

PENGARUH PEMBERIAN PANGAN DENGAN INDEKS GLIKEMIK BERBEDA TERHADAP PERFORMA DAYA TAHAN LARI 5 KM PADA ATLET MAHASISWA
(The Effects of Feeding with Different Glycemic Indexes on Endurance Performance of the College Athletes Running 5 km)

Wilda Welis^{1*}, Rimbawan,² Ahmad Sulaeman,² Hadi Riyadi²

¹Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Padang, Sumbar

²Departemen Gizi Masyarakat, FEMA, Institut Pertanian Bogor, Bogor

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Indeks Glikemik (IG) terhadap performa lari 5 km. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen acak terkontrol. Subjek yang terlibat dalam penelitian ini adalah 15 orang, 8 orang kelompok IG rendah dan 7 orang kelompok IG tinggi. Setelah puasa semalam, subjek mengonsumsi makanan intervensi sesuai kelompok (IG rendah atau IG tinggi) tiga jam sebelum lari 5 km. Makanan intervensi mengandung 1000 kalori dengan IG 37 dan 85. Rata-rata umur subjek adalah 19.0 ± 0.8 tahun, sedangkan rata-rata berat badan, tinggi badan dan persen lemak tubuh berturut-turut adalah 56.2 ± 8.9 kg, 163.8 ± 6.8 cm dan $17.78 \pm 4.50\%$. Rata-rata hemoglobin, hematokrit, dan VO_{2max} subjek berturut-turut adalah 16.24 ± 1.54 mg/dl, $43.61 \pm 2.81\%$, dan 44.99 ± 6.00 ml/kg BB/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum dan sesudah intervensi rata-rata waktu tempuh lari 5 km pada subjek kelompok IG rendah berturut-turut adalah 23.85 ± 1.64 menit dan 23.91 ± 1.46 menit lebih cepat dibandingkan dengan subjek kelompok IG tinggi (berturut-turut adalah 27.51 ± 2.21 dan 26.95 ± 3.11 menit). Ada pengaruh IG yang signifikan terhadap performa daya tahan lari 5 km pada atlet ($p < 0.05$).

Kata kunci: daya tahan, glukosa darah, indeks glikemik, serum insulin

PENDAHULUAN

Karbohidrat merupakan zat gizi penyedia energi utama dalam berbagai aktifitas fisik termasuk olahraga, karena karbohidrat segera dapat digunakan sebagai fungsi pergerakan otot, fungsi otak, fungsi hati, dan sel darah merah. Penggunaan karbohidrat meningkat dengan meningkatnya intensitas olahraga. Penurunan simpanan karbohidrat berhubungan erat dengan munculnya kelelahan otot, karena menurunnya level piruvat untuk memicu terjadinya siklus Krebs yang menghasilkan ATP (Powers & Hawley 1997). Permasalahan yang dihadapi atlet adalah bagaimana mempertahankan suplai karbohidrat ke otot dan memperlambat penurunan simpanan glikogen otot, sehingga memperlambat timbulnya kelelahan. Selama ini atlet sudah dianjurkan untuk mengonsumsi makanan tinggi karbohidrat sebelum bertanding atau berlatih, namun kenyataan bahwa kemampuan daya tahan atlet untuk menyelesaikan pertandingan masih belum optimal. Makanan yang kaya karbohidrat dianjurkan bagi atlet yang melakukan kegiatan olahraga yang bersifat ketahanan fisik (Sukmaniah & Prastowo 1992). Namun pemberian makanan tinggi karbohidrat sebelum latihan dapat menimbulkan efek metabolik yaitu hiperglikemia dan hiperinsulinemia yang kurang menguntungkan untuk performance sebelum

*Korespondensi penulis : wildawelis@yahoo.co.id.

latihan (Jeukendrup & Gleeson 2004). Peningkatan insulin plasma akan menekan metabolisme lemak, meningkatkan oksidasi karbohidrat yang menyebabkan penurunan konsentrasi glukosa plasma untuk latihan berikutnya. Diperlukan suatu strategi untuk meminimalkan efek konsumsi makanan tinggi karbohidrat untuk mencapai daya tahan optimal, mengingat latihan olahraga berat juga dapat meningkatkan level stres oksidatif. Jenkins *et. al* (1981) telah mempublikasikan konsep yang berhubungan dengan karbohidrat yang dikenal dengan indeks glikemik (IG). Menurut konsep ini karbohidrat dalam bahan pangan yang dipecah dengan cepat selama pencernaan memiliki IG tinggi, respon glukosa darah terhadap jenis pangan ini cepat dan tinggi, sebaliknya karbohidrat yang dipecah dengan lambat memiliki IG rendah sehingga melepaskan glukosa ke dalam darah dengan lambat (Rimbawan & Siagian 2004).

Penelitian indeks glikemik pada atlet sepeda terlatih yang dilakukan Thomas *et. al* (1994) menemukan bahwa atlet yang diberikan makanan rendah IG (lentils) mempunyai daya tahan 20 menit lebih lama dibandingkan atlet yang diberikan makanan tinggi IG. Demikian pula hasil penelitian Wu dan Williams (2006) menyimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan latihan lebih singkat pada orang yang mengkonsumsi makanan rendah IG dibandingkan tinggi IG, sedangkan laju oksidasi lemak lebih tinggi pada orang yang mengkonsumsi makanan rendah indeks glikemik dibandingkan tinggi indeks glikemik. Hasil penelitian Moore *et. al* (2009) juga membuktikan bahwa terjadi peningkatan waktu yang signifikan dalam performa setelah mengkonsumsi makanan rendah IG dibandingkan setelah mengkonsumsi makanan tinggi IG, serta konsentrasi glukosa darah pada titik kelelahan lebih tinggi secara signifikan setelah mengkonsumsi makanan IG rendah bila dibandingkan setelah mengkonsumsi makanan IG tinggi. Penelitian ini juga menyimpulkan terjadi peningkatan waktu yang signifikan dalam performa setelah mengkonsumsi makanan IG rendah berkaitan dengan peningkatan ketersediaan glukosa untuk kerja otot, berkontribusi untuk tambahan oksidasi karbohidrat dan kemungkinan menghemat simpanan glikogen otot dan hati.

Namun hasil penelitian Mitchell *et. al* (1997) menunjukkan pemberian karbohidrat sebelum latihan tidak mempengaruhi daya tahan selama latihan. Stannard *et. al* (2000) juga tidak menemukan perbedaan signifikan efek konsumsi makanan IG rendah dan IG tinggi terhadap waktu mencapai kelelahan. Penelitian lain yang dilakukan Chen *et. al* (2008) juga tidak menemukan perbedaan yang signifikan waktu untuk menyelesaikan lari 5 kilometer antara perlakuan IG tinggi dan IG rendah. Masih kontroversinya hasil-hasil penelitian tentang IG kaitannya dengan daya tahan pada atlet, maka diperlukan penelitian untuk memperkuat temuan-temuan yang sudah ada.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pemberian makanan dengan IG berbeda terhadap performa daya tahan lari 5 km pada atlet.

METODE

Desain, Tempat, Waktu dan Subjek

Desain penelitian ini merupakan penelitian eksperimen acak terkontrol yang mempelajari pengaruh IG terhadap performa daya tahan lari pada atlet mahasiswa. Penelitian dilakukan di Pusat Kebugaran Jasmani IPB, Laboratorium Fisiologi, Fakultas Kedokteran Hewan

IPB dan Laboratorium Biokimia FMIPA Universitas Brawijaya. Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Desember 2011.

Subjek penelitian adalah mahasiswa IPB berjenis kelamin laki-laki yang berumur antara 19 – 25 tahun. Mahasiswa tersebut aktif melakukan latihan olahraga. Subjek penelitian kriteria inklusi yaitu sudah melakukan latihan suatu cabang olahraga secara rutin minimal 6 bulan, menyetujui mengikuti penelitian hingga selesai dengan menandatangani *informed consent*, tidak dalam keadaan sakit dan tidak sedang dalam pengobatan selama sebulan terakhir, tidak merokok dan tidak minum alkohol. Jumlah subjek yang bersedia ikut penelitian ini adalah 15 orang, diacak ke dalam dua kelompok perlakuan yaitu kelompok IG tinggi dan kelompok IG rendah.

Cara Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah karakteristik subjek yaitu umur, berat badan, tinggi badan, IMT, dan persen lemak tubuh; sampel darah vena untuk pemeriksaan darah kadar insulin serum, glukosa darah dan laktat darah, Hb, Ht; data waktu tempuh lari 5 km. Makanan intervensi IG tinggi (IG=85) dan IG rendah (IG=37) mengandung 1000 kalori yang terdiri dari 70% karbohidrat, 15% protein dan 15% lemak untuk sekali makan dan makanan intervensi diberikan 3 kali sehari selama dua minggu. IG pangan campuran diperkirakan dari tabel Foster-Powell *et al* (2002) dan Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2009).

Pada awal dan akhir intervensi dilakukan pengambilan sampel darah dan performa daya tahan lari 5 km, tiga jam setelah mengonsumsi makanan intervensi. Pemeriksaan konsentrasi glukosa darah diukur dengan menggunakan alat glukometer, pemeriksaan dilakukan di Pusat Kebugaran Jasmani IPB. Kadar insulin serum ditentukan dengan metode ELISA dengan menggunakan kit komersial, dilakukan di Laboratorium Biokimia FMIPA Universitas Brawijaya. Pemeriksaan kadar hematokrit dengan spektrofotometer dan hemoglobin dengan metode cyanmethemoglobin, dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Performa lari 5 km dilakukan pada *treadmill* di Pusat Kebugaran Jasmani IPB. Protokol penelitian ini sudah mendapat persetujuan etik dari Komisi Etik Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan nomor KE.01.07/EC/433/2011 tanggal 24 Juli 2011.

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi ($\bar{x} \pm sd$). Pengaruh pemberian pangan dengan IG berbeda terhadap performa daya tahan lari 5 km diuji dengan uji t. Untuk mengetahui pengaruh pemberian pangan dengan indeks glikemik berbeda terhadap terhadap glukosa darah dan insulin serum dianalisis dengan uji *Anova* menggunakan *SPSS for windows version 16*. Tingkat kepercayaan yang digunakan untuk keseluruhan analisis adalah 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Subjek

Indeks Massa Tubuh (IMT) yang dihitung dari berat dan tinggi badan berperan dalam performa atlet. Hasil pengukuran terlihat bahwa masing-masing sebanyak 6.7% subjek termasuk gizi kurang, dan gemuk. Rata-rata IMT subjek penelitian ini adalah $20.91 \pm 2.81 \text{ kg/m}^2$ dan

termasuk kategori baik/normal. Bila dilihat dari persen lemak tubuh rata-rata subjek memiliki lemak tubuh $17.78 \pm 4.50\%$. Ini menunjukkan persentase lemak tubuh subjek tergolong sedang. Persentase lemak tubuh digolongkan sedang bila nilainya berkisar antara 15 hingga 17 persen untuk laki-laki dan 20 hingga 24 persen untuk perempuan (Depdiknas 2000).

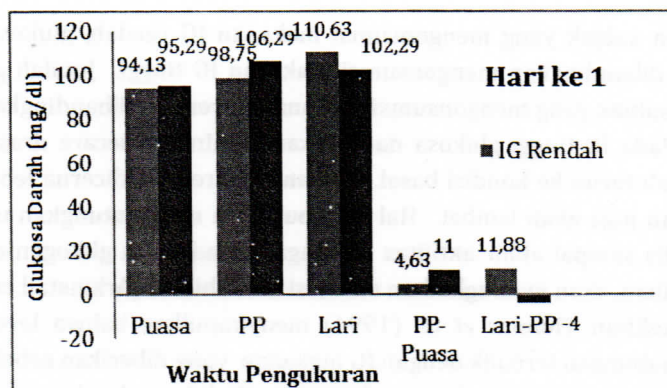
Rata-rata kadar hemoglobin subjek adalah 16.24 ± 1.54 g/dl, bila dikategorikan nilai ini termasuk normal. Menurut Mougios (2006) konsentrasi hemoglobin normal dalam darah laki-laki usia 18 hingga 44 tahun berkisar antara 13.2 - 17.3 g/dl. Ambilan oksigen maksimal (VO_{2max}) terendah pada subjek kelompok IG rendah adalah 38.8 ml/kg BB/menit dan subjek kelompok IG tinggi adalah 38.5 ml/kg BB/menit, sedangkan VO_{2max} tertinggi pada subjek kelompok IG rendah dan pada subjek kelompok IG tinggi adalah 54.3 ml/kg BB/menit. Hasil uji beda rata-rata menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada karakteristik subjek ($p>0,05$) baik umur, berat badan, tinggi badan, IMT, persen lemak tubuh, hemoglobin, hematokrit dan ambilan oksigen maksimal (VO_{2max}) untuk kedua kelompok intervensi. Rata-rata data karakteristik subjek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Deskripsi	IG Tinggi (n=7)	IG Rendah (n=8)	Rata-rata (n=15)
Umur (tahun)	19.14 ± 0.69	18.88 ± 0.83	19.00 ± 0.76
Berat Badan (kg)	58.64 ± 12.16	54.00 ± 4.69	56.17 ± 8.95
Tinggi badan (cm)	161.94 ± 6.49	165.35 ± 7.13	163.76 ± 6.82
VO_{2max} (ml/kg BB/mnt)	43.78 ± 6.13	46.04 ± 6.09	44.99 ± 6.00
% Lemak Tubuh	19.16 ± 5.59	16.57 ± 3.18	17.78 ± 4.50
Hemoglobin (g/dl)	16.55 ± 1.33	15.96 ± 1.75	16.24 ± 1.54
Hematokrit (%)	43.78 ± 1.66	43.43 ± 3.78	43.61 ± 2.81
IMT (kg/m^2)	21.19 ± 2.35	19.76 ± 1.47	20.91 ± 2.81

Kadar Glukosa Darah

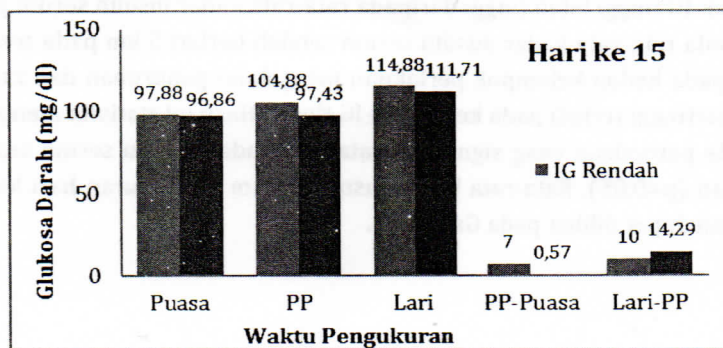
Pada hari ke 1 intervensi, rata-rata kadar glukosa darah postprandial pada subjek kelompok IG rendah adalah 98.75 ± 12.08 mg/dl. Nilai rata-rata glukosa postprandial lebih rendah pada subjek kelompok IG rendah dibandingkan dengan subjek kelompok IG tinggi yang memiliki nilai rata-rata glukosa darah postprandial yaitu 106.29 ± 17.31 mg/dl. Namun rata-rata glukosa darah setelah lari 5 km pada subjek kelompok IG rendah ternyata lebih tinggi (110.63 ± 15.97 mg/dl) dibandingkan rata-rata glukosa darah subjek kelompok IG tinggi dan 102.29 ± 16.23 mg/dl). Bila dilihat selisih rata-rata kadar glukosa 2 jam setelah makan (postprandial/PP) dengan kadar glukosa puasa, tampak peningkatan kadar glukosa pada kelompok IG tinggi lebih besar daripada kelompok IG rendah. Namun bila dilihat selisih antara kadar glukosa postprandial (PP) dengan lari ternyata pada kelompok IG tinggi terjadi penurunan kadar glukosa darah setelah lari 5 km. Walaupun secara statistik tidak terdapat perbedaan rata-rata glukosa darah postprandial pada kedua kelompok intervensi ($p>0.05$). Rata-rata glukosa darah kedua kelompok subjek dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata kadar glukosa darah subjek pada hari ke 1

Pada hari ke 15 intervensi, rata-rata kadar glukosa darah postprandial ternyata lebih tinggi pada subjek kelompok IG rendah dibandingkan kelompok IG tinggi. Bila dilihat selisih antara kadar glukosa PP dengan kadar glukosa puasa, ternyata kelompok IG tinggi relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok IG rendah. Begitu pula rata-rata selisih antara kadar glukosa setelah lari 5 km dengan rata-rata selisih kadar glukosa darah puasa, terlihat lebih tinggi pada kelompok IG tinggi dibandingkan kelompok IG rendah. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata kadar glukosa darah antar kedua perlakuan ($p>0.05$). Rata-rata kadar glukosa darah pada kedua kelompok perlakuan pada hari ke 15 dapat dilihat pada Gambar 2.

Konsumsi makanan IG tinggi kemungkinan mampu meningkatkan cadangan glikogen hati dan otot yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan makanan IG rendah. Pada saat latihan olahraga cadangan glikogen ini akan diuraikan oleh tubuh sebagai sumber energi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wee *et al.* (2005) yang menyimpulkan bahwa makanan IG tinggi yang diberikan sebelum melakukan latihan/kegiatan olahraga memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap simpanan glikogen otot dibandingkan dengan makanan IG rendah. Pendapat ini juga diperkuat oleh temuan Burke *et al.* (1993) yang menyimpulkan bahwa peningkatan glikogen otot setelah 24 jam masa pemulihan dari olahraga yang menguras glikogen lebih tinggi setelah mengonsumsi makanan IG tinggi dibandingkan setelah mengonsumsi makanan IG rendah.



Gambar 2. Rata-rata kadar glukosa darah subjek pada hari ke 15

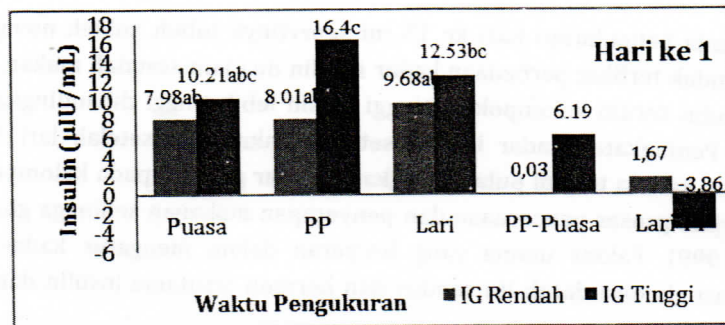
Pada subjek yang mengonsumsi makanan IG rendah, glukosa akan dilepaskan secara lambat bila dibandingkan mengonsumsi makanan IG tinggi. Jumlah glukosa darah akan relatif stabil pada subjek yang mengonsumsi makanan IG rendah dibandingkan mengonsumsi makanan IG tinggi. Pada IG tinggi glukosa darah akan meningkat secara drastis dan kemudian dengan cepat kembali turun ke kondisi basal. Makanan IG rendah dicerna lebih lambat sehingga proses penyimpanan juga akan lambat. Hal tersebut akan menguntungkan untuk atlet karena glukosa akan tersedia sampai akhir aktifitas olahraga. Kandungan glikogen otot yang tinggi pada saat sebelum latihan, akan meningkatkan oksidasi karbohidrat (Arkininstall *et al.* 2004).

Penelitian Thomas *et al.* (1994) menyimpulkan bahwa level glukosa plasma setelah latihan berhubungan terbalik dengan IG makanan yang diberikan sebelum latihan. Mengonsumsi makanan IG tinggi sebelum olahraga, konsentrasi glukosa darah meningkat dan menurun secara tajam serta mencapai kadar lebih tinggi pada saat puncak dibandingkan mengonsumsi makanan IG rendah dengan jumlah karbohidrat yang sama (Mondazzi *et al.* 2009). Temuan ini diperkuat oleh Burke *et al.* (1998) dan Cocate *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa laju oksidasi glukosa lebih tinggi setelah mengonsumsi makanan IG tinggi.

Terjadi penurunan kadar glukosa darah setelah lari 5 km pada kelompok IG tinggi, hal ini diduga disebabkan karena kadar insulin setelah makan (sebelum latihan) masih cukup tinggi pada kelompok IG tinggi, sehingga membawa glukosa ke dalam hati dan otot untuk disimpan sebagai glikogen, dan menurunkan produksi glukosa dalam hati (Marmy-Cornus *et al.* 1996). Menurut Coyle (1991) pengaruh insulin terhadap jaringan peripheral terlihat lebih lama meskipun kadar insulin sudah turun ke kadar puasa. Pengaruh peningkatan kadar insulin yang menetap ini kemungkinan menyebabkan ambilan glukosa darah oleh otot tetap tinggi pada kelompok IG tinggi dibandingkan kelompok IG rendah (Wee *et al.* 1999).

Kadar Insulin Darah

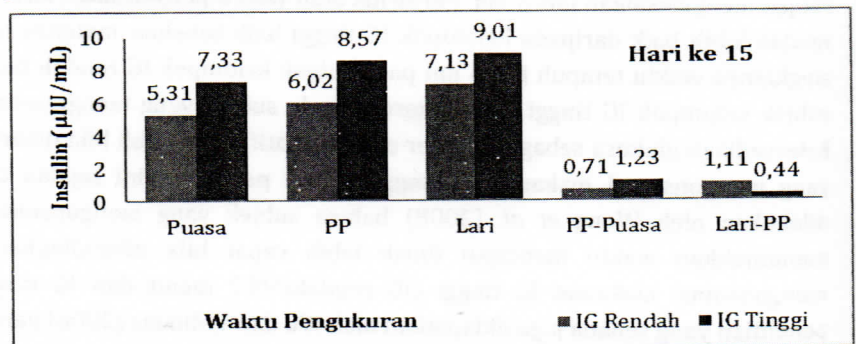
Insulin merupakan salah satu hormon penting yang mengatur penggunaan energi oleh jaringan. Insulin memberikan efek anabolik dalam metabolisme tubuh seperti pembentukan glikogen, triasilgliserol dan protein. Pada hari 1 intervensi, kadar insulin darah pada subjek kelompok IG rendah rata-rata sebesar $7.98 \pm 4.85 \mu\text{IU/mL}$, sedangkan pada subjek kelompok IG tinggi rata-rata yaitu $10.21 \pm 8.11 \mu\text{IU/mL}$. Sesudah makan rata-rata kadar insulin serum pada kelompok IG tinggi lebih tinggi daripada rata-rata kadar insulin serum pada kelompok IG rendah, begitu pula rata-rata kadar insulin serum setelah berlari 5 km pada *treadmill*. Setelah lari kadar insulin pada kedua kelompok perlakuan mengalami penurunan dan rata-rata selisih penurunan insulin tertinggi terjadi pada kelompok IG tinggi. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pada hari ke 1, ada perbedaan yang signifikan rata-rata kadar insulin serum sesudah makan pada kedua perlakuan ($p < 0.05$). Rata-rata kadar insulin serum pengukuran hari ke 1 pada kedua kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rata-rata kadar insulin serum pada hari ke 1

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Stevenson *et al.* (2005) yang memberikan makanan campuran IG tinggi dan IG rendah pada saat sarapan dan makan siang sebelum lari pada *treadmill* menemukan bahwa konsentrasi insulin setelah 1 jam dan 2 jam postprandial lebih tinggi secara signifikan pada IG tinggi dibandingkan IG rendah. Di awal latihan nilai konsentrasi insulin sama dengan nilai puasa pada IG rendah, tapi pada IG tinggi tetap 150% lebih tinggi dari nilai konsentrasi insulin puasa. Hal yang senada juga disimpulkan dari penelitian Wong *et al.* (2008) yang memberikan makanan campuran IG tinggi dan makanan IG rendah yang mengandung 65% karbohidrat, 15% protein dan 20% lemak dari total kalori menemukan bahwa konsentrasi insulin serum selama masa postprandial lebih tinggi pada makanan IG tinggi dibandingkan dengan makanan IG rendah. Temuan Stevenson (2006) pada subjek wanita yang diberikan sarapan IG tinggi dan rendah juga menemukan bahwa konsentrasi insulin juga lebih tinggi secara signifikan pada perlakuan IG tinggi dibandingkan IG rendah dan konsentrasi insulin menurun setelah periode postprandial pada kedua perlakuan tetapi tetap lebih tinggi pada perlakuan IG tinggi daripada IG rendah ($p < 0.05$).

Pada hari ke 15 intervensi rata-rata kadar insulin serum dua jam setelah makan (postprandial) dan setelah lari 5 km pada kelompok IG tinggi juga relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok IG rendah. Pola peningkatan kadar insulin serum pada kelompok IG tinggi seiring dengan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah pada kelompok IG tinggi baik pada PP maupun sesudah lari 5 km. Rata-rata kadar insulin serum pengukuran hari ke 15 pada kedua kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata kadar insulin serum pada hari ke 15

Pada pengukuran hari ke 15 ini sepertinya tubuh subjek mengalami kondisi adaptasi sehingga tidak terlihat perbedaan kadar insulin dua jam sesudah makan, namun kecenderungan kadar insulin serum kelompok IG tinggi masih lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok IG rendah. Peningkatan kadar insulin setelah makan dan setelah lari 5 km pada hari 15 ini disebabkan karena terjadi pula peningkatan kadar glukosa pada kelompok IG tinggi. Sepertinya masih terjadi proses pencernaan dan penyerapan makanan sehingga glukosa masih tinggi (Wee *et al.* 1999). Faktor utama yang berperan dalam mengatur kadar glukosa darah adalah konsentrasi glukosa darah itu sendiri dan hormon terutama insulin dan glukagon (Marks *et al.* 2000).

Performa Daya Tahan Lari 5 km Atlet Mahasiswa

Daya tahan dapat diartikan dengan kemampuan tubuh mengatasi kelelahan atau kemampuan tubuh untuk melakukan pembebanan selama mungkin baik secara statis maupun dinamis tanpa menurunnya kualitas kerja. Pada penelitian ini performa daya tahan didefinisikan dengan kemampuan subjek menyelesaikan lari 5 km dalam waktu tertentu. Pada hari pertama intervensi, hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata waktu tempuh lari 5 km pada kelompok IG rendah adalah 23.8 ± 1.6 menit lebih rendah dibandingkan dengan kelompok IG tinggi (27.5 ± 2.2 menit). Hari ke 15 intervensi ternyata waktu tempuh lari 5 km pada kelompok IG rendah tetap lebih rendah (23.9 ± 1.5 menit) dibandingkan dengan kelompok IG tinggi (26.9 ± 3.1 menit). Ada perbedaan yang signifikan rata-rata waktu menyelesaikan lari 5 km antara kedua kelompok perlakuan ($p < 0.05$). Rata-rata performa daya tahan lari subjek dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Performa daya tahan lari 5 km

Variabel	Waktu	IG Rendah (n=6)	IG Tinggi (n=6)	p value
Waktu (menit)	Hari ke 1	23.8 ± 1.6	27.5 ± 2.2	0.008
	Hari ke 15	23.9 ± 1.5	26.9 ± 3.1	0.05
	p value	0.915	0.573	

Ada pengaruh pemberian pangan dengan IG berbeda terhadap waktu yang diperlukan subjek menyelesaikan lari 5 km. Performa atau waktu penyelesaian lari 5 km pada kelompok IG rendah lebih baik daripada kelompok IG tinggi baik sebelum maupun setelah intervensi. Lebih singkatnya waktu tempuh lari 5 km pada subjek kelompok IG rendah bila dibandingkan dengan subjek kelompok IG tinggi diduga karena pada subjek yang mengonsumsi makanan IG rendah ketersediaan glukosa sebagai sumber energi relatif lebih stabil bila dibandingkan dengan subjek yang mengonsumsi makanan IG tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wong *et al.* (2008) bahwa subjek yang mengonsumsi makanan IG rendah menunjukkan waktu mencapai finish lebih cepat bila dibandingkan dengan subjek yang mengonsumsi makanan IG tinggi (IG rendah=98.7 menit dan IG tinggi=101.5 menit). Hasil penelitian yang senada juga didapatkan oleh Wu dan Williams (2006) yang menyimpulkan bahwa kapasitas daya tahan subjek yang mengonsumsi makanan IG rendah tiga jam sebelum berlari

pada *treadmill* lebih besar dibandingkan kapasitas daya tahan subjek yang mengonsumsi makanan IG tinggi. Moore *et al.* (2009) juga menyimpulkan bahwa performa pesepeda meningkat secara signifikan pada perlakuan IG rendah (92.5 ± 5.2 menit) dibandingkan dengan perlakuan IG tinggi (95.6 ± 6.0 menit).

Lebih cepatnya waktu mencapai finish pada intervensi IG rendah dapat dijelaskan karena jumlah karbohidrat yang belum teroksidasi kemungkinan masih banyak dalam usus halus pada awal olahraga dan kemudian dilepaskan ke dalam sirkulasi darah secara perlahan (Burke *et al.* 1998; Thorne *et al.* 1983). Makanan dengan IG tinggi mengalami pencernaan dan penyerapan serta pengangkutan glukosa yang lebih cepat ke dalam sistem sirkulasi, sehingga menyebabkan fluktuasi glukosa darah per unit karbohidrat lebih besar daripada makanan dengan nilai IG yang lebih rendah. Pada makanan IG tinggi, glukosa darah akan disimpan secara optimal sebagai glikogen otot seiring dengan berkurangnya glukosa untuk olahraga. Hal ini sejalan dengan temuan Wong *et al.* (2008) bahwa konsentrasi glukosa darah tetap lebih tinggi selama olahraga setelah mengonsumsi makanan IG rendah, sebaliknya turun drastis ke nilai sebelum olahraga setelah mengonsumsi makanan IG tinggi. Penelitian Moore *et al.* ((2009) juga menyimpulkan bahwa level glukosa darah pada titik lelah setelah olahraga sepeda lebih tinggi pada perlakuan IG rendah (5.2 ± 0.6 mmol/L) dibandingkan perlakuan IG tinggi (4.7 ± 0.7 mmol/L). Menurut Marmy-Conus *et al.* (1996) respon ini dimungkinkan karena setelah mengonsumsi makanan IG tinggi konsentrasi insulin serum selama postprandial lebih tinggi sehingga berperan dalam penurunan produksi glukosa dalam hati dan meningkatkan pengangkutan glukosa ke otot. Pengaruh konsentrasi insulin terhadap jaringan periperal bertahan lebih lama, meskipun konsentrasi insulin akan kembali ke nilai puasa (Coyle 1991; Montain *et al.* 1991). Pengaruh menetapnya hiperinsulinemia memungkinkan peningkatan ambilan glukosa selama konsumsi IG tinggi lebih besar daripada konsumsi IG rendah (Wee *et al.* 1999).

Pada perlakuan IG tinggi, ketersediaan simpanan glikogen hati sudah memadai, kemungkinan latihan olahraga menyebabkan peningkatan pengeluaran glukosa hepatic sejalan dengan peningkatan ambilan glukosa oleh otot selama latihan olahraga. Bila latihan olahraga berlanjut, simpanan glikogen hati tidak mencukupi untuk memenuhi peningkatan ambilan glukosa oleh otot yang mengakibatkan penurunan konsentrasi glukosa secara drastis hingga latihan berakhir. Hal ini dapat menerangkan bahwa kenapa konsentrasi glukosa darah lebih stabil pada perlakuan IG rendah, tetapi turun ke nilai puasa pada akhir latihan pada perlakuan IG tinggi (Wong *et al.* 2008). Penurunan cadangan karbohidrat merupakan salah satu penyebab utama yang memperburuk performa dan peningkatan kelelahan selama olahraga jangka panjang pada lari submaksimal (Wong & Williams 2000). Menurunnya glikogen otot tergantung pada intensitas latihan, kondisi fisik, jenis latihan, suhu lingkungan, dan makanan sebelum latihan (Costill 1988). Penurunan karbohidrat mengakibatkan ketidakmampuan otot menghasilkan kembali ATP seiring dengan penurunan laju ATP. Ketidakcukupan karbohidrat menyebabkan rendahnya piruvat dalam otot, sebagai substrat untuk membentuk acetyl CoA dan untuk reaksi asam trikarboksilat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Performa daya tahan lari 5 km lebih baik pada kelompok IG rendah dibandingkan kelompok IG tinggi, ada pengaruh pemberian pangan dengan IG berbeda terhadap performa daya tahan lari 5 km pada atlet mahasiswa ($p < 0.05$). Pada hari ke 1 intervensi, ada perbedaan yang signifikan rata-rata kadar insulin postprandial antar kedua perlakuan ($p < 0.05$), namun pada hari ke 15 intervensi tidak ada perbedaan rata-rata kadar insulin antar kedua perlakuan, tetapi ada kecenderungan rata-rata kadar insulin perlakuan IG tinggi lebih tinggi daripada IG rendah. Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata kadar glukosa darah antar perlakuan, namun ada kecenderungan kadar glukosa darah setelah lari 5 km lebih tinggi pada perlakuan IG rendah baik hari ke 1 maupun hari ke 15 intervensi.

Saran

Konsumsi makanan IG rendah sebelum aktifitas olahraga lebih meningkatkan performa lari 5 km. Kepada pihak terkait perlu melakukan sosialisasi tentang pengaturan makanan yang tepat untuk mencapai performa yang optimal bagi atlet terutama terkait peranan indeks glikemik.

DAFTAR PUSTAKA

- Burke LM, Collier GR & Hargreaves M. 1993. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J App Physiol*. 75(2):1019-1023.
- Burke LM, Collier GR & Hargreaves M. 1998. Glycemic index-a new tool in sport nutrition? *International Journal of Sport Nutrition* 8:401-415.
- Costill DL. 1988. Carbohydrate for exercise: dietary demands for optimal performance. *Int J Sports Med* 9:1-18.
- Chen YJ *et al.* 2008. Effect of preexercise meals with different glycemic indices and loads on metabolic responses and endurance running. *Int J Sport Nutr. Exerc. Metab* 18:281-300.
- Coyle EF, Hamilton MT, Alonso JG, Montain SJ & Ivy JL. 1991. Carbohydrate metabolism during intense exercise when hyperglycemic. *Journal of Applied Physiology* 70(2) 834-840.
- Cocate PG *et al.* 2011. Metabolic responses to high glycemic index and low glycemic index meals: a controlled crossover clinical trial. *Nutrition Journal* 10:1.
- [Depdiknas] Departemen Pendidikan Nasional, 2000. *Pedoman dan Modul Pelatihan Kesehatan Olahraga Bagi Pelatih Olahragawan, Pelajar*. Jakarta: Pusat Pengembangan Kualitas Jasmani.
- Jeukendrup A & Gleeson M. 2004. *Sport Nutrition An Introduction to Energy Production and Performance*. New Zealand: Human Kinetic.
- Jenkins *et al.* 1981. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34: 362-366.
- Marmy-Conus N, Fabris S, Proietto J & Hargreaves M. 1996. Preexercise glucose ingestion and glucose kinetics during exercise. *J Appl Physiol*. 81(2):853-857.
- Mitchell JB *et al.* 1997. The effect of preexercise carbohydrate status on resistance Exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 17:185-96.
- Mougios V. 2006. *Exercise Biochemistry*. USA: Human Kinetic.

- Mountain SJ, Hopper MK, Coggan AR & Coyle EF. 1991. Exercise metabolism at different time intervals after a meal. *Journal of Applied Physiology* 70(2) 882-888.
- Mondazzi L & Arcelli E. 2009. Glycemic Index in Sport Nutrition. *Journal of the American College of Nutrition* 28:455S-463S.
- Marks DB, Marks AD & Smith CM. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinis*. Jakarta:Penerbit Buku Kedokteran.
- Moore LJS, Midgley AW, Thomas G, Thurlow S & McNaughton LR. 2009. The effect of low and high glycemic index meals on time trial performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 4:331-344.
- Powers SK & Howley ET. 1997. Theory and application to fitness and performance. In: Barnes JA & DeVries SG. The Effects of water or sport drink ingestion prior to exercise on the performance of middle distance, amateur runners in thermoneutral environment [Tesis]. Michigan:Grand Valley Satet University; 1999.
- Rimbawan & Siagian A. 2004. *Indeks Glikemik Pangan. Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan*. Jakarta:Penebar Swadaya.
- Sukmaniah S & Prastowo SMBP. 1992. *Gizi Untuk Olahragawan*. Jakarta:Direktorat Bina Gizi Masyarakat, Depkes RI.
- Stannard SR, Thompson MW & Miller JCB. 2000. The effect of glycemic index on plasma glucose and lactate level during incremental exercise. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* 10:51-61.
- Stevenson E, Williams C & Nute M. 2005. The influence of the glycaemic index of breakfast and lunch on substrate utilisation during the postprandial periods and subsequent exercise. *Br J Nutr* 93:885-893.
- Stevenson EJ, Williams C, Mash LE, Philips B & Nute ML. 2006. Influence of high carbohydrate mixed meals with different glycemic indexes on substrate utilization during subsequent exercise in women. *Am J Clin Nutr* 84:354-360.
- Thorne M J, Thompson LU & Jenkins DJA. 1983. Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes. *Am J Clin Nutr* 38: 481-488.
- Thomas DE, Brotherhood & JC Brand Miller. 1994. Carbohydrate feeding before exercise and glycemic index. *Am J. Clin. Nutr* 59 Suppl: 791S.
- Wee SL, Williams C, Gray S & Horabin J. 1999. Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 31:393-399.
- Wee SL, Williams C, Tsintzas K & Boobis L. 2005. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J Appl Physiol* 99: 707-714.
- Wong SH & Williams C. 2000. Influence of different amounts of carbohydrate on endurance running capacity following short term recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 444_452. [abstract].
- Wong SHS *et al.* 2008. Effect of the glycaemic index of pre-exercise carbohydrate meals on running performance. *European Journal of Sport Science* 8: 23-33.
- Wu CL & Williams C. 2006. A low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* 16:510-527.