

PERBEDAAN LATIHAN FISIK JANGKA PENDEK DAN JANGKA PANJANG TERHADAP GLUKOSA DARAH PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS

Akhmad Fathoni ^{*)}, Anis Irmawati ^{**)}, Lilik Herawati ^{***)}

ABSTRACT

The purpose of the research was to know about effect of short and long physical exercise to blood glucose of diabetic mellitus patient. This research use pretest-posttest control group design, two groups, and every group consist of nine samples. Sample is male, 40-60 years old, have fasting blood glucose > 126 & post pandrial blood glucose > 140, and there was no contraindication (cardiac disease). This examination was doing at RSUD Mataram. Treatment for the first group is : taken fasting blood; then eating rice/bread depend body weight (normal : 30 cal/Kg BW; obesity : 10-15 cal/Kg BW; under : 40-60 cal/Kg BW); after 1.35' then warming up (5 minutes) and continued with moderate intensity of physical exercise (70% heart rate) (working on the treat mill) during 20 minutes, frequency once and no drug be consumption, and then taken blood glucose as pretest data. Treatment for the second group same with first group, the different are : frequency of exercise is third during one week; at the last day sample must fasting (24.00-08.00 pm); after doing exercise, sample given drug; taken of blood glucose do when fasting, 2 hours post pandrial and 2 hours post pandrial after exercise. Statistic analyze are : descriptive statistic, normality distribution statistic, homogeneity analyze and one way ANOVA. The result is short and long physical exercise can decrease blood glucose ($p = 0.002$), and the long physical exercise is better.

Keywords : exercise, glucose

PENDAHULUAN.

Perkembangan penyakit diabetes mellitus terjadi begitu cepat dan diperkirakan pada tahun 2025 jumlah penderita diabetes mellitus khususnya tipe 2 diperkirakan sekitar 300 juta orang (Youngren, 2003). Di Indonesia 12-23 % penduduk yang berusia di atas 15 tahun menderita diabetes mellitus (Soeparman, 1991). Diabetes mellitus tipe 2 terjadi karena adanya resistensi insulin, sehingga menimbulkan hiperglikemia (kadar glukosa darah >126 mg/dl) (Soeparman 1991; Christine 2002). Salah satu penanganan diabetes mellitus adalah latihan fisik baik jangka pendek maupun jangka panjang sehingga diharapkan dapat terjadi penurunan glukosa darah, tetapi proses penurunan glukosa darah tersebut hingga kini belum diketahui secara pasti (Christine, 2002; Lenriksen, 2002; Youngren, 2003).

^{*)} Staf Pengajar Poltekkes Negeri Mataram

^{**)} Staf Pengajar Laboratorium Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga

^{***)} Staf Pengajar Laboratorium Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

Menurut Lenriksen (2002), latihan fisik jangka pendek dan jangka panjang menurunkan glukosa darah melalui sistem AMPK (*Adenosin 5-monophosphate activated protein kinase*) dan pengaktifan *phosphoinositide-3 kinase* (PI3-K), sehingga tidak ada perbedaan jumlah kadar glukosa darah. Menurut Christine (2002) dan Youngren (2003), latihan fisik jangka pendek menurunkan glukosa darah hanya melalui sistem AMPK (*Adenosin 5-monophosphate activated protein kinase*), tetapi tidak melalui pengaktifan *phosphoinositide-3 kinase* (PI3-K), sedangkan pada latihan fisik jangka panjang dapat menurunkan glukosa darah melalui sistem AMPK (*Adenosin 5-monophosphate activated protein kinase*) dan pengaktifan *phosphoinositide-3 kinase* (PI3-K), dan penurunan glukosa darah pada latihan fisik jangka panjang lebih tinggi dibandingkan dengan latihan fisik jangka pendek yang proses penurunannya masih merupakan suatu hipotesis. Berdasarkan teori diatas perlu dibuktikan proses penurunan glukosa darah melalui latihan fisik baik jangka pendek maupun jangka panjang untuk memberikan alternatif latihan yang lebih baik pada penderita diabetes mellitus.

Pengendalian diabetes mellitus dengan olah raga atau latihan jasmani (Soeparman, 1991), akan meningkatkan uptake glukosa oleh otot skelet yang berkontraksi (Goodyer, 1999). Latihan dapat meregulasi kadar glukosa darah melalui peningkatan regulasi insulin sebagai hasil dari proses latihan yang mekanismenya masih belum diketahui. Translokasi yang disebabkan oleh latihan sampai saat ini belum jelas, tetapi dapat diterangkan melalui pelepasan ion kalsium dari sarkoplasmatik retikulum yang menyebabkan proses kontraksi. Ion kalsium ini akan mengaktifkan PI3-K dan Protein Kinase C yang dalam hipotesis mengakibatkan translokasi GLUT-4 yang akan meningkatkan uptake glukosa (Youngren, 2003).

Untuk menurunkan glukosa darah pada penderita diabetes mellitus maka perlu diberikan latihan fisik yang sesuai dengan melihat perpaduan antara keadaan penderita dengan dosis latihan. Dosis latihan menurut Fox (1993) meliputi intensitas, durasi, frekuensi dan jenis latihan.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah latihan fisik jangka pendek dan jangka panjang dapat menurunkan glukosa darah pada penderita diabetes mellitus ? Juga apakah ada perbedaan antara latihan fisik jangka pendek dengan latihan fisik jangka panjang terhadap glukosa darah pada penderita diabetes mellitus.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *pretest posttest control group design* (Zainuddin, 2000). Populasi pada penelitian ini adalah penderita diabetes mellitus. Penderita yang dipilih adalah yang menderita diabetes mellitus tipe 2 dengan nilai glukosa darah puasa > 126 dan glukosa darah 2 jam post prandial > 140 , di Rumah Sakit Umum Daerah Mataram. Penderita yang dipilih adalah laki-laki, usia 40-60 tahun, tidak didapatkan kontra indikasi (payah jantung) untuk melakukan latihan fisik, serta bersedia menandatangani surat persetujuan sebagai orang coba dalam penelitian ini. Teknik pengambilan sampel adalah *simple random sampling* dan dari hasil perhitungan diperoleh besar sampel 9 orang.

Sebelumnya dilakukan pemeriksaan status kesehatan orang coba yang layak untuk latihan fisik intensitas sedang selama 20 menit disertai pemanasan 2 menit yang ditentukan dari pemeriksaan wawancara (anamnesa) dan pemeriksaan fisik. Pemeriksaan kesehatan dilakukan dengan wawancara dan pemeriksaan fisik yaitu pemeriksaan *vital sign* (tekanan darah, denyut nadi dan suhu tubuh) dan pemeriksaan secara inspeksi, palpasi, dan auskultasi.

Kemudian dilakukan pemeriksaan glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam post prandial untuk menentukan penderita tersebut mengalami penyakit diabetes mellitus, jika glukosa darah puasa > 126 mg/dl dan glukosa darah 2 jam post prandial > 140 mg/dl maka dapat dikategorikan sebagai penderita. Selain itu dilakukan pemeriksaan berat badan relatif (BBR) untuk menentukan kalori penderita dan pemeriksaan *heart rate* (HR) untuk menentukan dosis latihan yang diberikan, selanjutnya orang coba dibagi menjadi dua.

Orang coba I diambil darah puasa, setelah pengambilan darah puasa penderita diberikan makan roti / nasi dan air putih yang disesuaikan dengan berat badan relatif penderita. Bila berat badan normal maka diberikan kalori 30 kal/kg BB, bila gemuk diberikan kalori 20 kal/kg BB dan bila obesitas diberikan 10-15 kal/kg BB, sedangkan bila kurus diberikan 40-60 kal/kg BB. Selanjutnya setelah diberikan konsumsi kalori dan istirahat selama 1 jam 35 menit, kemudian dilanjutkan dengan pemanasan selama 5 menit dan dilanjutkan dengan latihan fisik dengan intensitas sedang (70% HR), durasi 20 menit, frekuensi satu kali, jenis latihan fisik jalan kaki di *tread mill*, pada tahap pelaksanaan ini penderita direkomendasikan untuk tidak mengonsumsi obat. Segera setelah latihan fisik dilakukan pengambilan glukosa darah yang menjadi data awal untuk menentukan penurunan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus.

Orang coba II diberikan latihan fisik dengan cara yang sama, dilakukan tiga kali selama satu minggu. Pada hari terakhir orang coba II disuruh puasa mulai jam 24.00 — 08.00, selanjutnya dilakukan pengambilan glukosa darah puasa, setelah itu diberikan pemenuhan kalori dan istirahat selama 1 jam 35 menit, dilanjutkan dengan latihan fisik seperti diatas dan segera setelah latihan fisik dilakukan pemeriksaan glukosa darah. Sebelum latihan fisik dianjurkan untuk tidak mengkonsumsi obat, tapi setelah pelaksanaan latihan fisik penderita dianjurkan untuk mengkonsumsi obat. Pengambilan darah dilakukan pada kondisi puasa, 2 jam post prandial dan 2 jam postprandial segera setelah latihan fisik.

Latihan fisik jangka pendek adalah latihan fisik dengan intensitas sedang, frekuensi satu kali, durasi 20 menit, dengan intensitas 70% HR max; pengukuran glukosa darah dilakukan segera setelah melakukan latihan fisik (Cantu R.C, 1987 Fox, 1993). Latihan fisik jangka panjang adalah latihan fisik yang dilakukan dengan intensitas sedang, frekuensi 3 kali seminggu, durasi 20 menit, intensitas 70% HR max selama satu minggu; pengukuran glukosa darah dilakukan diakhir latihan fisik (Cantu R.C, 1987 Fox, 1993). Penurunan kadar glukosa darah ditentukan dari selisih besarnya penurunan kadar glukosa darah yang diambil pada hari pertama segera setelah latihan fisik dan satu minggu segera setelah latihan fisik. Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan dengan metode (GOD-PAP).

Bahan yang diperlukan untuk pemeriksaan kadar glukosa darah adalah TCA (Chloro Acetic Acid), pereaksi glukosa, standar glukosa 100 mg/dL, aquadest. Instrumen penelitian yang digunakan adalah: unit analisis untuk pemeriksaan kadar glukosa darah; monitor denyut jantung (Polar); stop watch (Polar); tensimeter; stetoskop; metronom dan spektrofotometer.

Latihan fisik dan pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Mataram, Jln Kesehatan V/10 Mataram. Pemeriksaan untuk penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2007. Kelompok orang coba dilakukan pencatatan pada bagian poli Penyakit Dalam RSUD Mataram.

Uji statistik yang digunakan untuk menganalisa data adalah : uji statistik deskriptif data pretest dan posttest untuk mengetahui karakteristik variabel; uji normalitas distribusi; uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi sebelum perlakuan sama pada seluruh kelompok dan uji ANOVA untuk menganalisa perbandingan lebih dari dua kelompok data sehingga didapatkan signifikansi hasil penelitian.

HASIL PENELITIAN

Uji statistik deskriptif

Tabel 1. Statistik deskriptif variabel umur, BB, TB, glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam pp pada kelompok latihan jangka pendek dan jangka panjang.

Group Statistics

LAT		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
UMUR	pendek (1)	10	55.60	3.89	1.23
	panjang (2)	10	53.30	4.99	1.58
BB	pendek (1)	10	66.80	10.70	3.38
	panjang (2)	10	67.40	7.60	2.40
TB	pendek (1)	10	158.40	6.95	2.20
	panjang (2)	10	156.20	4.18	1.32
PUASA	pendek (1)	10	159.80	43.66	13.81
	panjang (2)	10	128.40	16.97	5.37
JAM2PP	pendek (1)	10	173.60	39.88	12.61
	panjang (2)	10	143.70	18.35	5.80

TB = tinggi badan

BB = berat badan

Puasa = kadar glukosa darah puasa

Jam 2 PP = kadar glukosa darah 2 jam post pandrial

Pada tabel diatas terlihat bahwa rata-rata umur sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek adalah 55,60 tahun sedangkan rata-rata umur sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang adalah 53,30 tahun, artinya rata-rata umur sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang 2,3 tahun lebih muda dibandingkan rata-rata umur pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek.

Pada tabel diatas terlihat bahwa rata-rata Berat Badan (BB) sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek adalah 66,80 kg sedangkan rata-rata Berat Badan sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang adalah 67,4 tahun, artinya rata-rata Berat Badan (BB) sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang 0,6 kg lebih Berat bila dibandingkan rata-rata Berat Badan (BB) pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek.

Pada tabel diatas terlihat bahwa rata-rata Tinggi Badan (TB) sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek adalah 158,40 cm sedangkan rata-rata Tinggi Badan (TB) sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang adalah 156,20 cm, artinya rata-rata Tinggi Badan (TB) sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang 2,2 cm lebih pendek bila dibandingkan rata-rata Tinggi Badan (TB) pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek.

Pada tabel diatas terlihat bahwa rata-rata Kadar Glukosa Darah Puasa sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek adalah 159,80 mg sedangkan rata-rata Kadar Glukosa Darah Puasa sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang adalah 128,40 mg, artinya rata-rata Kadar Glukosa Darah Puasa sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang 31,40 mg lebih rendah bila dibandingkan rata-rata Kadar Glukosa darah puasa pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek.

Pada tabel diatas terlihat bahwa rata-rata Kadar glukosa darah 2 jam PP setelah latihan sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek adalah 173,60 mg sedangkan rata-rata kadar glukosa darah 2 jam PP setelah latihan sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang adalah 143,70 mg , artinya rata-rata Kadar Glukosa darah 2 jam PP setelah latihan sampel pada kelompok yang diberikan latihan jangka panjang 29,9 mg lebih ringan bila dibandingkan rata-rata kadar gula darah 2 jam PP setelah latihan pada kelompok yang diberikan latihan jangka pendek.

Uji Normalitas

Tabel 2. Hasil uji normalitas variabel umur, BB, TB, glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam pp pada kelompok latihan jangka pendek dan jangka panjang.

Dengan mempergunakan Uji Kolmogorof Smirnof pada tabel diatas terlihat bahwa Umur, Berat badan, Tinggi Badan, Kadar glukosa darah puasa dan Kadar glukosa darah 2 jam PP memiliki distribusi Normal ($p > 0,05$).

Tabel 2. Hasil uji normalitas variabel umur, BB, TB, glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam pp pada kelompok latihan jangka pendek dan jangka panjang.

Group Statistics

LAT		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
UMUR	pendek (1)	10	55.60	3.89	1.23
	panjang (2)	10	53.30	4.99	1.58
BB	pendek (1)	10	66.80	10.70	3.38
	panjang (2)	10	67.40	7.60	2.40
TB	pendek (1)	10	158.40	6.95	2.20
	panjang (2)	10	156.20	4.18	1.32
PUASA	pendek (1)	10	159.80	43.66	13.81
	panjang (2)	10	128.40	16.97	5.37
JAM2PP	pendek (1)	10	173.60	39.88	12.61
	panjang (2)	10	143.70	18.35	5.80

Uji Homogenitas

Tabel 3. Hasil uji homogenitas variabel umur, BB, TB, glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam pp pada kelompok latihan jangka pendek dan jangka panjang

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
UMUR	Equal variances assumed	1.659	.214	1.149	18	.266	2.30	2.00	-1.90	6.50
	Equal variances not assumed			1.149	16.994	.266	2.30	2.00	-1.92	6.52
BB	Equal variances assumed	1.087	.311	-.145	18	.887	-.60	4.15	-9.32	8.12
	Equal variances not assumed			-.145	16.247	.887	-.60	4.15	-9.39	8.19
TB	Equal variances assumed	3.703	.070	.858	18	.402	2.20	2.56	-3.19	7.59
	Equal variances not assumed			.858	14.771	.405	2.20	2.56	-3.27	7.67
PUASA	Equal variances assumed	4.027	.060	2.120	18	.048	31.40	14.81	.28	62.52
	Equal variances not assumed			2.120	11.659	.056	31.40	14.81	-.98	63.78
JAM2PP	Equal variances assumed	4.282	.053	2.154	18	.045	29.90	13.88	.74	59.06
	Equal variances not assumed			2.154	12.648	.051	29.90	13.88	-.17	59.97

Uji Perbedaan Rata-Rata

Tabel 4. Hasil uji beda rata-rata variabel umur, BB, TB, glukosa darah puasa dan glukosa darah 2 jam pp pada kelompok latihan jangka pendek dan jangka panjang.

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Error	5% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair PUASA - JANGKA PENDEK	13.80	9.92	3.14	-20.90	-6.70	4.399	9	.002
Pair PUASA2 - JANGKA PANJANG	15.30	11.60	3.67	-23.59	-7.01	4.173	9	.002

Pada tabel di atas dengan mempergunakan uji *Independent test* terlihat bahwa Umur, Berat badan dan Tinggi Badan, tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan diantara kedua kelompok yang diberikan latihan jangka pendek dan latihan jangka panjang ($p > 0,05$). Sedangkan Kadar Glukosa Darah Puasa dan kadar Glukosa Darah 2 jam PP setelah latihan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan diantara kedua kelompok yang diberikan latihan jangka pendek dan latihan jangka panjang ($p < 0,05$).

Dengan mempergunakan uji Paired t test, diperoleh gambaran bahwa kedua latihan tersebut, baik latihan jangka pendek dan latihan jangka panjang sama-sama memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar gula darah ($p < 0,05$). Pada tabel diatas juga terlihat bahwa penurunan kadar gula darah puasa yang diberikan latihan jangka pendek sebesar 13,80 mg, sedangkan kadar gula darah pada latihan jangka panjang 15,30. Hal ini berarti penurunan kadar glukosa darah pada latihan jangka panjang lebih tinggi 1,5 dibandingkan dengan penurunan kadar glukosa darah pada latihan jangka pendek.

PEMBAHASAN

Analisis deskriptif digunakan untuk mendapatkan gambaran karakteristik masing-masing variabel dan perubahan masing-masing variabel tergantung yang dilakukan pada latihan fisik baik jangka pendek maupun jangka panjang terlihat bahwa rata-rata penurunan glukosa darah puasa pada latihan jangka pendek adalah 159,80 mg/dl, sedangkan rata-rata penurunan glukosa darah puasa pada latihan jangka panjang adalah 128,40 mg/dl, kadar gula darah puasa latihan

jangka panjang lebih rendah, demikian juga dengan kadar glukosa darah 2 jam PP setelah latihan, pada latihan jangka pendek sebesar 173,60 mg/dl, sedangkan rata-rata penurunan glukosa darah pada latihan jangka panjang sebesar 143,70 mg/dl. Ini menunjukkan bahwa baik latihan jangka pendek maupun jangka panjang dapat menurunkan glukosa darah, hal ini disebabkan karena latihan fisik menyebabkan pengikatan GLUT-4 ke permukaan sel dan peningkatan transport glukosa (Zierath, 2000; Sakamoto, 2002).

Pada pengukuran glukosa darah segera setelah latihan menunjukkan penurunan yang bermakna disebabkan karena glukosa masuk ke dalam otot kemudian glukosa dalam otot dibakar dengan aktivitas fisik untuk energi sehingga glukosa darah menurun, dapat disebutkan bahwa kadar glukosa darah postprandial kembali normal pada 2-3 jam pp (Guyton, 2000).

Uji normalitas dengan menggunakan uji Kolmogorof Smirnof, terlihat bahwa umur, berat badan, tinggi badan, kadar gula darah puasa dan kadar gula 2 jam PP setelah latihan memiliki distribusi normal.

Uji homogenitas dengan menggunakan Uji Levene test terlihat bahwa umur, berat badan, kadar gula darah puasa dan kadar gula 2 jam PP setelah latihan adalah homogen artinya kelompok yang diberikan latihan jangka pendek dan kelompok yang diberikan latihan jangka panjang berasal dari populasi yang sama.

Dengan menggunakan uji independent test terlihat bahwa umur, berat badan dan tinggi badan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok yang diberikan perlakuan. Sedangkan kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam PP menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan diantara kedua kelompok perlakuan hal ini terjadi karena adanya rangsangan simpatis yang terjadi ketika melakukan latihan fisik baik baik jangka panjang maupun jangka pendek yang akan menyebabkan peningkatan sekresi epinefrin sehingga uptake glukosa ke dalam sel otot akan meningkat, tetapi mekanismenya masih belum diketahui (Nonogaki, 2000). Penurunan glukosa darah ini dapat terjadi karena pada otot skelet yang berkontraksi, ion kalsium intrasel akan meningkat yang akan mengaktifkan protein kinase C (PKC) yang dapat meningkatkan translokasi GLUT-4 (Richter, 2001).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses penurunan glukosa darah setelah latihan diantaranya stres metabolik yaitu ATP/ADP meningkat, rasio CP/Cr menurun dan kandungan glikogen menurun yang dapat menyebabkan aktivasi 5 AMP-activated protein kinase (AMPK) yang dapat meningkatkan translokasi GLUT-4 (Musi, 2001; Richter, 2001).

Baik latihan fisik jangka pendek dan jangka panjang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan AMP (*adenosin 5 monophosphat actived phosphokinase*), dan penurunan CP (*creatine phosphate*). Peningkatan AMP bersama AMPK dan ZMP (*Z monophosphorylated*) inilah yang nantinya akan meningkatkan AMPK-P (AMPK phosphorylated) melalui beberapa jalur antara lain; AMPK-P akan mengadakan fosforilasi untuk membentuk protein baru dan melalui protein baru inilah yang nanti akan mengaktifasi beberapa target dan mempengaruhi beberapa sistem lain di dalam tubuh. Melalui protein fosforilasi ini juga diduga terjadi translokasi GLUT4, yang pada latihan baik jangka pendek dan jangka panjang melalui AMPK-P bisa langsung mempengaruhi translokasi GLUT-4, dan melalui pengaktifan PI3-K yang selanjutnya diubah melalui PDK (*phosphoinosited dependent kinase*) kemudian mengaktifkan PK-B dan PK-C yang akan mempengaruhi translokasi GLUT-4.

Perbandingan kedua kelompok perlakuan pada latihan jangka pendek dan jangka panjang dengan mempergunakan uji Paired t test, diperoleh gambaran bahwa kedua latihan tersebut, baik latihan jangka pendek dan latihan jangka panjang sama sama memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar glukosa darah ($p < 0,05$). Pada tabel diatas juga terlihat bahwa penurunan kadar glukosa darah puasa yang diberikan latihan jangka pendek sebesar 13,80 mg, sedangkan kadar glukosa darah pada latihan jangka panjang 15,30, artinya penurunan kadar glukosa darah pada latihan jangka panjang lebih tinggi 1,5 dibandingkan dengan penurunan kadar glukosa darah pada latihan jangka pendek.

KESIMPULAN

Latihan fisik jangka pendek dapat menurunkan glukosa darah pada penderita diabetes mellitus; latihan fisik jangka panjang dapat menurunkan glukosa darah pada penderita diabetes mellitus; serta terdapat perbedaan penurunan glukosa darah pada latihan jangka pendek dan jangka panjang pada penderita diabetes mellitus, yang mana latihan fisik jangka panjang dapat menurunkan kadar glukosa darah lebih tinggi. Penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi ilmiah mengenai pengaruh latihan fisik jangka pendek dan jangka panjang terhadap penurunan glukosa darah, akan tetapi masih banyak yang harus perlu diteliti untuk memperluas penjelasan teoritik dan penerapannya khususnya dalam pengambilan sampel yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkinstall M J, Bruce CR, Nikolopoulos V, Garnham A P, Hawley JA, 2001. Effect of carbohydrate ingestion on metabolism during running and cycling, *J Appl physiol*, vol. 91, pp. 2125-2134.
- Baar K, Wende A.R, Jones T.E, Marison N' Noite L.A Chen M. Kelly DY, 1-lolloszy J.O, 2002. Adaptations of skeletal muscle to exercise: rapid increase in the transcriptional coactivator PGC-1, vol: 16, pp: 1879- 886.
- Bell D S, MB, Birmingham, Ala, 2001. Importance of Postprandial Glucose Control, vol.94.
- Brooks CA, Fahey ID, 1985. Exercise Physiology Human Bioenergetics and Its Applications. New York: Macmillan Publishing Co, pp 326, 432
- Devlin TM, 1992. Glycogenolysis and Glycogenesis. in *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*. New York: Wiley-Liss, pp 353-356.
- Diana W, Richard A, 1991. Nursing Management of Diabetes Mellitus, edisi tiga, by Springer Publishing Company. pp. 17-74.
- Dohrn CL, 2002. Exercise Effects on Muscle Insulin Signaling and Action Invited Review: Regulation of skeletal muscle GLUT-4 expression by exercise, vol. 93, pp782-787.
- Effendi, C, 2002, Pengaruh Latihan Terliadap Transport Glukosa kedalam s otot Skelet, Seminar IAIFI.
- Eric T, Poehlman, Roman V, Dvorak, Denino W.F, Brochu M, Ades P.A, 2000. Effects of Resistance Training and Endurance Training on Insulin Sensitivity in Nonobese, Young Woman: A Controlled Randomized Trial, Vol. 85.
- Foster U and Klip A, 2000. Mechanism and regulation of GLUT-4 vesicle fusion in muscle and fat cells. *Am J physiol*, vol. 279, pp.
- Fox F, Bowers RW, Foss ML, 1993. *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, 5 edition. Wisconsin: Brown n Benchmark. pp 514-515.
- Fox SI, 1999. *Human Physiology*. 6 edition. Boston: The Mc Graw-Hill Companies, pp 107- I, 6 16-620
- Ganong F.G, 2001. *Review of Medical Physiology*, McGraw-Hill, New York, p.526
- Garvey W.T, Maianu L, Zhu J.H, Fook G.13, Wallace P, Baron A.D, 1998. Evidence for Defects in the Trafficking and Translocation of GLUT4 Glucose Transporters in Skeletal Muscle as a Cause of Human Insulin Resistance, vol 104, P: 2377-2386.
- Goodyear Li, Khan BB, 1998. Exercise, Glucose Transport, and Insulin Sensitivity. *Annu. Rev. Med.* 49: 235-61.

- Gorovits N, Charron M.J, 2003. That We Know about Facilitative Glucose Trtansporters, Vol.31, pp. 163-172.
- Gorski J, Dobrzyn A, Piotrowska MZ, 2002. The Sphingomyelin-Signalling Pathway in Skeletal Muscles and Its Role in Regulayion of Glucose Uptake, Academy of Sciences, vol 967, pp. 236-248.
- Guyton AC, HaD JE, 2000. Textbook of Medical Physiology. 10 edition. Philadelphia: V Saunc Company, pp 11-12,43-55,73-79, 772-774, 798-799, 850, 862, 884-887, 962.
- Harjanto, 2003. Petanda Biologis dan Faktor yang Mempengaruhi Derajat Stres Oksidatif pada Latihan Olahraga Aerobik Sesaat. Surabaya: Disertasi Program Doktor Pascasarjana Universitas Airlangga, hal 1-3.
- 1 iE, Kleinbaum AP, 1985. Introduction to Randomized Clinical Trials. In The Basic of Randomized Clinical Trials with an Emphasis on Contraceptive Research. North Carolina: Family Health International, pp 29-31.
- Harris L 2001. Frequency of Blood Glucose Monitoring Relation to Glycernic Control i Patient With Type 2. Diabetes, Diabetes Care vol. 24, pp. 979-982.
- Henriksen EJ, 2002. Exercise of Muscle Insulin Signalingand Action InvitedReview: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance, vol.93, pp: 788-796.
- Janssen PGJM. 1989. Training—Lactate—Pulse Rate. Penerjemah MM Pringgoatmojo, Mutalib Abdullah. pp 26.
- Jonathan S 2002. Activation of AMP Unase enhances sensitivity of mucle glucose transport to insulin, vol. 282, pp. 18-23.
- IJacr M, Engfred K, Femandes A, SecherNH, Galbo H, 1993. Regulation of Hepatie Glucose Production during Exercise in Human: Role of Sympathoadrenergic activity. Am JPhysiol. Aug;265;E275-83.
- Liben P, 2002. Pengaruh Latihan Fisik Pada Translokasi GLUT-4, Seminar Ilmiab IAIFI.
- Malombo K.J, Anagnostopoulus A, 2002. Whole-Blood Glucosa Testing at Alternate Sites, Diabetes Care, vol 25, pp. 337-34 1.
- Marlis RB, Vranic M, 2002. Intense Exercise Has Unique Effects on Both Insulin Release and Its Roles in Glucoregulation. Pp. 271-283.
- M PA, 2000. Harper's Biochemistry, 25 edition. Edited by: Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. New York: McGraw-Hill, pp i 159, 173, 177,
- Meissner T, Otonkoski 1, Feneberg R, Beinbrech B, Apostolidou S Sippila I, Schaefer F, Mayatepek E, 2001. Exeercise induced hypoglycaennnc hypcrinsulinism, vol.84, pp. 254-257.

- Mueckler MM, 1995. Glucose Transport and Glucose Homcostasis: New insights From Transgenic Mice. NIPS vol. 10. p.
- Noble Bi, 1936. Physiology ofE.. and Sport. St.Louis: Times Mirror/ Mosby College Publishing, pp 72-84.
- Santoso K.P, 2001. Pengaruh Exercise Terhadap Translokasi GLUT-4, Seminar Nasional XI
- Shephred P.R, Kahn B.B, 1999. Glucosa Transporter and Insulin Action, The New England Journal of Medicine, Boston.
- Soeparman, 1991. ilmu Penyakit Dalam,jilid 1, edisi kedua, Balai Penerbit FKUI, Jakarta, pp. 365-402.