

PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP ASAM LAKTAT DAN SKALA BORG ATLET SEPAKBOLA

The Effect of Aerobic Exercise to Lactic Acid and Borg Scale Football Athlete

Aditya Candra, Gusbakti Rusip, Yetty Machrina

Program Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara Medan
(adityacandra19@yahoo.com)

ABSTRAK

Kadar asam laktat yang tinggi pada atlet akan memberikan dampak negatif karena akan mempercepat kelelahan. Skala Borg digunakan untuk menilai tanggapan yang dirasakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan aerobik dapat menurunkan asam laktat dan skala borg. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuasi eksperimental dengan rancangan eksperimen ulang non-random. Penelitian dilakukan untuk membandingkan kadar asam laktat dan skala borg sebelum dan sesudah program latihan pada tiga kelompok, yaitu kelompok perlakuan latihan aerobik intensitas ringan (LAIR), kelompok latihan aerobik intensitas sedang (LAIS) dan kelompok kontrol. Penelitian dilaksanakan di stadion sepakbola Harapan Bangsa Banda Aceh dengan subjek atlet sepakbola PPLP Dispora Aceh. Rerata kadar asam laktat ketiga kelompok menunjukkan perbedaan. Penurunan asam laktat setelah uji latih yang bermakna terlihat pada kelompok dengan LAIS ($p=0,04$). Rerata skala Borg ketiga kelompok menunjukkan perbedaan. Penurunan nilai *scoring* skala Borg setelah uji latih yang berbeda bermakna terlihat pada kelompok dengan LAIS ($p=0,012$) dan LAIR ($p=0,008$). Latihan aerobik yang dilakukan dengan intensitas, durasi dan frekuensi yang tepat dapat meningkatkan performa dan prestasi atlet.

Kata kunci : Asam laktat, skala borg, latihan aerobik

ABSTRACT

High levels of lactic acid in the athletes will have a negative impact because it will accelerate fatigue. Borg Scale was used to assess response to perceived. This study aims to determine the effect aerobic exercise can reduce lactic acid and borg scale. Experimental study with experimental design of repeated non-random. The study was conducted to compare the levels of lactic acid peripheral and Borg scale before and after the exercise program at the 3 groups, ie groups of treatment of light intensity aerobic exercise (Lair), moderate intensity aerobic exercise group (Lais) and the control group. Research conducted at the Harapan bangsa football stadium in Banda Ace. The subjects were soccer athletes Dispora Aceh incorporated in PPLP. The mean levels of lactic acid all three groups showed differences. Decrease lactic acid after exercise test a significant look at the LAIS group ($p=0,04$). The mean borg scale three groups showed differences. Decrease scoring borg scale after exercise test that looks significantly different in the group with LAIS ($p=0,012$) and LAIR ($p=0,008$). Aerobic exercise is done with intensity, duration and frequency can improve the performance and achievements of the athletes.

Keywords: Lactic acid, borg scale, aerobic exercise

PENDAHULUAN

Atlet membutuhkan kebugaran jasmani yang baik agar tidak cepat mengalami kelelahan selama berolahraga.¹ Kontraksi otot yang kuat dan lama mengakibatkan keadaan yang dikenal sebagai kelelahan otot. Penyelidikan pada atlet telah menunjukkan bahwa kelelahan otot meningkat hampir berbanding langsung dengan kecepatan pengurangan glikogen otot dan penumpukan asam laktat. Oleh karena itu, sebagian besar kelelahan adalah akibat dari ketidakmampuan proses kontraksi dan metabolisme serabut-serabut otot untuk terus memberikan hasil kerja yang sama.²

Penumpukan asam laktat akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Kadar asam laktat yang tinggi akan menyebabkan asidosis pada dan di sekitar sel-sel otot, menghambat koordinasi, meningkatkan risiko cedera, menghambat sistem energi dari kreatin fosfat. Kadar asam laktat yang tinggi pada atlet akan memberikan dampak negatif pada performa atlet.³ Upaya mengatasi permasalahan diatas dapat dilakukan dengan pengaturan program latihan yang benar, pemberian nutrisi, emosional dan lingkungan fisik.⁴

Penelitian yang dilakukan oleh Gusbakti menunjukkan bahwa total waktu olahraga mengayuh sepeda ergometer sehingga lelah pada naracoba yang diberi minuman karbohidrat ber-elektrolit meningkat secara bermakna dibandingkan dengan placebo. Nutrisi terbukti secara bermakna mempengaruhi prestasi atlet. Namun untuk memastikan tahap kebugaran yang sama semasa percobaan, naracoba dianjurkan mempertahankan latihan aerobik antara waktu 2-3 minggu sebelum percobaan berikutnya.⁵

Suatu latihan yang dilakukan sesuai dengan prinsip dasarnya dapat meningkatkan kualitas fisik. Warburton dkk mencatat berbagai perbaikan parameter kualitas biologis sebagai hasil dari latihan aerobik yang benar, antara lain perubahan kimia, peningkatan volume sekuncup, peningkatan volume semenit, peningkatan volume darah dan hemoglobin, pengaruh pada tingkat seluler, peningkatan jumlah dan diameter mitokondria, peningkatan aktifitas berbagai jenis enzim yang terlibat dalam siklus Krebs dan transfer eletron dan penumpukan asam laktat berkurang yang akan berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan.⁶

Hasil latihan akan lebih optimal bila dilakukan dengan frekuensi, durasi dan intensitas yang benar. Menurut *American College of Sport Medicine* (ACSM) intensitas latihan aerobik harus mencapai target zone sebesar 60-90% dari frekuensi denyut jantung maksimal atau *Maximal Heart Rate* (MHR), rentang daerah ini lazim disebut sebagai *Training Zone* atau daerah latihan. Intensitas latihan dikatakan ringan apabila mencapai 60-69% dari MHR, sedang apabila mencapai 70-79% dari MHR dan tinggi apabila mencapai 80-89% dari MHR. Intensitas latihan dapat ditingkatkan dengan menambah beban latihan dengan gerakan meloncat-loncat atau dengan mempercepat gerakan latihan.⁷ Secara konseptual latihan fisik dapat merupakan stressor terhadap kinerja organ dalam sel khususnya dalam mitokondria.⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Chrisly, bahwa latihan olahraga aerobik teratur dengan frekuensi latihan tiga sampai lima kali setiap minggu, intensitas latihan 60-80% dari denyut jantung maksimal, dan durasi latihan 20-60 menit mengakibatkan aliran darah menjadi lancar dan mempercepat pembuangan zat-zat sisa metabolisme sehingga pemulihan berlangsung dengan cepat, dan seseorang dapat memperlambat terjadinya kelelahan setelah berolahraga.⁹

Kadar asam laktat dalam orang sehat dalam keadaan istirahat sekitar 1-2 mmol/L. Konsentrasi asam laktat pada darah dan otot setelah latihan diperkirakan mencapai 20 mmol/L darah. Sistem asam laktat mengubah glukosa atau glikogen pada sitoplasma sel otot menjadi energi dan asam laktat. Pada saat beristirahat 10 menit penumpukan kadar asam laktat di dalam otot dapat pulihkan 25%, apabila beristirahat 20-25 menit dapat pulihkan 50% dan beristirahat selama 2 jam penumpukan asam laktat dalam otot benar-benar hilang. Aktivitas seperti *jogging* ringan akan menurunkan akumulasi asam laktat 62% dalam 10 menit pertama dan akan bertambah 26% pada 10-20 menit berikutnya. Apabila sesudah latihan segera menghentikan aktivitas segera tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas dan dengan melakukan metode *recovery* pasif penurunan akumulasi asam laktat hanya 50%. Peran aerobik untuk memenuhi ketersediaan ATP dan menghilangkan asam laktat.¹⁰

Nilai skala Borg diukur dengan skala numerik 6-20 untuk skala Borg kelelahan dan 0-10

untuk skala Borg kaki lelah. Skala Borg digunakan untuk menilai tanggapan yang dirasakan naracoba (*perceived exertion*).¹¹ Skala ini menilai setiap tahap kelelahan dan bila seseorang merasa lelah akan menunjukkan nilainya tinggi. Skala ini meningkat secara perlahan-lahan pada jam pertama selama latihan.⁵ Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengkaji pengaruh latihan aerobik intensitas ringan dan sedang terhadap asam laktat dan skala Borg atlet sepakbola.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Stadion Harapan Bangsa Banda Aceh selama 6 minggu menggunakan rancangan eksperimental terhadap tiga kelompok program latihan. Subjek dalam penelitian ini adalah atlet sepakbola Dispora Aceh yang tergabung dalam PPLP Aceh. Sebanyak 30 subjek dibagi dalam tiga kelompok: 10 subjek kelompok Latihan Aerobik Intensitas Ringan (LAIR), 10 subjek kelompok Latihan Aerobik Intensitas Sederang (LAIS) dan 10 subjek sebagai kelompok kontrol tanpa program latihan. Prosedur penelitian meliputi persiapan subjek, uji latih dan program latihan. Pada persiapan subjek, sebanyak 30 subjek dengan sukarela menandatangani formulir pernyataan persetujuan (*informed consent*) setelah dijelaskan tujuan, prosedur, manfaat dan risiko dari penelitian ini serta mendapat persetujuan dari komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. Uji latih dilaksanakan dengan berjalan di atas *treadmill* sesuai protokol Bruce yaitu sebelumnya dilakukan pengukuran berat badan (BB), tinggi badan (TB), tekanan darah (TD), nadi dalam posisi duduk dan *heart rate target* maksimal (HRmax). Program latihan dilaksanakan selama 4 minggu dengan latihan aerobik intensitas ringan (LAIR), beban HRmax 60-69%

dan latihan aerobik intensitas sedang (LAIS) dengan beban HRmax 70-79%. Data yang sudah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan komputer dengan SPSS. Nilai rerata yang didapatkan dianalisa deskriptif, dilanjutkan dengan statistik inferensial dengan uji t (*t-test*) dan *one way anova* dengan *pairwise comparison* LSD.

HASIL

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa karakteristik subjek berupa berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh, umur dan *heart rate* maksimal (HRmax) pada setiap kelompok tidak ada perbedaan yang mencolok. Perbedaan rerata berat badan pada kelompok kontrol dan kelompok latihan aerobik intensitas ringan sebesar 2,4, dengan kelompok latihan aerobik intensitas sedang ada perbedaan sebesar 4,8. Rerata perbedaan tinggi badan pada kelompok kontrol dan kelompok latihan aerobik intensitas sedang sebesar 1,6, dengan kelompok latihan aerobik intensitas ringan tidak ada perbedaan. Rerata perbedaan IMT pada kelompok kontrol dan kelompok latihan aerobik intensitas ringan sebesar 0,79, dengan kelompok latihan aerobik intensitas sedang ada perbedaan sebesar 1,18. Rerata perbedaan umur pada kelompok kontrol dan kelompok latihan aerobik intensitas ringan sebesar 1,2, dengan kelompok latihan aerobik intensitas sedang ada perbedaan sebesar 0,6. Rerata perbedaan HRmax pada kelompok kontrol dan kelompok latihan aerobik intensitas ringan sebesar 1,2, dengan kelompok latihan aerobik intensitas sedang ada perbedaan sebesar 0,6.

Tabel 1 menunjukkan bahwa IMT atlet Dispora Aceh termasuk dalam batas normal. Hal ini sesuai dengan penilaian batas normal IMT dari berat badan dan tinggi badan pada orang Eropa menurut WHO pada tahun 1995 adalah 18,5–

Tabel 1. Rata-rata ± SD Data Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Kelompok Latihan Aerobik		
	Intensitas Ringan	Intensitas Sederang	Kontrol
Berat Badan (kg)	58,30±4,29	55,90±4,17	60,70±6,75
Tinggi Badan (cm)	170,50±5,21	168,90±4,45	170,50±3,97
Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)	20,09±1,08	19,70±0,90	20,88±1,94
Umur	15,80±0,78	16,40±0,51	17,00±0,81
<i>Heart Rate Maximal</i> (x/menit)	204,20±0,78	203,60±0,51	203,00±0,81

24,9, orang Asia menurut *International Obesity Task Force* (IOTF). Seorang pemain sepakbola harus mempunyai indeks massa tubuh (IMT) yang normal. Komposisi tubuh harus proporsional antara massa otot dan lemak. Tidak boleh ada lemak yang berlebih.

Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan tekanan darah sistole pada ketiga kelompok latihan. Rerata penurunan tekanan darah sistole pada LAIR sebesar 15 mmHg, penurunan tekanan darah sistole pada LAIS sebesar 14 mmHg dan penurunan tekanan darah sistole pada kontrol sebesar 2,5 mmHg. Jadi penurunan tekanan darah sistole setelah program latihan paling rendah terjadi pada kelompok kontrol. Untuk rerata tekanan darah diastole terjadi peningkatan pada kelompok LAIR dan LAIS, sedangkan pada kelompok kontrol terjadi penurunan. Pada kelompok LAIR, rerata peningkatan tekanan darah diastole sebesar 6 mmHg. Pada kelompok LAIS, rerata peningkatan tekanan darah diastole sebesar 7 mmHg. Pada kelompok Kontrol, rerata penurunan tekanan darah diastole sebesar 1 mmHg. Jadi peningkatan tekanan darah diastole setelah program latihan paling tinggi terjadi pada kelompok LAIS. Untuk rerata denyut nadi terjadi penurunan pada kelompok LAIR, LAIS dan kontrol. Pada kelompok LAIR, rerata penurunan denyut nadi sebesar 13,7 x/menit. Pada kelompok LAIS, rerata penurunan denyut nadi sebesar 27,2 x/menit. Pada kelompok Kontrol, rerata penurunan denyut nadi sebesar 1,9 x/menit. Jadi penurunan denyut nadi setelah program latihan paling tinggi terjadi pada kelompok LAIS. Untuk frekuensi pernafasan ter-

jadi penurunan pada kelompok LAIR, LAIS dan kontrol. Pada kelompok LAIR, rerata penurunan frekuensi pernafasan sebesar 2,6 x/menit. Pada kelompok LAIS, rerata penurunan frekuensi pernafasan sebesar 10 x/menit. Pada kelompok Kontrol, rerata penurunan frekuensi pernafasan sebesar 5,6 x/menit. Jadi penurunan frekuensi pernafasan setelah program latihan paling tinggi terjadi pada kelompok LAIS.

Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan tekanan darah sistole, nadi dan frekuensi pernafasan pada ketiga kelompok latihan setelah subjek mendapatkan program latihan aerobik. Program latihan aerobik yang dilakukan sesuai dengan intensitas, durasi dan frekuensi yang tepat dapat berpengaruh dalam perbaikan tanda vital yaitu tekanan darah, nadi dan frekuensi pernafasan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kelompok latihan aerobik intensitas ringan (LAIR), kelompok latihan aerobik intensitas sedang (LAIS) dan kelompok kontrol terjadi penurunan kadar asam laktat. Pada kelompok LAIR, rerata penurunan kadar asam laktat sebesar 0,12 mmol/L. Pada kelompok LAIS, rerata penurunan kadar asam laktat sebesar 3,02 mmol/L. Pada kelompok kontrol, rerata penurunan kadar asam laktat sebesar 0,83 mmol/L. Jadi penurunan kadar asam laktat setelah program latihan paling tinggi terjadi pada kelompok LAIS. Untuk skala Borg kaki lelah terjadi penurunan pada kelompok LAIR dan LAIS. Sedangkan pada kelompok kontrol terjadi peningkatan. Pada kelompok LAIR, rerata penurunan skala borg kaki lelah sebesar 1. Pada kelompok LAIS, rerata penurunan skala borg kaki lelah sebesar 1,7.

Tabel 2. Rata-rata \pm SD Data Pemeriksaan Fisik Subjek Setelah Uji Latih

Variabel Kontrol	Kelompok Latihan Aerobik					
	Intensitas Ringan		Intensitas Sedang		Kontrol	
	Pre Test	Post Test	Pre Test	Post Test	Pre Test	Pos Test
Tekanan Darah Sistole (mmHg)	147,00 $\pm 9,77$	132,00 $\pm 13,16$	137,00 $\pm 7,88$	123,00 $\pm 5,37$	146,00 $\pm 7,74$	143,50 $\pm 11,31$
Tekanan Darah Diastole (mmHg)	52,00 $\pm 7,88$	58,00 $\pm 13,98$	51,00 $\pm 5,67$	58,00 $\pm 4,21$	49,00 $\pm 9,94$	48,00 $\pm 8,88$
Nadi (x/menit)	144,50 $\pm 6,11$	130,80 $\pm 14,61$	148,50 $\pm 7,13$	121,30 $\pm 10,70$	153,90 $\pm 7,09$	152,00 $\pm 4,71$
Frekuensi Pernafasan (x/menit)	34,60 $\pm 8,11$	32,00 $\pm 3,77$	37,60 $\pm 9,08$	27,60 $\pm 3,86$	38,00 $\pm 5,41$	32,40 $\pm 4,78$

Pada kelompok kontrol, rerata peningkatan skala borg kaki lelah sebesar 0,1. Jadi penurunan borg kaki lelah setelah program latihan paling tinggi terjadi pada kelompok LAIS. Sedangkan pada kelompok kontrol terjadi peningkatan kaki lelah.

Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada kelompok latihan aerobik intensitas ringan (LAIR), kelompok latihan aerobik intensitas sedang (LAIS) dan kelompok kontrol terjadi penurunan kadar asam laktat dan skala borg kaki lelah. Latihan aerobik intensitas sedang dapat menurunkan kadar asam laktat dan skala borg kaki lelah yang paling tinggi.

PEMBAHASAN

Program latihan yang tepat akan meningkatkan prestasi dan kebugaran seorang atlet. Kebugaran jasmani yang baik menyebabkan atlet tidak cepat lelah selama berolahraga.^{12,13} Hasil penelitian menunjukkan bahwa IMT atlet Dispora Aceh termasuk dalam batas normal berkisar diantara 18,5–25,0. Hal ini sesuai dengan penilaian berat badan dan tinggi badan pada orang Indonesia menurut Depkes RI adalah 18,5–25,0.

Warburton dkk mencatat berbagai perbaikan

Tabel 3. Rata-rata ± SD Variabel Kelelahan Otot

Variabel Kontrol	Kelompok Latihan Aerobik					
	Intensitas Ringan		Intensitas Sedang		Kontrol	
	Pre Test	Post Test	Pre Test	Post Test	Pre Test	Pos Test
Asam Laktat (mmol/L)	6,94±3,36	6,82±2,47	9,02±2,55	6,00±2,76	9,82±3,27	8,99±4,14
Skala Borg Kaki Lelah	3,50±0,85	2,50±1,26	2,70±1,05	1,00±1,49	3,30±1,76	3,40±1,77

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 4 didapat hasil pada masing-masing kelompok baik *pre test* dan *post test* memiliki nilai signifikansi >0,05 yang berarti data berdistribusi dengan normal. Analisis bivariat menggunakan uji statistik t berpasangan. Berdasarkan hasil uji t berpasangan pada Tabel 5 dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$ maka diperoleh hasil tidak ada perbedaan kadar asam laktat yang bermakna antara *pre test* dan *post test* pada kelompok latihan aerobik dengan intensitas ringan namun ada perbedaan pada skala borg kaki lelah. Untuk kelompok latihan aerobik dengan intensitas sedang, ada perbedaan kadar asam laktat dan skala borg kaki lelah yang bermakna antara *pre test* dan *post test*. Dan tidak ada perbedaan kadar asam laktat dan skala borg kaki lelah yang bermakna antara *pre test* dan *post test* pada kelompok kontrol.

parameter kualitas biologis sebagai hasil dari latihan aerobik yang benar, antara lain perubahan kimia, peningkatan volume sekuncup, peningkatan volume semenit, peningkatan volume darah dan haemoglobin, pengaruh pada tingkat seluler, peningkatan jumlah dan diameter mitokondria, peningkatan aktifitas berbagai jenis enzim yang terlibat dalam siklus Krebs dan transfer elektron dan penumpukan asam laktat berkurang yang akan berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan. Salah satu bentuk latihan aerobik yang sederhana tetapi memenuhi syarat sebagai latihan untuk meningkatkan kebugaran adalah latihan menggunakan treadmill.⁶

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan darah sistole terjadi penurunan lebih tinggi pada atlet yang mendapat program latihan dengan intensitas ringan dan sedang daripada kelompok kontrol. Untuk nadi dan frekuensi pernafasan juga terjadi penurunan lebih tinggi terjadi pada kelom-

Tabel 4. Uji Normalitas Data

Variabel	Kelompok Latihan Aerobik					
	Intensitas Ringan		Intensitas Sedang		Kontrol	
	df	Sig	df	Sig	df	Sig
Pre Test (Uji Latih 1)	10	0,158	10	0,418	10	0,962
Post Test (Uji Latih 2)	10	0,227	10	0,943	10	0,125

Tabel 5. Uji t-Berpasangan Kadar Asam Laktat, Skala Borg Kaki Lelah

Variabel Kelelahan	Klp	Pre Test		Post Test		t value	p
		Mean	± SD	Mean	± SD		
Asam Laktat	Lair	6,94	3,36	6,82	2,47	0,12	0,90
	Lais	9,02	2,55	6,00	2,76	2,32	0,04*
	Kontrol	9,82	3,27	8,99	4,14	0,65	0,53
Skala Borg Kaki Lelah	Lair	3,50	0,85	2,50	1,26	3,35	0,008*
	Lais	2,70	1,05	1,00	1,49	3,15	0,012*
	Kontrol	3,30	1,76	3,40	1,77	-0,42	0,678

pok atlet yang mendapatkan program latihan dari pada kelompok kontrol. Penelitian Syatria menunjukkan pada kelompok perlakuan yang diberikan olahraga aerobik terprogram dijumpai penurunan TDS yang bermakna ($p=0,000$).¹³ Tingkat seluler kondisi kaya oksigen ini sangat penting untuk mitokondria dalam menghasilkan energi yang lebih banyak. Energi berupa ATP dalam jumlah besar dapat dipergunakan oleh atlet untuk kontraksi otot yang lebih lama sehingga dapat menghambat kelelahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok dengan LAIS, memiliki rerata penurunan kadar asam laktat paling tinggi yaitu sebesar 3,02 mmol/L. Dan untuk skala borg kaki lelah terjadi penurunan paling tinggi pada kelompok LAIS yaitu dengan rerata sebesar 1,7. Hasil uji t berpasangan yang terdapat pada Tabel 5 menunjukkan kelompok LAIS terdapat perbedaan bermakna pada uji latih ke dua (*post test*) setelah mendapatkan program latihan dibandingkan uji latih pertama (*pre test*) pada penilaian kadar asam laktat dan skala borg kaki lelah. Penelitian Crisly, latihan dengan intensitas 60-80% dari denyut jantung maksimal, dan durasi latihan 20-60 menit mengakibatkan pembuangan zat-zat sisa metabolisme dan menurunkan kadar asam laktat sehingga pemulihan berlangsung dengan cepat, dan seseorang tidak akan mengalami kelelahan.⁹ Latihan aerobik menurut ACSM (*American College of Sports Medicine*) akan lebih bermakna apabila olahraga aerobik yang dilakukan antara 70% dan 80% denyut jantung maksimal, teratur tiga kali seminggu dengan intensitas yang meningkatkan denyut jantung.¹⁴ Konsep ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa penurunan kadar asam laktat yang bermakna dapat terlihat pada subjek yang mendapatkan program latihan aerobik intensitas

sedang (LAIS) dengan beban latihan 70-79% HR-max yang dilakukan tiga kali seminggu.¹⁵

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu pada kelompok latihan aerobik intensitas ringan didapati hanya pada penilaian skala borg kaki lelah yang berbeda bermakna ($p=0,008$). Penilaian kadar asam laktat ($p=0,90$) menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna antara uji latih 1 (*pre test*) dan uji latih 2 (*post test*). Pada kelompok latihan aerobik intensitas sedang didapati perbedaan bermakna pada keseluruhan penilaian kelelahan. Penilaian kadar asam laktat ($p=0,04$) dan skala borg kaki lelah ($p=0,012$) antara uji latih 1 (*pre test*) dan uji latih 2 (*post test*). Hal ini menunjukkan program latihan aerobik intensitas sedang dengan HRmax 70-79% berpengaruh dalam memperlambat kelelahan pada atlet PPLP Dispora Aceh karena latihan yang dilakukan sesuai dengan prinsip dasarnya dapat meningkatkan kualitas fisik dan performa atlet. Berbagai perbaikan parameter kualitas biologis sebagai hasil dari latihan aerobik yang benar, antara lain berpengaruh pada tingkat seluler, peningkatan jumlah dan diameter mitokondria dan penumpukan asam laktat berkurang yang akan berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Stolen, T, Chamri, K, Costagna, C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. Sport Med. 2005;35(6):501-36.
2. Guyton, A, John, E. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Jakarta: EGC; 2008
3. Hernawati. Produksi Asam Laktat pada Exercise Aerobik dan Anaerobik. Bandung; Universitas Pendidikan Indonesia; [diakses 20

- juni 2015]. Dikutip di: hernawati_hidayat@yahoo.com
4. Laursen, PB. Models to Explain Fatigue during Prolonged Endurance Cycling. *Sports Med.* 2005;35(10): 865-898.
 5. Gusbakti, R. Pengaruh Pemberian Minuman Berkarbohidrat Berelektrolit dapat Memperlambat Kelelahan Selama Berolahraga. *Majalah Kedokteran Nusantara.* 2006; 39(1):35-41.
 6. Warburton, D, Nicol, Chrystal W, Bredin, Shannon. Health Benefits of Physical Activity: the Evidence. *Canadian Medical Association Journal.* 2006; 174(6).
 7. Ratmawati, Y. Latihan Aerobik Intensitas Sedang Dengan Diet Rendah Kolesterol Lebih Baik Dalam Memperbaiki Kognitif Daripada Intensitas Ringan Pada Penderita Sindroma Metabolik. Dalam Pollock, M.L & Wilmore, J.H. *Exercise in health and disease. Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation* 2nd. Ed Saunders, Philadelphia; 2013.
 8. Octa, L. Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Pembentukan Atp – Mitokondria (suatu tinjauan intramolekuler) [Tesis]. Surakarta: Universitas tunas pembanguan;2012.
 9. Chrisly, M. Djon, W. Shane, H. Manfaat Latihan Olahraga Aerobik terhadap Kebugaran Fisik Manusia. *Jurnal E-Biomedik (Ebm).* 2015;3(1):1-4.
 10. Guntara, P. Pengaruh Recovery Aktif Dengan Recovery Pasif terhadap Penurunan Kadar Asam Laktat [Tesis]. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia;2014.
 11. Borg, E, Kaijser, L. A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. Department of Psychology, Stockholm University, Stockholm, Sweden. *Scandinavian Journal of medicine & science in sport.* 2006. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2005.00448.
 12. Irawan, AM. Nutrisi, Energi & Performa Olahraga. *Polton Sports Science & Performance Lab.* 2007;1(4):1- 6.
 13. Syatria, A. Pengaruh Olahraga Terprogram Terhadap Tekanan Darah Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro [Tesis]. Semarang : Universitas Diponegoro;2006.
 14. Stolen, T., Chamri, K., Costagna, C., Wisloff U. *Physiology of soccer : an update.* *Sport Med.* 2005;35(6):501 -36.
 15. Sherwood L. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem.* Jakarta: EGC; 2014.