedua kelompok dibandingkan tidak terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$). Aktivitas fisik aerobik dan anaerobik berpengaruh terhadap pengeluaran kadar asam laktat dan LDH.

Kata Kunci : *Aktivitas fisik aerobik dan anaerobik, kadar asam laktat, kadar Dehidrogenase (LDH)*

Abstract

Physical activity or sport is carried out by the movement of the body in a planned and repetitive muscle which causes an increase in energy consumption with the aim of improving physical fitness. There are two forms of physical activity, aerobic and anaerobic. The two types of physical activity are result of the reduction of lactate acid and dehydrogenase lactate (LDH). The purpose of this study was known effect of physical activity against aerobic and anaerobic lactate acid and dehydrogenase (LDH). The research method was a comperative clinical trial with design randomized one group pre and post test only design. Implementation of aerobic and anaerobic physical activity carried out in the stadium Jakabaring Sriwijaya Palembang Sport Centre. The samples in this study were 34 respondents who were divided into two groups are aerobic and anaerobic. To take blood in the cubiti vena was 5cc for to check lactate acid and dehydrogenase (LDH). There is a significant difference in lactic acid levels between aerobic and anaerobic groups ($p < 0,05$) after and before. But if comparative into two groups there were no significant differences in lactate acid ($p > 0,05$). There is a significant difference in dehydrogenase lactate (LDH) levels between aerobic and anaerobic groups ($p < 0,05$) after and befor. But if comperative into two groups there ere no significant differences in dehydrogenase lactate acid levels ($p > 0,05$).

Keyword: *Aerobic and anaerobic physical activity, Lactate acid levels, dehydrogenase lactate (LDH)*

PENDAHULUAN

Penimbunan laktat dalam darah menjadi masalah mendasar dalam kinerja fisik karena menunjukkan kelelahan yang kronis dan menurunkan kinerja fisik (Ahmaidi, 1996). Bersihan laktat yang lambat menyebabkan sindroma latihan yang berlebihan (*Overtraining Syndrome*) pada atlet, sehingga mengakibatkan peningkatan insiden cedera yang dapat menyebabkan kecacatan baik sementara maupun menetap (Falks, 1995).

Indikator yang mendukung terjadinya peningkatan insiden cedera yang dapat menyebabkan kecacatan diantaranya enzim laktat *dehidrogenase* (LDH). Pada saat kekurangan oksigen, piruvat akan diubah menjadi asam laktat dengan bantuan enzim LDH, enzim ini dikeluarkan saat di dalam tubuh terjadi kerusakan jaringan (Sternberg, 1992).

Penelitian yang dilakukan oleh Rumley dan Rafla (1983, *cit* Flora, 2011) menyebutkan bahwa aktivitas fisik dapat mengakibatkan peningkatan kadar LDH didalam plasma. Peningkatan ini terjadi karena adanya peningkatan permeabilitas membran sel otot akibat penurunan metabolisme energi dan karena kerusakan sel-sel otot akibat aktivitas fisik yang dilakukan dalam waktu yang lama sehingga LDH yang berada di jaringan dikeluarkan ke sirkulasi. Dalam keadaan normal, kadar LDH sangat rendah dalam plasma. Peningkatan LDH di dalam plasma merupakan indikasi dari suatu kerusakan otot.

Menurut Lehninger (1982), enzim LDH berperan dalam proses glikolisis pada keadaan anaerob yang menghasilkan laktat. Enzim LDH juga berperan dalam glukogenolisis di otot yang selalu berakhir dengan laktat. Bila dalam keadaan aerob hasil akhir dari glikolisis adalah asam piruvat yang akan masuk ke dalam siklus asam sitrat. LDH dapat terdeteksi karena kemampuannya dalam mengkatalisis reduksi piruvat dengan adanya NADH

ataupun mengkatalisis oksidasi laktat dengan adanya NAD^+ . LDH dapat digunakan sebagai indikator yang mendukung terjadinya kerusakan jaringan (Sternberg, 1992).

Penelitian yang dilakukan oleh Rodas (2000), menyebutkan bahwa terjadi peningkatan kadar enzim LDH sebesar 45% setelah aktivitas fisik anaerobik berupa lari sprint. Pada aktivitas fisik Anaerobik, sumber energi berasal dari sistem fosfokreatin (alaktasid) dan glikolisis laktasid. Proses pembentukan ATP dari sistem glikolisis laktasid berdampak terhadap terbentuknya asam laktat dan juga peningkatan aktivitas enzim LDH (Foss, 2006). Menurut Flora (2011), kondisi yang lebih hipoksia pada aktivitas fisik anaerobik berdampak terhadap peningkatan penggunaan LDH dalam mengkatalisis laktat menjadi piruvat. Sebaliknya penelitian yang dilakukan oleh Dubouchaud *et al* (2000) menunjukkan bahwa terjadinya penurunan LDH5 pada otot vastus lateralis atlet yang di biopsi setelah latihan lari selama 1 minggu. Begitu juga penelitian yang dilakukan Flora (2011) menunjukkan bahwa pada tikus yang melakukan aktivitas fisik anaerobik selama 10 hari tanpa hari istirahat keseluruhan isozim LDH (LDH1–LDH5) pada otot jantung mengalami penurunan.

Penelitian tentang kadar asam laktat dan LDH pada aktivitas fisik sudah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian yang membandingkan pengaruh aktivitas fisik aerobik dan anaerobik terhadap kadar asam laktat dan LDH masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar dasar mekanisme pengeluaran asam laktat dan LDH pada aktivitas fisik dapat diketahui dengan jelas.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis Penelitian ini adalah penelitian dengan uji klinik berpembanding dalam bentuk *open label (no blind)* dengan rancangan *pre and post test only design*.

1. Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu

Pengambilan data penelitian dilakukan pada tanggal 20 Mei 2013, sedangkan untuk pemeriksaan kadar laktat dilakukan di laboratorium Biokimia FK UI Salemba Jakarta pada tanggal 21 s/d 24 Mei 2013 dan LDH dilakukan di Balai laboratorium Klinik (BBLK) Palembang pada tanggal 20 Mei 2013.

b. Tempat Penelitian

Pelaksanaan aktivitas fisik aerobik dan anaerobik dilaksanakan di stadion Sriwijaya *Sport Centre* Jakabaring Palembang.

2. Subjek Penelitian

a. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah semua mahasiswa FKIP Jurusan Pendidikan Olahraga Universitas Bina Darma di Kota Palembang.

b. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa jurusan Pendidikan Olahraga. Jumlah sampel perkelompok adalah 17 orang, yaitu 17 orang kelompok aerobik dan 17 orang kelompok anaerobik.

3. Prosedur

Jenis penelitian ini adalah penelitian uji klinik berpembanding dengan rancangan *Randomized One Group Pretest-Posttest Design*.

4. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengetahui kadar laktat dan LDH dalam penelitian ini dengan cara pengambilan darah. Pengambilan darah dilakukan 5 menit sebelum dan 30 menit sesudah aktivitas fisik aerobik dan anaerobik.

5. Teknik Analisa Data

Analisis data dilakukan menggunakan system komputersasi program SPSS versi

16 for windows dengan taraf signifikansi $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Homogenitas Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Pada tabel 1 diketahui bahwa karakteristik subjek penelitian meliputi umur, tinggi badan, berat badan, dan IMT pada kelompok aerobik dan anaerobik sebelum perlakuan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) sehingga kedua kelompok dapat dibandingkan.

b. Uji Normalitas Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Pada tabel 2 hasil uji normalitas menunjukkan bahwa rata-rata kadar asam laktat sebelum perlakuan yaitu $2971,24 \pm 836,505$ dengan nilai $p \text{ value} = 0,33$ sedangkan pada kelompok anaerobik yaitu $3187,59 \pm 856,711$ dengan nilai $p \text{ value} = 0,832$ dan rata-rata LDH sebelum perlakuan yaitu $131,69 \pm 15,49$ dengan $p \text{ value} = 0,230$, sedangkan pada kelompok anaerobik yaitu $141,41 \pm 19,378$ dengan $p \text{ value} = 0,373$. Hal ini menunjukkan bahwa kadar asam laktat dan kadar LDH berdistribusi normal ($p > 0,05$).

c. Perbedaan Kadar Laktat dan LDH antara Perlakuan pada Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok aerobik rata-rata kadar asam laktat sebelum $2971,24 \pm 836,505$ mMol/L sedangkan pada kelompok anaerobik rata-rata kadar asam laktat sebelum $3187,59 \pm 856,711$ mMol/L. Terjadi peningkatan kadar asam laktat berdasarkan uji statistik pada kelompok aerobik didapatkan $p \text{ value} = 0,000$ ($p < 0,05$) begitu juga pada kelompok anaerobik terjadi peningkatan dengan $p \text{ value} = 0,000$ ($p < 0,05$). Apabila peningkatan kadar asam

laktat pada kedua kelompok tersebut dibandingkan, terdapat perbedaan yang tidak bermakna ($p>0,05$).

Hasil pengukuran kadar LDH pada kelompok aerobik sebelum aktivitas fisik yaitu 131.59 ± 15.496 U/L dan sesudah aktivitas fisik yaitu 158.06 ± 17.108 U/L sedangkan pada kelompok anaerobik kadar LDH sebelum aktivitas fisik 141.41 ± 19.378 U/L dan sesudah aktivitas fisik yaitu

159.41 ± 20.782 U/L. Pada kedua kelompok terjadi peningkatan kadar LDH sesudah aktivitas fisik. Terdapat perbedaan yang bermakna $p=0.000$ ($p<0,05$). Akan tetapi apabila peningkatan kadar LDH dibandingkan pada kedua kelompok tersebut terdapat perbedaan yang tidak bermakna ($p>0,05$).

Tabel 1. Homogenitas Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Karakteristik Subyek	Kelompok			
	Aerobik		Anaerobik	
	N	%	N	%
Umur :				
19 - 20 tahun	10	58,8	11	64,7
21 - 22 tahun	7	41,2	6	35,3
Tinggi badan				
150 - 164 cm	5	29,4	3	17,6
165 - 178 cm	12	70,6	14	82,4
Berat badan				
43 - 60 kg	13	76,5	12	70,6
61 - 71 kg	4	23,5	5	29,4
IMT				
Normal	17	100	17	100

p^* : Chi Square (Fisher's exact Test) untuk Umur, Tinggi Badan, Berat Badan.

Tabel 2. Uji Normalitas Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Variable	N	Rerata ± std dev	p value
Kadar Laktat			
Aerobik	17	2971.24 ± 836.505	0,33
Anaerobik	17	3187.59 ± 856.711	0,832
LDH			
Aerobik	17	131,59 ± 15,49	0,230
Anaerobik	17	141,41 ± 19,378	0,373

p^* : Shapiro Wilk

Tabel 3. Perbedaan Kadar Laktat dan LDH antara Perlakuan pada Kelompok Aerobik dan Anaerobik

Variabel	Aktivitas Fisik Aerobik			Aktivitas Fisik Anaerobik			p^{**}
	Sebelum	sesudah	p^*	Sebelum	sesudah	p^*	
Asam laktat	2971.24 ± 836.50	8753.71 ± 3267.767	0,00	3187.59 ± 856.711	7820.59 ± 7820.59	0,00	0,37
	5		0			0	3
LDH	131.59 ± 15.496	158.06 ± 17.108	0,00	141.41 ± 19.378	159.41 ± 20.782	0,00	0,83
			0			0	7

p^* : t-test berpasangan

p^{**} : t-test tidak berpasangan

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini karakteristik subjek penelitian yang meliputi umur, tinggi badan, berat badan, dan IMT kedua kelompok tersebut secara statistik menunjukkan terlihat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Karakteristik subyek terlihat homogen dikarenakan subjek terlebih dahulu disesuaikan dengan kriteria inklusi yang sudah ditetapkan.

a) Pengaruh Aktivitas Fisik Aerobik dan Anaerobik terhadap Kadar Laktat

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan kadar laktat pada aktivitas fisik aerobik dan anaerobik. Kadar asam laktat sebelum aktivitas fisik aerobik didapatkan nilai rata-rata $2971,24 \pm 836,505$ mMol/L sedangkan sesudah aktivitas fisik aerobik didapatkan nilai rata-rata $8753,71 \pm 3267,76$ mMol/L. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar asam laktat sebelum dan sesudah aktivitas fisik aerobik ($p = 0,000$). Kadar asam laktat sebelum aktivitas fisik anaerobik didapatkan nilai rata-rata $3187,59 \pm 1856,711$ mMol/L sedangkan sesudah aktivitas fisik anaerobik didapatkan nilai rata-rata $7820,59 \pm 2729,001$ mMol/L. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar asam laktat sebelum dan sesudah latihan anaerobik ($p = 0,000$). Akan tetapi, apabila dibandingkan kadar asam laktat pada kedua kelompok ini tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Purnomo (2011) yang menyebutkan bahwa, terjadi peningkatan kadar asam laktat di dalam plasma setelah aktivitas fisik submaksimal. Sebelum aktivitas fisik didapatkan kadar asam laktat $2,282 \pm 0,555$ mMol/L sedangkan sesudah aktivitas fisik didapatkan kadar asam laktat $7,936 \pm 1,125$ mMol/L. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar asam laktat yang bermakna ($p < 0,005$).

Penelitian yang dilakukan oleh Katz, dkk (Farenia, 2010) menunjukkan

terjadinya hubungan yang linier antara peningkatan NAD^+ , asam laktat dengan peningkatan intensitas kerja fisik. Pada waktu tes ergometer sepeda dengan intensitas 50-70% VO_2 maks akan terjadi peningkatan yang cukup tajam kadar asam laktat di dalam darah dan sarkoplasma otot. Menurut Katz, dkk (Farenia, 2010) terjadinya peningkatan asam laktat di otot disebabkan hipoksia jaringan otot. Asam laktat yang tinggi sebagai akibat beban kerja yang berat, disebabkan karena ketidakmampuan sistem pemasok energi aerobik, sehingga suplai energi dari sumber energi anaerobik mendominasi (Janssen, 1987).

Laktat adalah produk akhir dari proses glikolisis anaerob yang dihasilkan oleh sel darah merah dan sel otot yang aktif. Dalam keadaan istirahat, asam laktat dihasilkan oleh sel darah merah, sel darah putih, otak, sel otot, sel hepar, mukosa usus dan kulit. Eliminasi asam laktat dilakukan oleh jaringan tubuh, terutama oleh hepar, ginjal dan jantung. Dalam keadaan istirahat, ginjal dan jantung menggunakan asam laktat sebagai energi sedangkan hepar menggunakan asam laktat sebagai bahan baku dalam glukogenesis. Jantung mempunyai lebih banyak enzim laktat *dehidrogenase* dibandingkan dengan jaringan otot, hal ini memungkinkan jantung mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menggunakan asam laktat sebagai bahan baku energy. Sumber energy yang dipergunakan oleh otot jantung berasal dari asam lemak bebas 60-80%, 10-20% glukosa dan sisanya berasal dari asam laktat (Jeukendrup & Gleeson 2004).

Menurut Guyton and Hall (2006) laktat merupakan salah satu parameter respons stress selain ACTH dan adrenalin. Asam laktat diproduksi dalam jumlah yang banyak selama aktifitas otot sebagai hasil proses glikolisis anaerob. Aktivitas fisik menyebabkan berbagai efek fisiologis tergantung intensitas aktivitas fisik. Berlari atau tes treadmill menyebabkan peningkatan kebutuhan metabolisme yang

melampaui batas istirahat (*resting level*), selanjutnya produksi laktat akan meningkat melewati batas ambang laktat (4 mMol/L).

Laktat merupakan hasil reduksi piruvat, oleh aktifitas enzim laktat *dehidrogenase*. Laktat yang tertumpuk selanjutnya akan dapat dioksidasi kembali didalam sitosol menjadi piruvat, keadaan ini berlangsung secara fisiologis. Aktifitas *fosfodehidrogenase* (PDH) juga akan pulih kembali untuk memacu oksidasi piruvat, yang akhirnya masuk ke dalam mitokondria untuk berpartisipasi dalam siklus Krebs. Laktat juga dapat langsung masuk ke dalam mitokondria seperti yang diterangkan dalam mekanisme *intracellular lactate shuttle* dan kemudian dioksidasi di dalam matrik mitokondria. Dibuktikan juga bahwa interkonversi yang hampir sama terjadi di dalam eritrosit berkat peran enzim laktat dehidrogenase (LDH) di dalam darah yang dapat mengkonversikan piruvat menjadi laktat atau sebaliknya. Interkonversi ini dapat terjadi dengan cepat dan dengan laju yang sama pada ke dua arah, walaupun dalam keadaan hipoksia berat. Hanya sedikit sekali asam laktat diekskresikan melalui urine dan kulit. Kadar asam laktat dalam darah vena dalam keadaan istirahat adalah 0.63-2.44 mMol/l atau 5.7-22.0 mg/100ml, sedangkan sumber asam laktat yang terbesar pada saat istirahat berasal dari pemecahan glukosa di dalam sel darah. Secara cepat asam laktat yang terbentuk akan dieliminasi terus-menerus. Apabila terjadi peninggian kadar asam laktat di dalam sirkulasi darah, berarti terdapat peningkatan masuknya asam laktat ke dalam sirkulasi darah melebihi laju eliminasi asam laktat.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa kadar laktat pada aktivitas fisik aerobik lebih tinggi dibandingkan aktivitas fisik anaerobik (8753,72 vs 7820,59 mMol/L). Sebaliknya penelitian pada hewan coba yang dilakukan oleh Farenia (2010), menunjukkan kadar laktat serum pada tikus yang melakukan aktivitas aerobik lebih rendah dibandingkan tikus yang melakukan

aktivitas anaerobik (28,69 vs 47,74 mMol/L). Hal ini menunjukkan bahwa pada aktivitas fisik anaerobik produksi laktat lebih banyak dihasilkan sebagai produk akhir metabolisme anaerob (Farenia, 2010).

Menurut Zoll (2005) asam laktat selama aktivitas fisik anaerobik akan meningkat cepat dan otot akan segera menghilangkannya. Laktat yang berada dalam sirkulasi darah akan dikirim ke hepar untuk dimetabolisme, direkonversikan menjadi glukosa dan menuju jantung untuk dioksidasi. Selain itu laktat juga dapat diambil oleh sel otot lainnya melalui *interstitium* untuk dimetabolisme. Laktat secara pasif akan disimpan oleh sel otot yang dalam keadaan istirahat akan tetapi akan dioksidasi pada sel otot yang berkontraksi. Batas ambang kadar laktat untuk aerobik 2 mMol/L sedangkan untuk anaerobik adalah 4 mMol/L.

Produksi asam laktat sangat tergantung pada intensitas kegiatan fisik. Produksi asam laktat pada orang yang tidak terlatih sama dengan orang yang terlatih, yang berbeda adalah proses eliminasi asam laktat. Pada orang yang terlatih proses eliminasi lebih cepat dari pada orang yang tidak terlatih. Selain itu, orang yang terlatih akan mengalami peningkatan ambang anaerobik dan nyeri lebih baik dibandingkan orang yang tidak terlatih. Sewaktu melakukan aktivitas aerobik dan anaerobik dengan durasi dan intensitas yang relatif tinggi dapat menyebabkan kelelahan. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan asam laktat didalam otot sehingga pH yang rendah akan mengganggu pembentukan energi yang diperlukan selama kontraksi otot. Selain itu kelelahan tersebut dapat pula disebabkan karena kehabisan cadangan energi ATP dan fosfokreatin otot serta dapat pula disebabkan oleh hal-hal lain (Guyton & Hall, 2006).

b) Pengaruh Aktivitas Fisik Aerobik dan Anaerobik terhadap Kadar LDH

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, terjadi peningkatan kadar LDH pada aktivitas fisik aerobik dan anaerobik. Kadar LDH sebelum aktivitas fisik aerobik didapatkan nilai rata-rata 131.59 ± 15.496 U/L sedangkan sesudah aktivitas fisik aerobik didapatkan nilai rata-rata 158.06 ± 17.108 U/L. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar LDH sebelum dan sesudah aktivitas fisik aerobik ($p=0,000$). Kadar LDH sebelum aktivitas fisik anaerobik didapatkan nilai rata-rata 141.41 ± 19.378 U/L sedangkan sesudah aktivitas fisik anaerobik didapatkan nilai rata-rata 159.41 ± 20.782 U/L. Akan tetapi apabila peningkatan kadar LDH dibandingkan pada kedua kelompok ini terdapat perbedaan yang tidak bermakna ($p>0,05$). Hal ini dikarenakan aktivitas fisik tidak murni menggunakan salah satu sistem metabolisme aerob dan anaerob saja, akan tetapi menggunakan gabungan dari kedua sistem tersebut. Energi yang dibentuk dari metabolisme aerob dan anaerob didalam sel merupakan suatu proses pembentukan energi yang berkesinambungan (Astrand, 2003).

Peralihan metabolisme dari jenis aerob dan anaerob merupakan respon adaptasi agar energi tetap tersedia walaupun dalam keadaan tidak ada oksigen. Metabolisme anaerob berdampak pada terbentuknya asam laktat. LDH diperlukan untuk mengkonversi asam laktat menjadi piruvat (Guyton, 2006).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rodas (2000), yang menyebutkan bahwa terjadi peningkatan kadar enzim LDH 45% setelah aktivitas fisik anaerobik lari sprint. Pada aktivitas fisik Anaerobik, sumber energi berasal dari sistem fosfokreatin (alaktasid) dan glikolisis laktasid. Proses pembentukan ATP dari sistem glikolisis laktasid berdampak terhadap terbentuknya asam laktat dan juga peningkatan aktivitas enzim LDH (Foss, 2006). Menurut Flora

(2011), kondisi yang lebih hipoksia pada aktivitas fisik anaerobik berdampak terhadap peningkatan penggunaan LDH dalam mengkatalisis laktat menjadi piruvat.

Menurut Lehninger (1982), enzim LDH berperan dalam proses glikolisis pada keadaan anaerob yang menghasilkan laktat. Enzim LDH juga berperan dalam glukogenolisis di otot yang selalu berakhir dengan laktat. Bila dalam keadaan aerob hasil akhir dari glikolisis adalah asam piruvat yang akan masuk ke dalam siklus asam sitrat. LDH dapat terdeteksi karena kemampuannya dalam mengkatalisis reduksi piruvat dengan adanya NADH ataupun mengkatalisis oksidasi laktat dengan adanya NAD^+ . LDH dapat digunakan sebagai indikator yang mendukung terjadinya kerusakan jaringan (Sternberg, 1992).

Sebaliknya penelitian yang dilakukan Dubouchaud *et al* (2000) menunjukkan bahwa terjadinya penurunan LDH 5 pada otot vastus lateralis atlet yang di biopsi setelah latihan lari selama 1 minggu. Begitu juga penelitian pada hewan coba yang dilakukan oleh Flora (2011) menunjukkan bahwa pada tikus yang melakukan aktivitas fisik anaerobik selama 10 hari tanpa hari istirahat keseluruhan isozim LDH (LDH1–LDH5) pada otot jantung mengalami penurunan.

Laktat *dehidrogenase* (LDH) adalah enzim intraseluler yang terdapat pada hampir semua sel yang bermetabolisme, dengan konsentrasi tertinggi dijumpai di jantung, otot rangka, hati, ginjal, otak, dan sel darah merah. Enzim laktat *dehidrogenase* (LDH) di dalam darah dapat mengkonversikan piruvat menjadi laktat atau sebaliknya. Interkonversi ini dapat terjadi dengan cepat dan dengan laju yang sama pada ke dua arah, walaupun dalam keadaan hipoksia berat (Wilson, 2008).

Penelitian Rumley & Rafla (1983, *cit* Flora, 2011), menyebutkan bahwa aktivitas fisik dapat mengakibatkan peningkatan LDH didalam plasma. Peningkatan ini terjadi karena adanya peningkatan

permeabilitas membran sel otot akibat penurunan metabolisme energi dan karena kerusakan sel-sel otot akibat aktivitas fisik yang dilakukan dalam waktu yang lama sehingga LDH yang berada di jaringan dikeluarkan ke sirkulasi. Dalam keadaan normal, kadar LDH sangat rendah dalam plasma. Peningkatan LDH di dalam plasma merupakan indikasi dari suatu kerusakan otot.

Menurut peneliti pada penelitian ini, peningkatan kadar LDH plasma bukan dikarenakan terjadinya kerusakan jaringan. Peningkatan LDH lebih dikarenakan adanya peningkatan sekresi laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme anaerob, sehingga LDH diperlukan untuk mengubah laktat menjadi piruvat agar dapat dipergunakan kembali sebagai sumber energi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar asam laktat sebelum dan sesudah aktivitas fisik aerobik ($p=0,000$).
2. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar asam laktat sebelum dan sesudah anaerobik ($p=0,000$).
3. terdapat perbedaan yang bermakna kadar asam laktat pada kelompok aerobik dibandingkan kelompok anaerobik ($p=0,373$)
4. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar LDH sebelum dan sesudah aktivitas fisik aerobik ($p=0,000$).
5. Terdapat perbedaan yang bermakna kadar LDH sebelum dan sesudah anaerobik ($p=0,000$).
6. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna kadar LDH pada kelompok aerobik dibandingkan kelompok anaerobik ($p=0,837$).

SARAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar asam laktat sesudah aktivitas fisik. Hal ini menunjukkan aktifitas fisik pada kedua kelompok tersebut mengakibatkan kelelahan. Oleh karena itu disarankan setelah melakukan latihan fisik perlu dilakukan mobilisasi dini atau massase yang dapat membantu pemecahan asam laktat.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian berikutnya tentang pengaruh mobilisasi dini atau messase terhadap kecepatan pemulihan kelelahan otot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Yudi Kurniawan, SH., MM., M. Enginner (suami tercinta) yang telah memberikan dukungan finacial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi. 1996. *Hubungan Kadar Asam laktat dengan Proteinuria pada Penderita Preklamsia*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Malang
- Almuktabar. 2009. *Perspektif Fisiologi Suatu Analisis Kelelahan*. UPI (<http://www.iptekor.com/doc/11>) pdf, diakses 02 Desember 2012
- Astrand Per-Olof, Rodahl. K. 2003. *Textbook of Work Physiology : Physiological Basis of Exercise, fourth edition*. United States.
- Bompa TQ. 1990. *Theory and Methodology of Training : The Key to Athletics Perfomance*. Kendall/Haunt Publicing Company, IOWA USA.
- Bangsbo, Juel, Hellsten. 1997. *Dissociation Between Lactate and*

- Proton Exchange in Muscle During Intense Exercise in Man.* Journals Physiology. London
- Brooks, G.A, Fahey, T.D. 1984. *Exercise Physiology Human Bioenergetics and Its Application.* Mac-millan Publishing Company. New York
- Douglas, J.C, Lawrance, E.A. & Scott, J.M. 2000. *National Athletic Trainers Association Position Statement : Fluid Replacement for Athletes.* Journal of Athletic Training.
- Edward, Fox, Etc. 1993. *The Physiological Basis for Exercise and Sport.* USA
- Falks, B. 1995. *Blood Lactate Concentration Following Exercise.* International Journals Sport Medicine
- Farenia. 2009. *Expresi Gen Myoglobin dan Serum Kreatinfosfokinase Pada Aktivitas Fisik Aerobik dan Anaerobik Sebagai Indikator Hipoksia dan Kerusakan Jaringan Otot Tikus Wistar*
- Flora, R. 2005. *Efektivitas Minuman Suplemen dalam Mengembalikan Keseimbangan Cairan Tubuh pada Dehidrasi Akibat Aerobik Intensitas Sedang.* Tesis Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada Yogyakarta
- Fox, E.L, Bowers, R.W dan Foss, M.L. 1993. *The Physiological Basis For Exercise And Sport,* USA, Brown & Benchmark Publ
- Fox, E.L, Bowers, R.W dan Foss, M.L. 1998. *The Physiological Basis of Physical Education And Athletics (4th ED).* Philadelphia, Sounders College.
- Foss and Keteyian. 2006. *Physiological basis for exercise and sport.* Mc.Graw Hill New York.
- Giam dan Teh. 1992. *Ilmu Kedokteran Olahraga.* Bina Rupa Akasara. Jakarta
- Gladden, L.B. and Spriet. 1990. *The Role of Skeletal Mucle in Lactate Exchange During Exercise.* J. Med and Sci
- Goodwin, M.L. 2007. *Blood Lactate Measurments and Analysis During Exercise : A Guide for Clinicians.* J. Of Diabetes Sci and Medicine
- Guyton, A.C & Hall, J.E. 2006. *Textbook of Medical Physiology 11th edition.* Elsevier Saunders, Philadelphia, Pensiylvania
- Guyton, A.C & Hall, J.E. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi ke-9.* Penerbit Buku Kedokteran: EGC. Jakarta
- Krismadi, W. 2002. *Kontrol dan Pemanfaatan Asam laktat dalam Peningkatan Prestasi Olahraga.* J Kesehatan UNSRI
- Livingstone, Churchill. 1998. *SportPhysiotherapy Applied Science & Praticce*
- Ina, M., Akyuz, F, Turgut, A, And Getsfridwar. 2001. *Effect of Aerobic and Anaerobic Metabolism on Free Radical Generation Swimmers.* Medical Science Sports Exercise
- Irawan, A. M, 2007. *Metabolisme Energi Tubuh dan Olahraga.* Sports Science Brief. Vol. 01 No.2(www.pssplab.com/journal/pdf) diakses 15 Maret 2013
- Janssen, Peter G.J.M. 1997. *Training Lactate Pulse Rate.* Polar Elektro Oy. Oule Finland
- Junusul, Hairy. 1989. *Fisiologi Olahraga.* Dirjen Dikti. Jakarta
- Mooren. FC; Volker Klaus. 2005. *Molecular and Cellular Exercise Physiology.* Human kinetics. USA.
- Patellongi, Ilhamjaya. 2000. *Fisiologi Olah Raga..* Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Makasar
- Purnomo, M. 2011. *Asam Laktat dan Aktivitas SOD Eritrosit pada Fase Pemulihan Setelah Latihan Submaksimal.* Tesis. Universitas Negeri Semarang
- Santoso, Singgih. 2009. *Panduan Lengkap Menguasai Statistik dengan SPSS 17.* Gramedia. Jakarta
- Scott, P.K. & Howley, E.T. 2002. *Health Fitness Instructur's Handbooks (3th Ed).* Human Kinetic. USA

- Slone, E. 2004. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Pemula*. ECG. Jakarta
- Soekarman. 1991. *Energi dan sistem Energi Predominan pada Olahraga*. Jakarta : KONI
- Sugianto, Prof, Dr. 2010. *Statistik untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung
- Trihendradi, Cornelius. *Step by step SPSS 13 Analisa Data Statistik*. 2005. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Wittenberg,JB&Wittenberg,BA. 2003. *Myoglobin function reassessed*. J Exp Biol.
- Zoll J. Ponsot E. Dufour S. Doutreleau S. 2006. *Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners*. J Appl Physiol.