

Pengaruh diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja

Tabita Prawita Siwi¹, Fillah Fithra Dieny^{1,2*}, Deny Yudi Fitrianti^{1,2}

ABSTRACT

Background : Stability of blood glucose level is the important key of football match. Low Glycemic Load (GL) foods can decrease the metabolism change during postprandial time and during exercise.

Objective : The purpose of this study was to know the effect of diet with arrangement Glycemic Index (GI) and GL on blood glucose level in young football athletes.

Methods : Quasi experimental study on 21 male football athletes aged 14-18 years old at Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) Jawa Tengah. Subjects were divided into three groups : High GI with High GL diet (H-H) with GI=70 GL=47, Low GI with High GL diet (L-H) with GI=35 GL=22, and Low GI with Low GL diet (L-L) with GI=34 GL=6. Subjects fasted before intervention. Data collected were VO₂max and body fat percentage, blood glucose level one hour after intervention (BGL 1), blood glucose level two hour after intervention (BGL 2), and blood glucose level after running exercised with distance 2.4 km (BGL 3). Bivariate analysis used Kruskal Wallis test.

Results : All of groups have same characteristics of age, body fat percentage, and VO₂max. There were significant effect of diet with arrangement GI and GL on BGL 1 and BGL 2 ($p < 0.05$), there was no effect of diet with arrangement GI and GL on BGL 3 ($p > 0.05$).

Conclusion : Diets with arrangement Glycemic Index and Glycemic Load affected blood glucose level one hour and two hour after intervention. The increases of blood glucose level occurred significantly in group that given low Glycemic Index and low Glycemic Load diet.

Keywords : Glycemic Index; Glycemic Load; Blood Glucose; Athlete

ABSTRAK

Latar Belakang : Kestabilan kadar glukosa darah merupakan kunci penting dalam pertandingan sepak bola. Makanan dengan beban glikemik (BG) rendah dapat mengurangi perubahan metabolisme selama masa postprandial dan latihan, namun sampai saat ini penelitian tentang makanan atlet masih banyak yang mempertimbangkan indeks glikemik saja.

Tujuan : Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian diet dengan pengaturan Indeks Glikemik (IG) dan BG terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja.

Metode : Penelitian quasi experimental pada 21 subjek atlet sepak bola laki-laki 14-18 tahun di Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) Jawa Tengah. Subjek dibagi menjadi tiga kelompok: IG tinggi dengan BG tinggi (T-T) dengan IG=70 BG=47, IG rendah dengan BG tinggi (R-T) dengan IG=35 BG=22, dan IG rendah dengan BG rendah (R-R) dengan IG=34 BG=6. Subjek dipuasakan sebelum intervensi. Data yang diambil meliputi VO₂maks dan persen lemak tubuh, kadar glukosa darah 1 jam setelah intervensi (KGD 1), kadar glukosa darah 2 jam setelah pemberian intervensi (KGD 2), dan kadar glukosa darah sesaat setelah latihan lari jarak 2,4 km (KGD 3). Analisis bivariat menggunakan Kruskal Wallis test.

Hasil : Ketiga kelompok memiliki karakteristik usia, persen lemak tubuh, dan VO₂maks yang sama. Ada pengaruh pemberian diet dengan pengaturan IG dan BG pada KGD 1 dan KGD 2 ($p < 0,05$), tidak ada pengaruh pemberian diet dengan pengaturan IG dan BG pada KGD 3 ($p > 0,05$).

Simpulan : Ada pengaruh pemberian diet dengan pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik pada kadar glukosa darah 1 jam dan 2 jam setelah intervensi. Peningkatan kadar glukosa darah terjadi secara signifikan pada kelompok Indeks Glikemik rendah dengan Beban Glikemik rendah.

Kata kunci : Indeks Glikemik; Beban Glikemik; Glukosa Darah; Atlet

PENDAHULUAN

Keikutsertaan remaja dalam mengikuti bidang keolahragaan semakin meningkat, salah satunya yaitu

cabang olahraga sepak bola. Hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya sekolah atau klub-klub sepak bola yang mendidik atlet usia muda. Selain itu, saat ini banyak pertandingan sepak bola dengan klasifikasi usia yang relatif muda, seperti pertandingan kategori usia 21 tahun ke bawah (U-21), kategori usia 19 tahun ke bawah (U-19), dan lain-lain. Atlet remaja membutuhkan energi yang sangat besar yang disebabkan oleh faktor fisiologis yaitu percepatan pertumbuhan (*growth spurt*) dan aktifitas fisiknya yang sangat tinggi. Akan tetapi, tingginya kebutuhan energi pada atlet remaja seringkali tidak terpenuhi.¹

¹ Program Studi Ilmu Gizi, Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang, Semarang 50275; telp. 085640204747;

² Center of Nutrition Research (CENURE), Universitas Diponegoro, Semarang. Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang 50275.

* **Korespondensi**: E-mail: fillahdieny@gmail.com

Pemenuhan energi pada atlet remaja sangat penting untuk menjaga performa atlet pada saat latihan maupun pertandingan.²

Kestabilan kadar glukosa darah merupakan kunci penting dalam pertandingan sepak bola yang berdurasi panjang dan berintensitas tinggi.³ Intensitas permainan yang tinggi apabila tidak diimbangi dengan waktu pemulihan yang cukup dapat menyebabkan hipoglikemia pada atlet.⁴ Penurunan kadar glukosa darah dapat menyebabkan kelelahan dan berdampak pada sistem saraf sentral sehingga dapat mengganggu performa atlet.^{5,6} Pemberian karbohidrat yang tepat dapat menjaga kadar gula darah atlet tetap optimal selama latihan atau pertandingan. Pengaturan karbohidrat sebelum pertandingan mempertimbangkan waktu dan jenis makanan yang dikonsumsi. Tiga sampai empat jam sebelum pertandingan konsumsi karbohidrat diberikan dalam bentuk makanan lengkap, dapat berupa nasi, mie, dan lainnya. Dua sampai tiga jam sebelum pertandingan karbohidrat diberikan dalam bentuk makanan ringan atau *snack* yang mengandung kalori lebih rendah namun tinggi karbohidrat, seperti roti, buah-buahan, dan lain sebagainya.⁷

Penelitian sebelumnya telah mempertimbangkan pemberian karbohidrat pada atlet dengan memperhatikan indeks glikemiknya (IG). Penelitian menunjukkan bahwa makanan tinggi karbohidrat dengan IG rendah tepat digunakan untuk olahraga dengan durasi yang panjang, karena dapat menjaga kestabilan glukosa darah selama latihan.^{8,9} Penelitian lain yang dilakukan pada atlet lari juga menunjukkan bahwa pemberian IG rendah dapat menjaga penurunan kadar glukosa darah secara lebih stabil.¹⁰ Pada dasarnya, IG hanya mengindikasikan tipe karbohidratnya saja, tanpa memperhitungkan jumlah total karbohidrat pada sebuah makanan, yang juga dapat berdampak pada kadar glukosa darah.¹¹

Pada tahun 1997, konsep *Glycemic Load* atau beban glikemik (BG) diperkenalkan oleh peneliti-peneliti dari Universitas Harvard, untuk menghitung kuantitas dari seluruh efek glikemik dari satu porsi makanan. BG didefinisikan sebagai IG pangan dikalikan dengan kandungan karbohidrat pangan tersebut. Oleh karena itu, BG menggambarkan kualitas dan kuantitas karbohidrat dalam pangan. BG mengurutkan mutu pangan berdasarkan IG dan kandungan karbohidrat dalam pangan.¹² Hubungan antara IG dengan BG tidak selalu sebanding, contohnya makanan yang IG tinggi dapat memiliki BG yang rendah apabila dikonsumsi dalam jumlah kecil. Sebaliknya, makanan dengan IG rendah dapat memiliki BG yang tinggi, tergantung dari jumlah porsi yang dikonsumsi.¹³

Beban glikemik dapat memperkirakan dampak dari sejumlah karbohidrat dan IG dalam konsentrasi glukosa darah pada waktu yang sama. Makanan dengan

BG rendah dapat mengurangi perubahan metabolisme selama masa postprandial dan selama latihan berlangsung. Hal tersebut ditunjukkan dengan rendahnya oksidasi karbohidrat, tingginya gliserol dan konsentrasi asam lemak bebas. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi diet BG rendah atau tinggi sebelum latihan tidak memiliki efek terhadap perubahan *time to exhaustion* (TEE) dan *rating perceived exertion* (RPE), akan tetapi diet dengan BG rendah memicu terjadinya peningkatan serum asam lemak bebas dibanding diet BG tinggi.¹⁴

Sampai saat ini penelitian tentang pengaturan (pemberian) makanan pada atlet sebelum latihan belum banyak mempertimbangkan mengenai beban glikemik, terutama di Indonesia. Beberapa hasil penelitian sebelumnya hanya mempertimbangkan faktor indeks glikemik saja. Sementara itu untuk menjaga kestabilan glukosa darah tidak hanya dibutuhkan tipe karbohidratnya saja, melainkan perlu memperhatikan jumlah total karbohidrat yang dikonsumsi atlet.⁸ Pengaturan makanan dengan memperhatikan BG pangan dapat memberikan pengetahuan baru di bidang gizi olahraga. Akan tetapi belum banyak penelitian yang mengembangkan efek BG terhadap performa atlet. Berdasarkan hal tersebut Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian diet 2 jam sebelum latihan dengan pengaturan IG dengan BG terhadap kadar glukosa darah atlet. Penelitian ini melibatkan tiga kelompok subjek, dimana kelompok pertama diberikan makanan indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik tinggi (T-T), kelompok kedua diberikan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik tinggi (R-T), dan kelompok ketiga diberikan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah (R-R). Pemberian makanan IG rendah dengan BG rendah diharapkan dapat menjaga kadar glukosa atlet agar lebih stabil.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada atlet sepak bola remaja di Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) Jawa Tengah pada bulan Desember 2016. Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental*, dan termasuk dalam lingkup bidang gizi masyarakat. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *consecutive sampling*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 21 orang tanpa *drop out*, dengan kriteria inklusi antara lain laki-laki berusia 14-18 tahun, tidak sedang sakit atau dalam perawatan dokter, tidak memiliki riwayat penyakit jantung, paru-paru, dan diabetes mellitus, tidak mengonsumsi alkohol dan merokok 24 jam sebelum penelitian, memiliki VO_2 maks dalam rentan 45,2/kgBB/menit – 59,8/kgBB/menit.

Penelitian dibagi dalam kelompok diet Indeks Glikemik Tinggi Beban Glikemik Tinggi (T-T), Indeks Glikemik Rendah Beban Glikemik Tinggi (R-T), dan Indeks Glikemik Rendah Beban Glikemik Rendah (R-R). Masing-masing kelompok terdiri dari 7 orang subjek. Tiga hari sebelum pemberian intervensi, dilakukan pengambilan data identitas subjek serta pengukuran persen lemak tubuh dan VO₂maks pada seluruh subjek.

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik, dengan variabel terikat yaitu kadar glukosa darah. Data yang dikumpulkan antara lain kadar glukosa darah yang diambil melalui pembuluh vena, usia, persen lemak tubuh yang diukur dengan BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*), dan data volume oksigen maksimal (VO₂maks) diukur dengan metode tes Lari *Multi-Stage*.

Kadar glukosa darah merupakan kadar glukosa darah subjek yang diukur melalui pengambilan darah vena yang dilakukan oleh petugas laboratorium. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu 1 jam setelah pemberian diet (KGD 1), 2 jam setelah pemberian diet (KGD 2), dan sesaat setelah latihan lari 2400 m (KGD3). Diet dengan pengaturan IG dan BG diberikan 2 jam sebelum latihan 1 kali pemberian, terbagi menjadi tiga kelompok. Kelompok T-T berupa roti tawar putih 50g (126,7 kkal), selai 20g (53,6 kkal), dan semangka 370g (141,5 kkal) dengan nilai IG 70 dan BG 47. Kelompok R-T berupa apel 300g (15,6 kkal), pir 150g (78,5 kkal), dan yoghurt plain 250ml (95 kkal), dengan nilai IG 35 dan BG 22. Kelompok R-R berupa kacang kedelai 110 gram (292 kkal) dan jus tomat 300ml (43 kkal), dengan nilai IG

34 dan BG 6. Ketiga kelompok memiliki kalori yang sama yaitu ±330 kkal.

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan program komputer. Analisis univariat digunakan untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi data usia, persen lemak tubuh, dan VO₂maks. Uji normalitas menggunakan *Saphiro-Wilk*. Analisis bivariat menggunakan uji Kruskal Wallis karena data kadar glukosa darah 1 dan 2 jam setelah pemberian diet dan sesaat setelah latihan terdistribusi tidak normal.

HASIL

Penelitian dilakukan pada 21 subjek yang terbagi menjadi 3 kelompok. Masing-masing kelompok terdiri dari 7 orang. Selama penelitian berlangsung, tidak ada subjek yang *drop out*.

Karakteristik Subjek

Berdasarkan Tabel 1, rerata usia ketiga kelompok tidak jauh berbeda dan memiliki varians yang sama ($p>0,05$). Persen lemak tubuh dan VO₂ maks pada ketiga kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kelompok memiliki karakteristik usia, persen lemak tubuh VO₂ maks yang sama.

Tabel 2. mendeskripsikan frekuensi masing-masing kategori persen lemak tubuh dan VO₂maks. Persen lemak tubuh pada ketiga kelompok termasuk dalam kategori ideal, normal, dan 1 subjek dalam kategori lebih. Sementara itu, VO₂maks pada ketiga kelompok termasuk kategori baik, sangat baik, dan paling baik.

Tabel 1. Gambaran umum subjek pada ketiga kelompok

		Usia (tahun)	Persen Lemak Tubuh (%)	VO ₂ maks (ml/kg/menit)
T-T	Rerata ±SD	15,7±1,1	16±2,4	52,2±3,2
	Minimum	14	12,1	46,8
	Maksimum	17	18,6	57,1
R-T	Rerata ±SD	15,6±0,7	16±4	51,2±1,9
	Minimum	14	9,1	47,4
	Maksimum	16	21,3	53,7
R-R	Rerata ±SD	16±1	16,6±2,2	52,7±2
	Minimum	15	14,7	51,4
	Maksimum	18	19,6	57,1
	<i>p</i> *	0,864	0,884	0,360

*Kruskal Wallis Test0

Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok T-T

KGD 1 pada kelompok T-T memiliki rerata sebesar 71,43 mg/dl. Terjadi peningkatan pada KGD 2 dengan rerata 78 mg/dl. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara KGD 1 dan KGD 2 ($p>0,05$).

Kemudian terjadi peningkatan kembali pada KGD 3 dengan rerata 81,29 mg/dl. Tidak ada perbedaan signifikan antara KGD 2 dan KGD 3 pada kelompok T-T ($p>0,05$). Perbedaan Kadar glukosa darah kelompok T-T dijelaskan pada Gambar 1.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Karakteristik Subjek

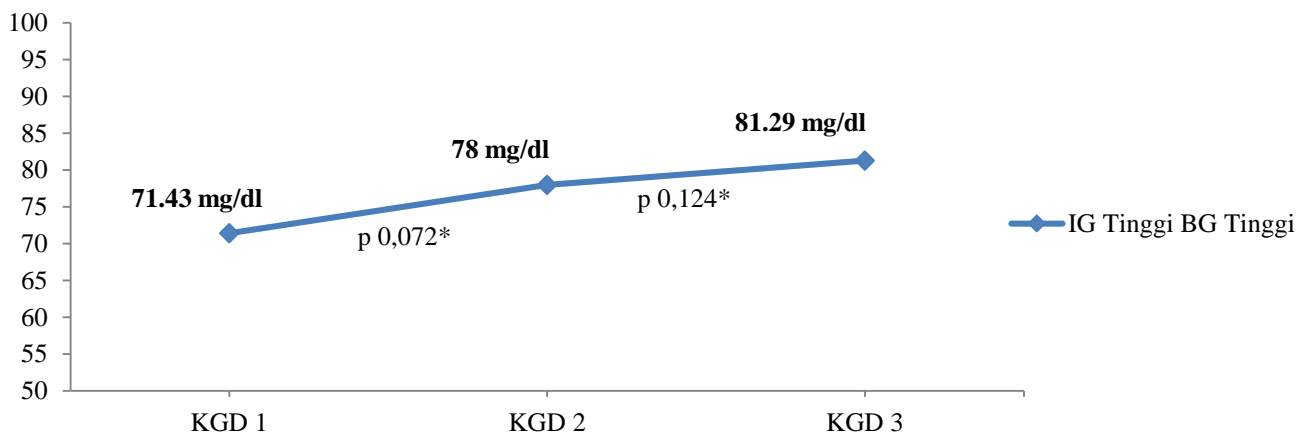
	Kategori	T-T (n=7)		R-T (n=7)		R-R (n=7)		Total (n=21)
		n	%	n	%	n	%	
Persen lemak tubuh (%)	Ideal (<14,3)	2	28,6	2	28,6	0	0	2 (9,5%)
	Normal (<20,2)	5	71,4	4	57,2	7	100	12 (57,2%)
	Lebih (≥20,2)	0	0	1	14,2	0	0	7 (33,3%)
VO ₂ maks (ml/kg/ menit)	Baik (45,2-50,9)	1	14,2	2	28,4	0	0	3 (14,3%)
	Sangat baik (51,0-55,9)	5	71,6	5	71,6	6	85,8	16 (76,2%)
	Paling baik (>55,9)	1	14,2	0	0	1	14,2	2 (9,5%)

Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok R-T

KGD 1 kelompok R-T memiliki rerata sebesar 73,43 mg/dl. KGD 2 mengalami peningkatan dengan rerata 78,71 mg/dl. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara KGD 1 dan KGD 2 pada kelompok R-T ($p>0,05$). KGD 3 mengalami peningkatan kembali dengan rerata 83 mg/dl. Tidak ada perbedaan signifikan antara KGD 2 dan KGD 3 pada kelompok R-T ($p>0,05$). Perbedaan kadar glukosa darah kelompok R-T dijelaskan pada Gambar 2.

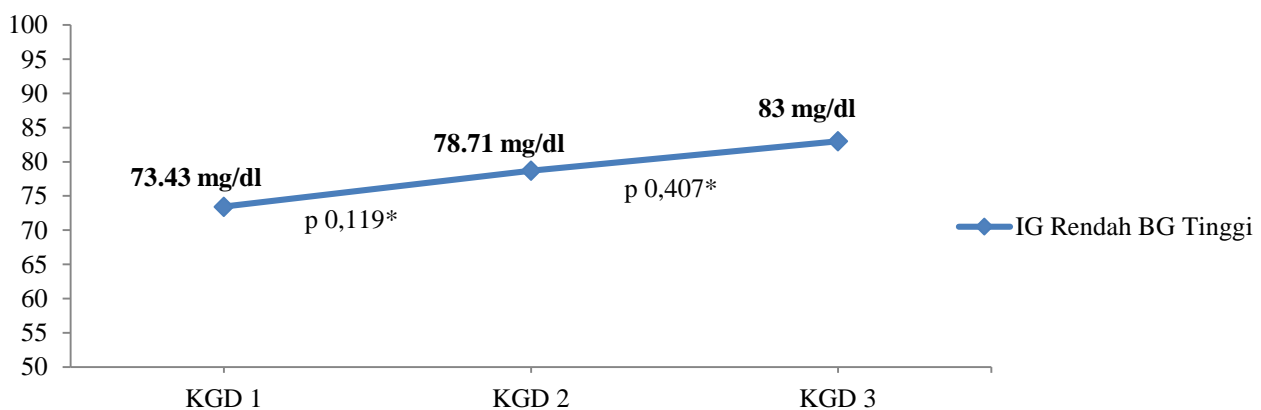
Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok R-R

KGD 1 kelompok R-R memiliki rerata sebesar 63,14 mg/dl. KGD 2 mengalami peningkatan dengan rerata 68,14 mg/dl. Ada perbedaan signifikan antara KGD 1 dan KGD 2 pada kelompok R-R ($p<0,05$). KGD 3 mengalami peningkatan kembali dengan rerata 72 mg/dl. Ada perbedaan signifikan antara KGD 2 dan KGD 3 pada kelompok R-R ($p<0,05$). Peningkatan kadar glukosa darah pada kelompok R-R terjadi secara stabil. Perbedaan kadar glukosa darah kelompok R-R dijelaskan pada Gambar 3.



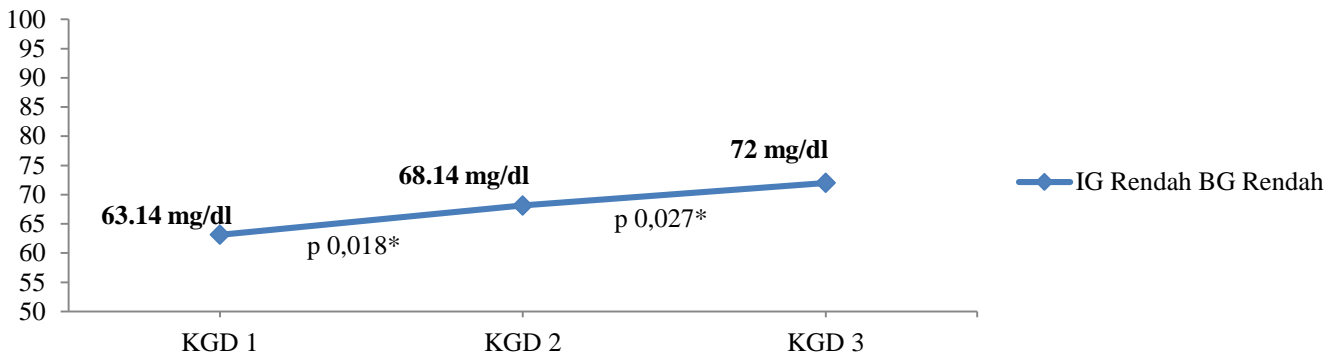
*paired t-test

Gambar 1. Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok T-T



*paired t-test

Gambar 2. Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok R-T



*Wilcoxon-test

Gambar 3. Perbedaan Kadar Glukosa Darah pada Kelompok R-R

Pengaruh Diet dengan Pengaturan IG dan BG Terhadap Kadar Glukosa Darah

Berdasarkan Tabel 3. diketahui bahwa terdapat perbedaan pada KGD 1 dan KGD 2 ($p < 0,05$) pada ketiga kelompok. Namun, tidak ada perbedaan pada KGD 3 antara ketiga kelompok ($p > 0,05$).

Kemudian dilakukan uji lanjut untuk mengetahui letak perbedaan KGD 1 dan KGD 2 (Tabel 4). Tidak ada perbedaan signifikan pada KGD 1 dan KGD 2 antara kelompok T-T dengan R-T ($p > 0,05$). Terdapat

perbedaan signifikan pada KGD 1 dan KGD 2 antara kelompok TT dengan RR dan RT dengan RR ($p < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 5. diketahui bahwa perubahan glukosa darah tidak selalu mengalami peningkatan pada ketiga kelompok. Pada kelompok T-T terjadi penurunan masing-masing sebesar 14,3% pada $\Delta 1$ dan $\Delta 2$. Pada kelompok R-T juga terjadi penurunan pada $\Delta 1$ dan $\Delta 2$, masing-masing sebesar 14,3% dan 42,9%. Kelompok R-R tidak mengalami penurunan kadar glukosa darah baik pada $\Delta 1$ maupun $\Delta 2$, akan tetapi 14,3% tidak mengalami perubahan kadar glukosa darah pada $\Delta 2$.

Tabel 3. Pengaruh diet dengan pengaturan IG dan BG terhadap kadar glukosa darah pada ketiga kelompok

	T-T (n=7)			R-T (n=7)			R-R (n=7)			p
	Rerata \pm SD	Min	Mak	Rerata \pm SD	Min	Mak	Rerata \pm SD	Min	Mak	
KGD 1	71,4 \pm 8,4	62	85	73,4 \pm 9,3	64	86	63,1 \pm 2,3	60	66	0,041*
KGD 2	78,0 \pm 11,2	60	97	78,7 \pm 9,5	68	96	68,1 \pm 2,9	66	74	0,024**
KGD 3	81,3 \pm 12,8	62	101	83,0 \pm 13,6	64	98	72,0 \pm 2,2	70	76	0,155*

*one-way ANOVA Test, **Kruskall Walli Test

Tabel 4. Perbedaan KGD 1 dan KGD 2 pada ketiga kelompok

	TT-RT	TT-RR	RT-RR
	p	p	P
KGD 1	0,681*	0,041*	0,026*
KGD 2	0,900*	0,034**	0,010**

*Independent T Test, **Mann-Whitney U test

Tabel 5. Karakteristik perubahan kadar glukosa darah pada ketiga kelompok

Kategori	T-T (n=7)		R-T (n=7)		R-R (n=7)		Total (n=21)	
	n	%	n	%	n	%		
$\Delta 1$ *	Naik	6	85,7	6	85,7	7	100	19 (90,5)
	Tetap	0	0	0	0	0	0	0 (0)
	Turun	1	14,3	1	14,3	0	0	2 (9,5)
$\Delta 2$ **	Naik	6	85,7	4	57,1	6	85,7	16 (76,2)
	Tetap	0	0	0	0	1	14,3	1 (4,7)
	Turun	1	14,3	3	42,9	0	0	4 (19,1)

* $\Delta 1 = \text{KGD } 2 - \text{KGD } 1$ * $\Delta 2 = \text{KGD } 3 - \text{KGD } 2$

PEMBAHASAN

Hasil uji beda pada karakteristik subjek meliputi usia, persen lemak tubuh dan VO₂ Max menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan usia, persen lemak tubuh dan VO₂ maks atlet pada masing-masing kelompok ($p>0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa ketiga kelompok dalam kondisi yang sama pada saat penelitian dilakukan.

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu 1 jam dan 2 jam setelah pemberian diet dan sesaat setelah latihan. Berdasarkan hasil pengukuran, rerata kadar glukosa darah pada ketiga kelompok terus meningkat, bahkan setelah melakukan latihan. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh proses metabolisme karbohidrat atlet yang diindikasikan bahwa laju pelepasan glukosa dari hati cukup untuk mengkompensasi penggunaan glukosa darah.¹⁵ Pada atlet ketahanan konsentrasi insulin lebih rendah dan kadar katekolamin secara progresif meningkat selama pertandingan⁶, merangsang laju lipolisis kemudian melepas asam lemak bebas ke aliran darah. Peningkatan kadar katekolamin menyebabkan penggunaan trigliserida otot lebih tinggi. Proses tersebut mungkin merupakan proses kompensatori terhadap penurunan glikogen otot dan menguntungkan dalam menjaga kadar glukosa darah.¹⁵

Selain itu, peningkatan kadar glukosa darah juga dapat disebabkan oleh waktu cerna karbohidrat pada atlet. Tiga sampai empat jam setelah pemberian diet makanan tinggi karbohidrat dapat mengurangi pemecahan glikogen di otot dan hati. Setelah puasa semalam, konsumsi makanan yang mengandung 2,5 g karbohidrat/kg BB dapat meningkatkan glikogen otot 11-15% dan glikogen hati 33%, 3 jam setelah pemberian diet.¹⁶ Dalam penelitian ini, pengukuran kadar glukosa darah atlet dilakukan 1 jam dan 2 jam setelah pemberian diet dan setelah latihan lari selama ± 10 menit. Hal tersebut memungkinkan bahwa efek dari makanan terhadap kadar glukosa darah atlet masih berjalan, dan penurunan kadar glukosa darah dapat terlihat pada 3 jam setelah pemberian diet atau pada waktu-waktu selanjutnya.

Faktor lain yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah selama latihan yaitu simpanan glikogen. Apabila dilihat dari persen lemak tubuhnya, subjek cenderung memiliki masa otot yang cukup banyak, sehingga memungkinkan untuk menyimpan glikogen otot dalam jumlah yang banyak. Glikogen merupakan sumber energi yang paling sering digunakan dalam latihan. Energi yang berasal dari glikogen dapat dihasilkan tiga kali lebih cepat dibandingkan energi yang berasal dari sumber lain. Simpanan glikogen yang cukup akan mempertahankan kadar glukosa darah atlet tetap dalam keadaan yang normal.¹⁷ Subjek yang terlibat dalam penelitian ini

dimungkinkan memiliki simpanan glikogen yang cukup, sehingga setelah latihan pun kadar glukosa darah pada ketiga kelompok tetap mengalami peningkatan.

Tidak ada perbedaan yang signifikan antara KGD 1 dan KGD 2 serta KGD 2 dan KGD3 pada kelompok diet T-T dan R-T ($p>0,05$), sementara pada kelompok diet R-R terdapat perbedaan signifikan antara KGD 1 dan KGD 2 serta KGD 2 dan KGD setelah latihan ($p<0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa walaupun kadar glukosa darah pada kelompok T-T dan R-T lebih tinggi dan sama-sama terjadi peningkatan, namun peningkatan kadar glukosa darah pada kelompok R-R lebih signifikan walaupun kadar glukosa darah kelompok R-R lebih rendah dibandingkan kelompok T-T dan R-T.

Terdapat perbedaan pada KGD 1 dan KGD 2 ($p<0,05$) antara ketiga kelompok. Namun, tidak ada perbedaan pada KGD 3 antara ketiga kelompok ($p>0,05$). Uji lanjut untuk mengetahui letak perbedaan menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan pada KGD 1 dan KGD 2 antara kelompok T-T dan R-T ($p>0,05$). Perbedaan signifikan terdapat pada KGD 1 dan KGD 2 antara kelompok T-T dengan R-R dan R-T dengan R-R ($p<0,05$). Pada penelitian ini laju peningkatan glukosa darah pada kelompok R-R terjadi secara perlahan, sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada atlet lari yang menyatakan bahwa makanan dengan IG rendah dan BG rendah merangsang perubahan metabolisme yang lebih kecil selama 2 jam setelah makan dan selama latihan.¹⁸

Pada penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa makanan dengan BG rendah memiliki respon insulin yang lebih rendah selama 2 jam setelah makan, sehingga oksidasi karbohidrat lebih rendah dibanding makanan dengan beban glikemik tinggi.¹⁸ Insulin merupakan sebuah hormon peptida yang terbentuk dari prekursor pro insulin dan disintesis oleh sel β pankreas, yang disekresi untuk merespon peningkatan kadar glukosa darah. Insulin mempengaruhi metabolisme glukosa dengan meningkatkan *uptake* glukosa oleh hati, yang kemudian akan diubah menjadi glikogen. Pembentukan glukosa (glukoneogenesis) dan pemecahan glikogen untuk membentuk glukosa (glikogenolisis) akan dihambat oleh insulin. Transport glukosa melewati membrane sel ke otot dan jaringan adipose difasilitasi oleh insulin dan berpengaruh langsung pada penurunan kadar glukosa darah.¹⁹ Oleh karena itu, lambatnya respon insulin pada kelompok R-R menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah terjadi secara signifikan, sehingga pada KGD3 kadar glukosa darah kelompok R-R dapat mengimbangi kelompok T-T dan R-T.

Pada ketiga kelompok diet tidak selalu terjadi peningkatan kadar glukosa darah. Pada subjek kelompok T-T dan R-T juga terjadi penurunan glukosa

darah antara KGD 1 terhadap KGD 2 dan KGD 2 terhadap KGD 3. Pada subjek kelompok R-R tidak terjadi penurunan kadar glukosa darah, namun pada salah satu subjek tidak terjadi perubahan kadar glukosa darah antara KGD 2 terhadap KGD 3. Apabila dilihat dari masing-masing subjek penelitian, perubahan kadar glukosa darah pada kelompok R-R terjadi secara lebih stabil. Beberapa hal dapat mempengaruhi respon glukosa darah, seperti faktor hormonal, simpanan glikogen, usia, jenis kelamin, penggunaan obat-obatan, konsumsi alkohol dan merokok, intensitas latihan, dan asupan karbohidrat.

Dalam penelitian ini, variabel faktor hormonal dan simpanan glikogen atlet tidak dapat dikontrol, yang mungkin dapat menjadi penyebab perbedaan respon glukosa darah subjek. Terdapat perbedaan respon peningkatan dan penurunan kadar glukosa darah mungkin dipengaruhi oleh respon hormonal yaitu insulin dan glukagon pada masing-masing subjek. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon insulin dan glukagon pada individu selama latihan. Hormon insulin meningkat pada tiga menit pertama latihan, kemudian menurun secara progresif hingga akhir latihan. Namun ada juga individu yang memiliki kadar insulin tetap tinggi hingga 2 jam setelah latihan selesai. Sementara respon hormon glukagon ada yang mengalami peningkatan, namun juga ada yang mengalami penurunan selama latihan.^{20,21} Dalam penelitian ini subjek yang digunakan pada masing-masing kelompok berbeda-beda, sehingga respon glukosa darah yang dihasilkan pun akan sangat bervariasi. Perbedaan respon masing-masing individu terhadap metabolisme karbohidrat mungkin merupakan penyebab perbedaan respon peningkatan dan penurunan kadar glukosa darah dalam penelitian ini.

Hasil penelitian ini tidak berbeda dengan penelitian sebelumnya pada atlet sepak bola yang menunjukkan konsumsi minuman elektrolit yang mengandung karbohidrat dengan konsentrasi 6% pada 2 jam sebelum dan sepanjang pertandingan sepak bola, awalnya terjadi peningkatan konsentrasi glukosa darah pada babak pertama. Namun eselanjutnya juga terjadi penurunan konsentrasi glukosa darah di babak kedua. Oleh sebab itu, masih perlu strategi suplementasi karbohidrat yang lebih efektif dan dikembangkan untuk mempertahankan konsentrasi glukosa darah sepanjang durasi pertandingan sepak bola.²²

SIMPULAN

Terdapat pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja pada 1 jam dan 2 jam setelah pemberian diet ($p < 0,05$). Pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan

beban glikemik tidak berpengaruh terhadap kadar glukosa darah setelah latihan pada atlet sepak bola remaja ($p > 0,05$). Peningkatan kadar glukosa darah terjadi secara signifikan pada kelompok Indeks Glikemik rendah dengan Beban Glikemik rendah ($p < 0,05$).

SARAN

Pemberian diet dengan Indeks Glikemik rendah dan Beban Glikemik rendah tepat diberikan pada olahraga jenis ketahanan atau *endurance* karena merangsang perubahan metabolisme yang lebih kecil dibandingkan makanan dengan beban glikemik yang tinggi. Sehingga diharapkan makanan dengan beban glikemik rendah dapat menjaga kestabilan kadar glukosa darah selama latihan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Coutinho LAA, Porto CPM, Pierucci APTR. Critical evaluation of food intake and energy balance in young modern pentathlon athletes: a cross-sectional study. *Journal International Social Sports Nutrition*. 2016;13(1):15.
2. Maughan, R. Burke, L. Kirkendall D. F-MARC Nutrition for Football. Consens Conf Nutr Football, held Home FIFA Zurich Sept 2005 [Internet]. 2010;33. Available from: http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/medical/51/55/15/nutritionbooklet_neue2_010.pdf
3. Pannoni N. The Effect of Various Carbohydrate Supplements on Postprandial Blood Glucose Response in Female Soccer Players [Tesis]. Florida: University of South Florida; 2011.
4. Evasovic RG, Dario CC, Udrinowitsch C, Zourdos MC, Fernandez J, Mendez A, et al. Does carbohydrate supplementation enhance tennis match play performance? *Journal International Social Sports Nutrition*. 2013;46(10).
5. Covacs MS. Carbohydrate intake and tennis: are there benefits? *Journal Sport Medicine*. 2006;40(5).
6. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M BJ. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medical Science of Sport Exercise*. 2006;6(38):1165–74.
7. Dorfman L. Nutrition for exercise and sports performance. 12th ed. Philadelphia: Saunders, Elsevier Inc.; 2012. 508-513 p.
8. Wong SH, Siu PM, Chen YJ, Lok A, Morris J LC. Effect of Glycemic Index of Pre-exercise Carbohydrate Meals on Running Performance. *European Journal of Sport Science*. 2008;8:23–33.

9. Wu CL WC. A low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*. 2006;16:510–27.
10. Djuned S, Dieny FF. Pengaruh Diet Indeks Glikemik Tinggi Dan Rendah Terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Lari. *Journal of Nutrition College*. 2014; 3(4): 565-72.
11. Beavers KM, Leutholtz B. Glycemic Load Food Guide Pyramid for Athletic Performance. *National Strength and Conditioning Journal*. 2008;30(3):10–4.
12. Siagian RA. *Indeks Glikemik Pangan*. 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004. 25-30.
13. Venn BJ, Green TJ. Glycemic index and glycemic load : measurement issues and their effect on diet – disease relationships. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007;61:122–31.
14. Ghiasvand R, Sharifhosein Z, Esmailzadeh A, Feizi A, Askari Gh, Marandi M, et al. Comparison between Preexercise Meals Intake Effect with Different Glycemic Load on Exercise Performance in Female Athletes. *Journal of Food Nutrition Research*. 2015;3(2):88–93.
15. Bangsbo J, Marcello F, Krstrup P. Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *Int J Sports Physiol Perform*. 2007;2:111–27.
16. Rollo I. *Carbohydrate : the Football Fuel*. Sports Science Exchange. 2014;27(127):1–8.
17. Micheli LJ. *Encyclopedia of Sports Medicine*. 1st ed. California: SAGE Publications; 2011. 58 p.
18. Chen YJ, Wong SH, Wong CK, Lam CW, Huang YJ, Siu PM. Effect of preexercise meals with different glycemic indices and loads on metabolic responses and endurance running. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*. 2008;18(3):281–300.
19. Copstead L-E, Banasik J. *Pathophysiology*. 5th ed. Missouri: Saunders, Elsevier Inc.; 2013. 844 p.
20. Balagué, A., Company, X., Barbany, J.R. Endocrine Kontrol of Carbohydrat and Lipid Metabolic Change during Exercise. *Apuntes de Medicina Deportiva*. 2003.16(61), 9-17.
21. BM Victoria, GL Martin, B Patrice, JM Lavoie. Influence of prior exercise and liver glycogen content on the sensitivity of the liver to glucagons. *Journal of Applied Physiolog* 2002;92(1):188-194
22. Russell M, Benton D, Kingsley M. Carbohydrate ingestion before and during soccer match play and blood glucose and lactate concentrations. *Journal of Athlete Training*. 2014;49(4):447–53.