

**PENGARUH PEMBERIAN DIET DENGAN PENGATURAN
INDEKS GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK TERHADAP
KADAR GLUKOSA DARAH ATLET SEPAK BOLA REMAJA**

Proposal Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
studi pada Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran

Universitas Diponegoro



disusun oleh:

TABITA PRAWITA SIWI

22030113120023

PROGRAM STUDI ILMU GIZI FAKULTAS

KEDOKTERAN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2016

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja” telah mendapat persetujuan dari pembimbing.

Mahasiswa yang mengajukan

Nama : Tabita Prawita Siwi
NIM : 22030113120023
Fakultas : Kedokteran
Program Studi : Ilmu Gizi
Universitas : Diponegoro Semarang
Judul Proposal : Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja

Semarang, 11 Agustus 2016

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Fillah Fithra Dieny, S.Gz., M.Si

Deny Yudi Fitranti, S.Gz., M.Si

NIP. 198507272010122005

NIP. 198507052015042001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan	
1. Tujuan Umum	4
2. Tujuan Khusus	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Telaah Pustaka	5
B. Kerangka Teori	15
C. Kerangka Konsep	16
D. Hipotesis	16
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Ruang Lingkup Penelitian	17
B. Jenis Penelitian	17
C. Populasi dan Sampel	18
D. Variabel dan Definisi Operasional	20
E. Alur Penelitian	22
F. Pengumpulan Data	23
G. Cara Pengambilan Data	24
H. Pengolahan dan Analisis Data	24
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sistem Energi pada Sepak Bola	6
Tabel 2. Definisi Operasional	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Teori.....	30
Gambar 2. Kerangka Konsep.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengaturan Diet dengan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik.	30
Lampiran 2. Formulir Informasi dan Pernyataan Kesiediaan sebagai Subjek Penelitian	33
Lampiran 3. Lembar Format Penelitian	36
Lampiran 4. Kuesioner Penelitian	37

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, telah banyak remaja yang mengikuti latihan-latihan rutin dalam beberapa cabang olahraga. Salah satu cabang olahraga yang banyak diminati remaja Indonesia yaitu sepak bola. Hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya sekolah ataupun klub-klub sepak bola yang mendidik para atlet berusia muda. Selain itu, saat ini banyak pertandingan sepakbola dengan klasifikasi umur yang relatif masih muda, seperti pertandingan kategori usia 21 tahun (U-21), kategori usia 19 tahun (U-19), dan lain-lain. Keikutsertaan remaja dalam latihan rutin memberikan banyak manfaat, seperti pengembangan rasa kepercayaan diri, sosialisasi dengan kawan sebaya, serta peningkatan kesehatan dan kebugaran remaja.¹

Atlet remaja memasuki periode kritis yaitu pertumbuhan dan perkembangan yang cepat yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Remaja mengalami *growth spurt* atau pertumbuhan fisik yang terjadi dengan sangat cepat. Percepatan pertumbuhan dan aktifitas yang tinggi pada atlet remaja menyebabkan kebutuhan energinya sangat besar. Akan tetapi, tingginya kebutuhan energi pada atlet remaja sering tidak diimbangi dengan pemenuhannya. Penelitian pada atlet remaja menunjukkan bahwa hampir semua atlet tidak dapat memenuhi kebutuhan energi hariannya.² Penelitian yang dilakukan di Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) Semarang pada 20 atlet remaja melaporkan bahwa 70% atlet mengalami kekurangan energi tingkat berat dan 30% atlet mengalami kekurangan energi tingkat sedang.³ Pemenuhan energi pada atlet remaja sangatlah penting untuk mendukung pertumbuhan yang optimal serta menjaga performa atlet pada saat latihan maupun pertandingan.⁴

Sepak bola merupakan olahraga *endurance* berintensitas tinggi yang berlangsung selama 90 menit dalam 2 babak yang diselingi oleh waktu pemulihan yang cukup singkat.⁵ Permainan sepak bola melibatkan dua sistem

energi yaitu sistem energi aerobik dan anaerobik. Saat awal permainan, setelah istirahat panjang, dan saat lari jarak jauh digunakan sistem energi anaerobik. Sementara pada performa akhir permainan digunakan sistem energi aerobik.⁶ Kestabilan kadar glukosa darah sangat penting untuk menunjang performa atlet sepak bola selama latihan maupun pertandingan. Intensitas permainan tinggi dan tidak diimbangi dengan waktu pemulihan yang cukup mengakibatkan penurunan cadangan glikogen dan menyebabkan hipoglikemia pada atlet.⁷ Penurunan kadar glukosa darah dapat menyebabkan terjadinya kelelahan pada aktivitas yang berdurasi panjang seperti sepak bola. Walaupun faktor lain juga mempengaruhi kelelahan yang terjadi pada atlet, namun penurunan cadangan glikogen yang terjadi pada atlet merupakan faktor utama yang berkontribusi pada kelelahan atlet.⁸ Selain itu, rendahnya glukosa dalam darah dapat berdampak pada sistem saraf sentral yang mempengaruhi proses informasi sehingga dapat mengganggu performa atlet. Menjaga kadar glukosa darah agar tetap stabil merupakan kunci dalam pertandingan sepak bola yang berdurasi panjang dengan intensitas tinggi.⁹ Penelitian melaporkan bahwa kadar glukosa darah atlet telah menurun pada setengah pertandingan yang berlangsung.¹⁰ Penelitian lain pada atlet sepak bola menunjukkan bahwa dalam sebuah pertandingan, level konsentrasi glukosa darah menurun dan dapat mengganggu fungsi kognitif.¹¹

Pemberian karbohidrat yang tepat dapat menjaga kadar gula darah atlet tetap optimal selama latihan atau pertandingan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa diet pembatasan karbohidrat dapat meningkatkan performa atlet, karena dapat menghasilkan pembakaran lemak yang lebih besar dan penghematan glikogen selama latihan.^{12,13} Namun penelitian lain menunjukkan bahwa konsumsi tinggi karbohidrat sebesar 80% sebelum latihan dapat meningkatkan ketahanan performa pada saat latihan terutama pada latihan intensitas tinggi.¹⁴ 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.¹⁵

Akhir-akhir ini telah diperkenalkan pemberian karbohidrat pada atlet dengan memerhatikan indeks glikemiknya. Penelitian menunjukkan bahwa makanan tinggi karbohidrat dengan indeks glikemik rendah tepat digunakan untuk olahraga dengan durasi yang panjang, karena dapat menjaga kestabilan glukosa darah selama latihan.^{16,17} Penelitian lain yang dilakukan pada atlet lari juga menunjukkan bahwa pemberian indeks glikemik rendah dapat menjaga penurunan kadar glukosa darah secara lebih stabil.¹⁸ Indeks glikemik hanya mengindikasikan tipe karbohidratnya saja, tanpa memperhitungkan jumlah total karbohidrat pada sebuah makanan, yang juga dapat berdampak pada kadar glukosa darah.¹⁹

Beban glikemik merupakan banyaknya karbohidrat dan indeks glikemik, yang akan berpengaruh pada kadar glukosa dalam darah setelah mengonsumsinya.²⁰ Beban glikemik dapat menggambarkan secara lebih akurat efek dari makanan terhadap kadar glukosa darah.¹⁹ Penelitian mengenai beban glikemik pada atlet belum banyak dilakukan, terutama di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian diet 2 jam sebelum latihan dengan pengaturan indeks glikemik dengan beban glikemik 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 indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah diharapkan dapat menjaga kadar glukosa atlet agar lebih stabil.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisis pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja.

2. Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan karakteristik usia, persen lemak tubuh, dan VO_2 maks pada atlet.
- b. Menganalisis perbedaan kadar glukosa darah atlet 1 jam setelah pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik pada ketiga kelompok (T-T, R-T, R-R).
- c. Menganalisis perbedaan kadar glukosa darah atlet 2 jam setelah pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik pada ketiga kelompok (T-T, R-T, R-R).
- d. Menganalisis perbedaan kadar glukosa darah atlet sesaat setelah latihan pada ketiga kelompok (T-T, R-T, R-R).
- e. Menganalisis perbedaan kadar glukosa darah atlet 1 jam dan 2 jam setelah pemberian diet, dan sesaat setelah latihan pada ketiga kelompok (T-T, R-T, R-R).

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada atlet serta pelatih mengenai pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet.
2. Memberikan rujukan kepada penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Karakteristik Atlet Remaja

Atlet remaja memasuki masa dimana terjadi pertumbuhan dan perkembangan yang cepat dan tidak dapat diprediksi, yang dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk keseimbangan energi. Tantangan untuk menyediakan energi untuk pertumbuhan yang optimum merupakan masalah yang besar pada atlet remaja, dengan intensitas latihan yang tinggi, dan kondisi lapangan yang panas dan lembab, yang akan meningkatkan kebutuhannya.²¹ Pada atlet remaja juga terjadi penurunan simpanan glukosa selama pertandingan berlangsung. Penelitian menunjukkan bahwa masa pubertas berkaitan dengan rendahnya kapasitas penyimpanan glikogen.²²

Pada usia remaja, komposisi tubuh atlet akan berbeda pada jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Pada laki-laki, mereka mempunyai lebih banyak komposisi tulang dan otot dan memiliki lemak yang lebih sedikit daripada perempuan. Sedangkan pada perempuan terjadi peningkatan masa lemak tubuh, dan hanya sedikit peningkatan masa jaringan otot. Akibatnya, setelah masa remaja berakhir wanita hanya memiliki masa otot tubuh 2/3 dari laki-laki, dan memiliki masa lemak tubuh dua kali lipat dibanding laki-laki.²³

Karbohidrat akan disimpan dalam jumlah besar sebagai glikogen yang disimpan di otot. Hal tersebut disebabkan karena otot memiliki proporsi yang luas dari massa tubuh. Oleh karena itu, semakin sedikit presentase lemak tubuh dan semakin besar massa otot, maka akan semakin besar pula simpanan glikogen dalam tubuh.²⁴

2. Sistem Energi dalam Sepak Bola

Dalam sepak bola, digunakan dua sistem energi, yaitu kondisi aerobik dan anaerobik. Sistem energi aerobik merupakan oksidasi atau pemecahan karbohidrat dan lemak secara aerobik. Pemecahan ini menghasilkan ATP

dalam jangka panjang, sesuai untuk aktivitas ketahanan. Sistem energi aerobik berperan dalam pembakaran energi pada sepak bola dengan menyediakan uptake oksigen dan meningkatkan kekuatan aerobik. Kekuatan aerobik membantu atlet dalam meningkatkan kemampuan sprint, meningkatkan efisiensi lari, dan menyediakan energi dengan cepat untuk kerja otot.⁶

Sistem energi anaerobik menggunakan sumber utama energi yang berasal dari simpanan glikogen otot untuk memenuhi kebutuhan energi selama berlangsungnya latihan. Sistem energi ini dapat menyediakan energi dengan cepat tanpa adanya oksigen, namun hanya pada periode yang singkat. Keterbatasan sistem ini yaitu hasil pemecahan glikogen tidak sempurna, menghasilkan produk sampingan seperti asam laktat yang terakumulasi di otot dan menyebabkan kelelahan otot. Atlet dengan tingkat kebugaran aerobik lebih tinggi dapat memecah akumulasi asam laktat dari otot lebih cepat daripada atlet dengan tingkat kebugaran aerobik rendah.⁶

Tabel 1. Karakteristik Sistem Energi pada Sepak Bola⁶

Sistem Energi	Durasi/Intensitas	Aplikasi Aktifitas
Anaerobik (ATP-CP; pemecahan energi cepat dari simpanan otot) – tidak ada oksigen	0-10 detik / sangat tinggi	Awal permainan atau setelah istirahat panjang (babak pertama)
Anaerobik (glikolisis; memecah kembali asam laktat) – tidak ada oksigen	>10 detik sampai 2 menit / tinggi	Lari jarak jauh, pertahanan (dengan istirahat)
Aerobik – menggunakan oksigen	>2 menit / rendah hingga sedang	Performa saat akhir permainan atau permainan dalam periode waktu yang lama

3. Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah merupakan istilah yang mengacu pada tingkat glukosa di dalam darah. Kadar glukosa darah normal berkisar pada nilai 80-100 mg/dl. Kadar glukosa yang stabil dapat menyediakan 10-15% dari total energi selama beraktivitas, sehingga kadar glukosa darah perlu dipertahankan

dalam kondisi stabil.²⁵ Homeostatis gula dalam darah dicapai melalui beberapa mekanisme yang mengatur kecepatan konversi glukosa menjadi glikogen atau menjadi lemak untuk simpanan, dan dilepaskan kembali dari bentuk simpanan yang kemudian dikonversi menjadi glukosa yang masuk ke dalam sistem peredaran darah.²⁶

Ketersediaan glukosa darah selama aktivitas merupakan faktor yang berpengaruh terhadap performa dan daya tahan atlet. Glukosa darah dapat digunakan sebagai energi, terutama oleh otak dan bagian sistem saraf yang bergantung pada glukosa untuk menjalankan metabolisme.²⁷ Apabila kadar glukosa darah menurun dapat menyebabkan fungsi sel otak terganggu, juga dapat menyebabkan sel saraf kekurangan suplai energi sehingga akan berdampak pada penurunan performa olahraga.²⁶ Selain itu, apabila terjadi penurunan glikogen hati dapat menyebabkan hipoglikemia selama latihan aerobik berintensitas tinggi karena proses glukoneogenesis secara normal tidak dapat mengimbangi penggunaan glukosa oleh otot.²⁵ Penelitian melaporkan bahwa kadar glukosa darah atlet sepak bola mengalami penurunan pada setengah pertandingan yang berlangsung.⁹ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa dalam sebuah pertandingan, level konsentrasi glukosa darah menurun dan dapat mengganggu fungsi kognitif.¹⁰

Ada banyak faktor yang mempengaruhi fluktuasi kadar glukosa darah selama latihan, antara lain faktor hormonal, simpanan glikogen, usia dan jenis kelamin, penggunaan obat-obatan, konsumsi alkohol, kebiasaan merokok, intensitas latihan, dan asupan karbohidrat sebelum latihan.

a. Faktor Hormonal²⁸

Ada beberapa hormon yang mempengaruhi kadar glukosa yang berhubungan dengan metabolisme glukosa. Hormon yang paling banyak dikenal yaitu insulin yang dapat menurunkan kadar glukosa darah. Hormon yang cenderung meningkatkan kadar glukosa darah antara lain glukagon, *growth hormon*, glukokortikoid, epinefrin dan norepinefrin, dan hormon tiroid.

Insulin merupakan sebuah hormon peptide 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.

Glukagon merupakan hormon peptide yang diskresikan oleh sel α pankreas dan juga beberapa sel pada sistem pencernaan. Glukagon berperan sebagai lawan dari insulin, glukagon meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Glukagon berperan dalam dua mekanisme utama yaitu meningkatkan pemecahan glikogen hati kemudian melepaskan glukosa ke peredaran darah dan dengan meningkatkan glukoneogenesis dalam hati.

Katekolamin, yaitu epinefrin dan norepinefrin yang terbentuk dari asam amino tirosin dan berperan dalam metabolisme glukosa untuk menjaga kadar glukosa darah pada saat terkena stress. Pada saat terjadi stress, katekolamin menstimulasi konversi glikogen menjadi glukosa pada otot dan hati. Peran utama epinefrin lainnya yaitu menstimulasi sekresi glukagon dan mencegah sekresi insulin oleh pankreas. Epinefrin juga meningkatkan glikogenolisis oleh hati dan otot dan mengurangi *uptake* glukosa oleh sel otot.

Kortisol terbentuk dari kolesterol dan merupakan hormon utama glukokortikoid yang disekresikan dari korteks adrenal. Kortisol berperan antagonis terhadap insulin dan membantu menjaga kadar glukosa darah. Selama puasa, kortisol merangsang perubahan hormonal, seperti penurunan produksi insulin dan meningkatkan sekresi glukagon dan epinefrin.

Growth hormon berperan dalam metabolisme karbohidrat. Walaupun hormon ini berperan dalam regulasi dan anabolisme protein, tetapi juga memiliki dampak signifikan pada kadar glukosa darah. Peran *growth hormon* hampir sama dengan kortisol, yaitu meningkatkan glukoneogenesis di hati dan

menghambat *uptake* glukosa oleh sel otot. Peningkatan serum *growth hormon* akan cenderung meningkatkan kadar glukosa darah.

Hormon tiroid memiliki kecenderungan untuk meningkatkan kadar glukosa darah. Dalam metabolisme karbohidrat, tiroid berperan dalam peningkatan absorpsi glukosa pada usus halus dan menstimulasi pelepasan epinefrin. Hormon tiroid juga meningkatkan laju pemecahan insulin.

b. Simpanan Glikogen

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. Selama latihan dan pertandingan, cadangan glikogen atlet akan menurun. Cadangan glikogen akan tetap terjaga apabila atlet mengonsumsi karbohidrat dalam jumlah tinggi sebelum latihan, selama latihan durasi panjang, dan segera setelah latihan berakhir. Performa atlet dipengaruhi oleh ketersediaan glukosa darah dan glikogen. Simpanan glikogen yang cukup akan mempertahankan performa atlet dan menunda kelelahan.²⁹

c. Usia dan Jenis Kelamin

Usia dan jenis kelamin memiliki pengaruh terhadap kadar glukosa darah. Penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa darah lebih rendah pada kelompok usia muda (20-29 tahun) dan kadar glukosa darah lebih tinggi pada kelompok usia tua (>69 tahun). Selain itu, peningkatan kadar glukosa darah terjadi hampir dua kali lipat lebih tinggi pada wanita. Kelompok wanita memiliki peningkatan glukosa darah 80% lebih tinggi dibandingkan pria. Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh cepatnya penurunan sensitivitas insulin pada wanita setelah menopause.³⁰ Sensitivitas insulin juga menurun seiring bertambahnya usia. Hal tersebut disebabkan karena penuaan yang dapat menurunkan serum *dehydroepiandrosterone sulfat* (DHEA), hormone yang dapat meningkatkan resistensi insulin.³¹

d. Penggunaan Obat-obatan

Penggunaan obat-obatan, termasuk obat-obatan diabetes, merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dan terjadinya hipoglikemia. Banyak obat-obatan yang dapat menyebabkan hipoglikemia, seperti *salicylate*, *sulfa medications*, *pentamidine*, dan *quinine*.³²

e. Konsumsi Alkohol

Konsumsi alkohol dapat menghambat pelepasan simpanan glikogen dari hati. Pemecahan alkohol dalam tubuh dapat mengganggu kerja hati dalam meningkatkan glukosa dalam darah. Alkohol secara langsung mengganggu glukoneogenesis hepatic, namun tidak mengganggu glikogenolisis. Energi yang dibutuhkan untuk metabolisme alkohol diambil dari energi untuk pengambilan laktat. Orang yang mengonsumsi alkohol dapat mengalami hipoglikemia setelah 12-14 jam.³²

f. Kebiasaan Merokok

Merokok merupakan salah satu penyebab terjadinya hiperglikemia. Merokok memiliki hubungan positif dengan peningkatan intoleransi glukosa.³³ Penelitian lain juga menunjukkan bahwa merokok, utamanya paparan nikotin, menyebabkan kenaikan kadar glukosa darah. Nikotin tidak hanya bersifat toksik pada sel β pankreas, namun juga meningkatkan resistensi insulin. Efek antiestrogenik pada nikotin dapat menyebabkan peningkatan akumulasi lemak pada jaringan adipose visceral, dan berujung pada keadaan resistensi insulin.³⁴

g. Intensitas Latihan

Latihan merupakan hal yang penting dalam menunjang performa atlet pada saat pertandingan. Latihan memiliki berbagai komponen, anatar lain modus, intensitas, durasi, ritme, dan frekuensi.³⁵ Intensitas latihan merupakan beban latihan yang diberikan. Besarnya intensitas latihan dapat ditentukan dengan mengukur denyut nadi maksimal. Latihan dengan intensitas yang rendah selama 40 menit tidak menunjukkan terjadinya penurunan kadar glukosa darah secara signifikan. Latihan dengan intensitas sedang selama 20

menit dapat menurunkan kadar glukosa darah lebih besar daripada intensitas tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh peningkatan glukosa oleh proses glukoneogenesis dan pengaruh hormon.³⁶

h. Asupan Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi makro yang apabila berlebih akan disimpan dalam bentuk glikogen pada otot. Asupan karbohidrat yang cukup selama latihan membantu menyediakan glukosa sebagai sumber energi, serta menghemat penggunaan cadangan glikogen otot.^{24,25} Kebutuhan karbohidrat atlet bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti berat badan, kebutuhan energi total, kebutuhan metabolisme spesifik berdasar jenis olahraga, serta tingkat intensitas latihan dan pertandingan.^{15,24} Asupan karbohidrat 4 jam sebelum latihan atau pertandingan dengan jumlah 4-5 gram/kg BB dan 1 gram/kg BB dapat meningkatkan performa atlet. Asupan karbohidrat sebelum latihan meningkatkan kadar glukosa dalam darah.¹⁵

Pemberian karbohidrat yang tepat dapat menjaga kadar gula darah atlet tetap optimal selama latihan atau pertandingan. Pada dasarnya, pengaturan karbohidrat sebelum pertandingan mempertimbangkan waktu dan jenis makanan yang dikonsumsi. 3-4 jam sebelum pertandingan konsumsi karbohidrat diberikan dalam bentuk makanan lengkap, dapat berupa nasi, mie, dan lainnya. Sementara 2-3 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.¹⁵

i. Indeks Glikemik (IG) dan Beban Glikemik (BG)

1) Indeks Glikemik

Menurut definisinya, indeks glikemik (IG) pangan adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar glukosa darah.³⁷ IG mengklasifikasikan makanan berkarbohidrat berdasar respon glukosa darah postprandial dibandingkan dengan respon glukosa darah dari makanan yang dijadikan referensi (roti putih atau glukosa murni). IG ditetapkan dengan

menghitung area kenaikan di bawah kurva respon glukosa (IAUC) setelah proses pencernaan makanan referensi yang mengandung 50 g karbohidrat dan makanan yang diuji juga mengandung 50 g karbohidrat. Makanan referensi biasanya diuji dua atau tiga kali pada masing-masing individu. Respon glukosa darah terhadap makanan yang diuji kemudian dinyatakan dalam presentase rata-rata respon glukosa terhadap makanan referensi pada responden yang sama. Nilai IG sebuah makanan berdasarkan pada rata-rata nilai IG yang diuji pada 10-12 individu.³⁸ Menurut IGnya, makanan terbagi menjadi tiga kelompok yaitu pangan IG rendah (<55), pangan IG sedang (55-70), dan pangan IG tinggi (>70).³⁷ Pada dasarnya, IG diciptakan untuk mengindikasikan laju pencernaan dan penyerapan glukosa pada makanan. Makanan dengan IG tinggi pada umumnya dicerna dan diserap secara cepat, sementara makanan dengan IG rendah dicerna dan diserap lebih lambat.³⁸ IG makanan dapat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia makanan.²⁰

Dalam penerapannya, konsumsi makanan terdiri dari berbagai jenis pangan. IG pangan campuran berada di antara IG pangan tertinggi dan IG pangan terendah di antara komponen penyusun makanan tersebut. Rumus untuk menghitung IG pangan campuran yaitu: $\Sigma (\%KH \text{ total} \times IG)$.³⁷

2) Beban Glikemik (*Glycemic Load*)

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. BG dapat dihitung dengan rumus:³⁷

$$BG = IG \times CHO$$

Keterangan:

BG = beban glikemik

IG = indeks glikemik (%)

CHO = kandungan karbohidrat pangan

Dari rumus tersebut terlihat bahwa BG berbanding lurus dengan kandungan karbohidrat. Artinya, semakin besar kandungan karbohidrat maka semakin besar BG pangan untuk IG yang sama. Semakin besar BG, maka semakin besar peningkatan kadar glukosa darah dan respon insulinogenik dari sebuah makanan.³⁷ Nilai BG diklasifikasikan menjadi 3, yaitu rendah (≤ 10), sedang (>10 sampai <20), dan tinggi (≥ 20).¹⁹

Kecepatan peningkatan kadar glukosa darah berbeda untuk setiap jenis pangan. Oleh karena dari itu dianjurkan untuk meningkatkan konsumsi pangan dengan IG rendah dan mengurangi konsumsi pangan IG tinggi. Tujuan dari anjuran tersebut adalah untuk mengurangi BG pangan secara keseluruhan. 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.³⁹

IG hanya memberikan informasi mengenai kecepatan perubahan karbohidrat menjadi glukosa darah. IG tidak memberikan informasi mengenai banyaknya karbohidrat terhadap kadar glukosa darah. Sedangkan BG memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai pengaruh konsumsi pangan aktual terhadap peningkatan kadar glukosa darah.⁴⁰ BG dapat memperkirakan dampak dari sejumlah karbohidrat dan IG dalam konsentrasi glukosa darah pada waktu yang sama.

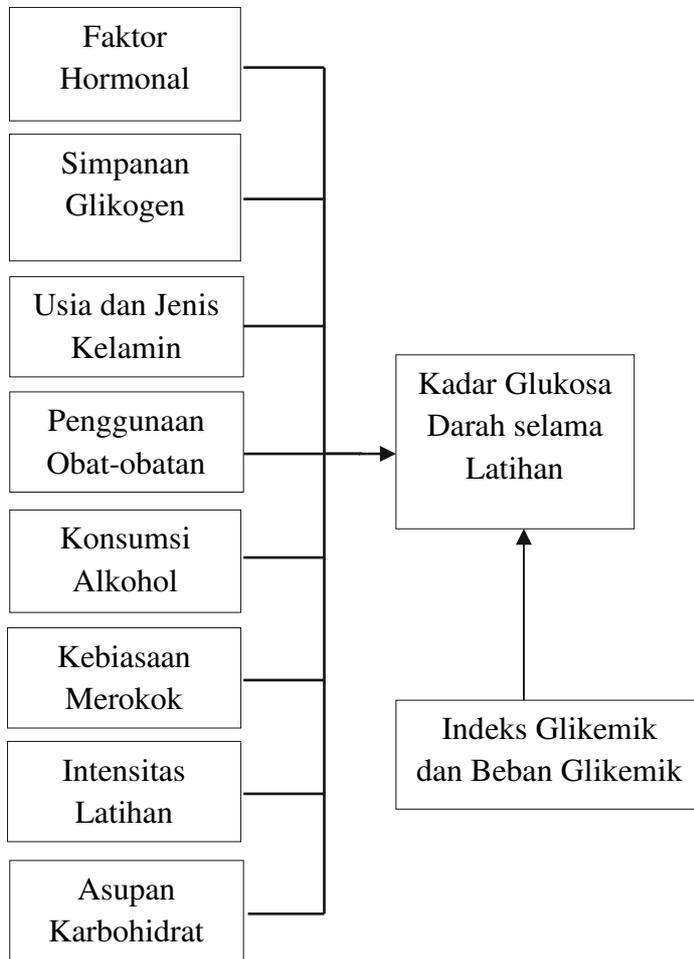
4. Pengaruh Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah

Beban glikemik dapat memperkirakan dampak dari sejumlah karbohidrat dan indeks glikemik dalam konsentrasi glukosa darah pada waktu yang sama. Makanan dengan beban glikemik 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.⁴¹

Makanan dengan beban glikemik tinggi dapat menyebabkan beberapa mekanisme yang berujung pada hiperglikemia. Pertama, makanan dengan beban glikemik tinggi dapat meningkatkan kebutuhan insulin yang dapat menyebabkan kegagalan sel β pankreas dalam memproduksi insulin, hingga berujung pada keadaan hiperglikemia. Mekanisme kedua yaitu makanan dengan beban glikemik tinggi dapat meningkatkan kadar glukosa postprandial, dan akhirnya berujung pada keadaan hiperglikemik. Ketiga, makanan dengan beban glikemik tinggi dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas postprandial secara lambat, kemudian menyebabkan resistensi insulin dan akhirnya terjadi hiperglikemia.⁴²

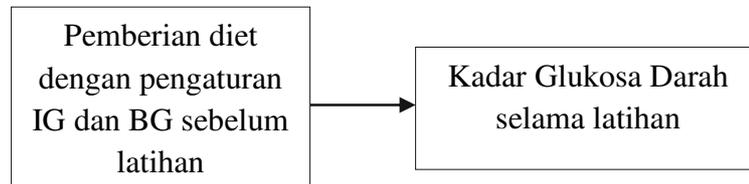
Pengaturan makanan dengan memperhatikan BG pangan dapat memberikan pengetahuan baru di bidang gizi olahraga. Akan tetapi belum banyak penelitian yang mengembangkan efek BG terhadap performa atlet. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi diet BG rendah atau tinggi sebelum latihan tidak memiliki efek terhadap perubahan *time to exhaustion* (TEE) dan *rating perceived exertion* (RPE), akan tetapi diet dengan BG rendah memicu terjadinya peningkatan serum asam lemak bebas dibanding dengan diet BG tinggi.⁴¹

B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

Variabel bebas yang diukur adalah pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik, dengan kadar glukosa darah sebagai variabel terikat. Faktor usia dan jenis kelamin, konsumsi alkohol, merokok, penggunaan obat-obatan, asupan karbohidrat, dan intensitas latihan dikontrol melalui kriteria inklusi. Faktor yang berkaitan dengan cadangan glikogen serta pengaruh hormonal tidak diteliti dan menjadi keterbatasan dalam penelitian ini.

D. Hipotesis

Ada pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Ruang Lingkup Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Pusat Pendidikan dan Latihan Pelajar (PPLP) Jati Diri, Semarang.

2. Waktu Penelitian

a. Pembuatan proposal : Bulan April-Juni 2016

b. Pengambilan data : Bulan November 2016

c. Analisis data : Bulan November 2016

3. Disiplin Ilmu

Dari lingkup keilmuan, penelitian yang dilakukan merupakan penelitian di bidang gizi masyarakat.

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan *quasi experimental* dengan tiga perlakuan dan dua periode yaitu *pre-test* dan *post-test*. Penelitian ini digambarkan sebagai berikut:

K1: → XA → O1 → O2 → XO → O3

K2: → XB → O1 → O2 → XO → O3

K3: → XC → O1 → O2 → XO → O3

Keterangan:

K1 : kelompok perlakuan 1

K2 : kelompok perlakuan 2

K3 : kelompok perlakuan 3

XA: perlakuan A (makanan dengan pengaturan indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik tinggi)

XB: perlakuan B (makanan dengan pengaturan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik tinggi)

XC: perlakuan C (makanan dengan pengaturan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah)

XO: latihan lari dengan jarak 2400 m

O1 : kadar glukosa darah 1 jam setelah intervensi (1 jam sebelum latihan)

O2 : kadar glukosa darah 2 jam setelah intervensi (sebelum latihan dimulai)

O3 : kadar glukosa darah setelah latihan

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

a. Populasi Target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh atlet sepak bola remaja di Kota Semarang.

b. Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah atlet sepak bola remaja di PPLP, Semarang

2. Sampel

a. Besar Sampel

Besar sampel minimal dihitung menggunakan rumus perkiraan

$$n_1 = n_2 = n_3 = \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)sd}{x_1 - x_2} \right]^2$$

$$n_1 = n_2 = n_3 = \left[\frac{(1,64 + 1,28)13,3}{15,0} \right]^2$$

$$n = 6,68 \approx 7 \text{ orang}$$

$$n_1 + n_2 + n_3 = 21 \text{ orang}$$

Koreksi besar sampel untukantisipasi *drop out* sebesar :

$$n' = n / (1-f)$$

$$n' = 21 / (1-0,1)$$

$$n' = 21/0,9$$

$n' = 24$ orang

Jadi jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 24 orang.

Keterangan :

n = jumlah sampel minimal yaitu 21 orang

n' = jumlah sampel setelah dikoreksi untukantisipasi *drop out* yaitu 24 orang

$Z\alpha$ = tingkat kemaknaan, dimana $Z = 1,64$ pada $\alpha = 0,05$ dengan derajat interval kepercayaan 95%

$Z\beta$ = kekuatan uji, dimana $Z = 1,28$ pada $\beta = 0,10$ dengan power penelitian 90%

Sd = simpangan baku dari selisih rerata yaitu 13,3 (dari pustaka)⁴¹

$x_1 - x_2$ = selisih rerata tiga kelompok yang bermakna yaitu 15,0 mg/dl (*clinical judgment*)

b. Cara Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *consecutive sampling* yaitu semua populasi terjangkau yang datang secara berurutan dan memenuhi kriteria dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subjek terpenuhi. Pembagian subjek menjadi tiga kelompok ditentukan dengan menggunakan teknik *simple random sampling*, yaitu pengambilan sampel anggota populasi dilakukan secara acak, dimana setiap subjek dalam populasi terjangkau memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih atau tidak terpilih sebagai sampel.

c. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Sampel dari populasi dipilih dengan pertimbangan kriteria inklusi sebagai berikut:

- 1) Berjenis kelamin laki-laki, berusia 14-18 tahun
- 2) Bersedia mengikuti penelitian melalui persetujuan *Informed Consent*
- 3) Tidak sedang sakit atau dalam perawatan dokter

- 4) Tidak memiliki riwayat penyakit jantung, paru-paru, dan diabetes melitus
- 5) Tidak mengonsumsi alkohol, merokok, dan melakukan aktivitas berat 24 jam sebelum penelitian
- 6) Memiliki VO_2 maks dalam rentan 45.2m/kgBB/menit-59.8m/kgBB/menit

Subjek dapat dikeluarkan dari sampel apabila termasuk dalam kriteria eksklusi sebagai berikut:

- 1) Tidak mengikuti setiap tahapan proses penelitian, mengundurkan diri saat penelitian berlangsung, sakit atau cedera pada saat penelitian berlangsung
- 2) Mengonsumsi suplemen sumber vitamin dan mineral atau suplemen yang berfungsi sebagai pembangkit tenaga selama penelitian berlangsung

D. Variabel dan Definisi Operasional

1. Variabel

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian diet dengan pengaturan diet dengan indeks glikemik dan beban glikemik.
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar glukosa darah atlet

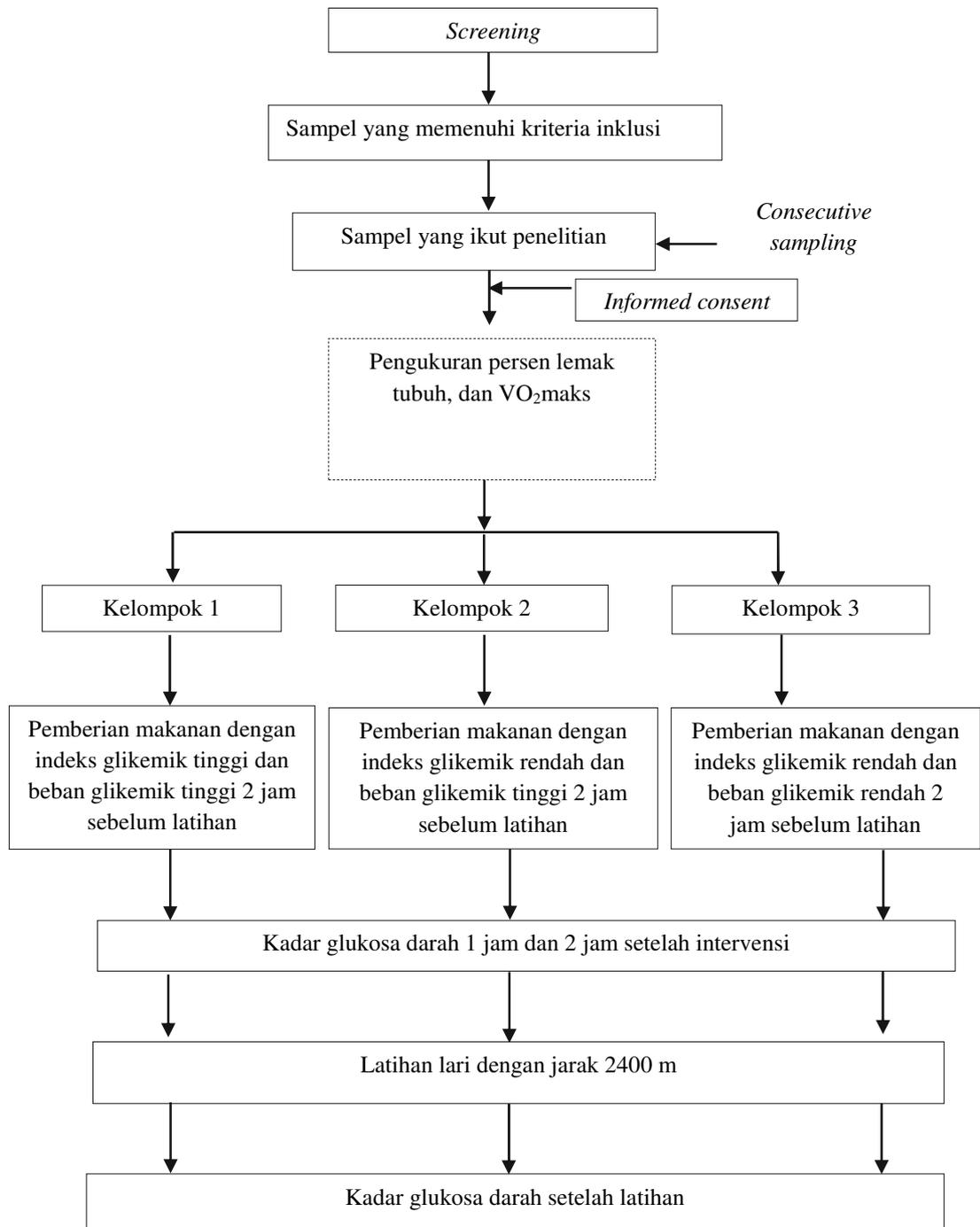
2. Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur	Skala
Pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik	Pemberian diet dengan memperhatikan indeks glikemik dan beban makanan. Terbagi menjadi 3 kelompok yaitu pemberian diet indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik tinggi (T-T), pemberian diet indeks glikemik	Nilai Indeks Glikemik dan Beban Glikemik	Ordinal

	rendah dengan beban glikemik tinggi (R-T), pemberian diet indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah (R-R). Diet diberikan 2 jam sebelum latihan.		
Kadar glukosa darah	Kadar glukosa darah yang diuji merupakan kadar glukosa darah sewaktu. Sampel darah diambil melalui pembuluh vena oleh petugas laboratorium. Sampel darah untuk pengukuran kadar glukosa darah diambil 3 kali pada masing-masing periode, yaitu 1 jam setelah intervensi, 2 jam setelah intervensi dan sesaat setelah latihan yaitu dengan lari jarak 2400 m.	mg/dl	Rasio

E. Alur Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian

F. Pengumpulan Data

1. Data yang Dikumpulkan

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan data primer meliputi:

- a. Data identitas dan karakteristik sampel yang meliputi nama, usia, persen lemak tubuh, dan kapasitas aerobik (VO_2 maks).
- b. Pengukuran kadar glukosa darah melalui pembuluh vena oleh petugas laboratorium. Pengambilan sampel darah dilakukan sebanyak tiga kali pada masing-masing percobaan, yaitu 1 jam setelah intervensi, 2 jam setelah intervensi, dan setelah latihan.

2. Instrumen Penelitian

a. Alat

- 1) *Bioelectrical Impedence Analysis* (BIA)
- 2) *Stopwatch*
- 3) Kuesioner penelitian

b. Bahan

- 1) Makanan indeks glikemik tinggi dengan beban glikemik tinggi yaitu makanan sumber karbohidrat yang memiliki nilai indeks glikemik tinggi (≥ 75) dan beban glikemik tinggi (≥ 20), berupa donat 65 gram dan semangka 180 gram (IG=77,85 BG=28,74) yang diberikan 2 jam sebelum latihan dan 1 kali pemberian.
- 2) Makanan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik tinggi yaitu makanan sumber karbohidrat yang memiliki nilai indeks glikemik rendah (< 55) dan beban glikemik tinggi (≥ 20), berupa apel 120 gram, pir 120 gram, stroberi 120 gram, madu 15 gram, dan yoghurt skim 250 gram (IG=38,23 BG=21,92), yang diberikan 2 jam sebelum latihan dan 1 kali pemberian.
- 3) Makanan indeks glikemik rendah dengan beban glikemik rendah yaitu makanan sumber karbohidrat yang memiliki nilai indeks glikemik rendah (< 55) dan beban glikemik rendah (< 10), berupa kacang kedelai rebus 100

gram dan jus tomat 250 ml (IG=33,6 BG=5,04), yang diberikan 2 jam sebelum latihan dan 1 kali pemberian.

G. Cara Pengambilan Data

Proses pengambilan data dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Peneliti mengajukan *ethical clearance* kepada pelatih
- 2) Setelah pengajuan *ethical clearance* disetujui, dilakukan pengambilan data di lapangan.
- 3) Setelah diberi penjelasan mengenai prosedur penelitian yang akan dilakukan, subjek diminta mengisi *informed consent* sebagai kesediaan untuk mengikuti penelitian dan mengisi kuesioner subjek.
- 4) Sebelum penelitian dilakukan, diadakan uji coba lari pada atlet pada hari yang berbeda serta pengambilan data persen lemak tubuh dan VO_2 maks.
- 5) Atlet dipuasakan 10-12 jam sepanjang malam 1 hari sebelum penelitian. Keesokan harinya atlet berkumpul di lapangan pukul 7 pagi, dan diberikan intervensi. Tepat 1 jam dan 2 jam setelahnya, atlet akan diambil sampel darahnya.
- 6) Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan dengan mengambil sampel darah yang dilakukan oleh petugas laboratorium.
- 7) Kemudian atlet melakukan latihan lari dengan jarak 1600 m. Setelah itu, atlet diukur kadar glukosa darahnya kembali.

H. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

a. Editing

Editing diperlukan untuk mengecek atau memperbaiki isian formulir atau kuesioner, meliputi data identitas subjek dan kuesioner kesehatan. Data kesehatan meliputi persen lemak tubuh dan kapasitas aerobik (VO_2 maks).

b. Data Entry

Setiap variabel dianalisis data dan dikategorikan terlebih dahulu, kemudian data yang diperoleh diolah menggunakan program komputer.

3. Analisis Data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi meliputi data usia, persen lemak tubuh, dan VO_2 maks. Hasilnya kemudian akan ditampilkan pada tabel distribusi frekuensi.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat yang dilakukan adalah uji analisis varians (*one-way ANOVA*) yaitu dengan membandingkan ketiga kelompok sekaligus. Bila setelah uji *one-way ANOVA* diperoleh nilai bermakna, kemudian dilakukan perbandingan dengan metode Tukey untuk mencari letak perbedaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. DiFiori JPM, Benjamin HJM, Brenner JMM, Gregory AM, Jayanthi NM, Landry GLM, et al. Overuse Injuries and Burnout in Youth Sports: A Position Statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2014;24(1):3–20.
2. 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.
3. Ramadhani RG, Murbawani EA. Pengaruh Pemberian Energi, Karbohidrat, Protein, Lemak terhadap Status Gizi dan Keterampilan Atlet Sepak Bola. *Journal of Nutrition College*. 2012;1:292–302.
4. 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_neue2010.pdf
5. 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.
6. Gazt G. Complete Conditioning for Soccer. Champaign: Human Kinetics; 2009. 131-132 p.
7. 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).
8. Covacs MS. Carbohydrate intake and tennis: are there benefits? *Journal Sport Medicine*. 2006;40(5).
9. Pannoni N. The Effect of Various Carbohydrate Supplements on Postprandial Blood Glucose Response in Female Soccer Players [Tesis]. Florida: University of South Florida; 2011.
10. Rollo I. Carbohydrate: the Football Fuel. *Sports Science Exchange*. 2014;27(127):1–8.
11. 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.

12. Van Proeyen K, Szlufcik K, Nielens H, Ramaekers M, Hespel P: Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *Journal of Applied Physiology*. 2011;110: 236-245.
13. Wallis GA, Yeo SE, Blannin AK, Jeukendrup AE: Dose-response effects of ingested carbohydrate on exercise metabolism in women. *Medical Science Sports Exercise*. 2007;39: 131-138.
14. Lima-Silva AE, Pires FO, Bertuzzi RC, Lira FS, Casarini D, Kiss MA: Low carbohydrate diet affects the oxygen uptake on-kinetics and rating of perceived exertion in high intensity exercise. *Psychophysiology*. 2010;48: 227-284.
15. Dorfman L. *Nutrition for exercise and sports performance*. 12th ed. Philadelphia: Saunders, Elsevier Inc.; 2012. 508-513 p.
16. 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.
17. 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.
18. Djuned S. Pengaruh Diet Indeks Glikemik Tinggi Dan Rendah Terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2014.
19. Beavers KM, Leutholtz B. Glycemic Load Food Guide Pyramid for Athletic Performance. *National Strength and Conditioning Journal*. 2008;30(3):10–4.
20. Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC. International table of glycaemic index and glycaemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(1):5–56.
21. Kibler W Ben. The 4000 watt tennis player: Power development for tennis. *Medical Science Tennis*. 2009;14(1):5–9.
22. Steiger, C W. Carbohydrate intake considerations for young athletes. *Journal of Sport Science Medicine*. 2007;6:342–52.
23. USA Swimming and The U.S Ski and Snowboard Association. *The Young Athlete 's Body : Physical Development*. 2006. 3 p.
24. Fink HH, Burgoon LA, Mikesky AE. *Practical application in sports nutrition*. Massachusetts: Jones and Bartlett Publisher; 2006. 224-226 p.
25. Williams MH. *Nutrition for health, fitness, and sport*. 8th ed. New York: Mc Graw-Hill Companies; 2007. 124 p.

26. Lubis MRS, Dananjaya R, Kharisma Y. Pengaruh Pemberian Minuman Berglukosa terhadap Kadar Gula Darah Sewaktu Sebelum dan Setelah Latihan [Skripsi]. Univ Islam Bandung. 2014;105–11.
27. Kathleen L. Krause's Food & Nutrition Therapy. 12th ed. Canada: Saunders, Elsevier Inc.; 2008.
28. Copstead L-E, Banasik J. Pathophysiology. 5th ed. Missouri: Saunders, Elsevier Inc.; 2013. 844 p.
29. Micheli LJ. Encyclopedia of Sports Medicine. 1st ed. California: SAGE Publications; 2011. 58 p.
30. Ko GTC, Wai HPS, Tang JSF. Effects of age on plasma glucose levels in non-diabetic Hong Kong Chinese. *Croatian Medical Journal*. 2006;47(5):709–13.
31. Perrini S, Laviola L, Natalicchio A, Giorgino F. J Associated hormonal declines in aging: DHEAS. *Journal of Endocrinology Investigation*. 2005;28 3 Suppl:85-93
32. Szablewski L. Glucose homeostasis-mechanism and defects. INTECH Open Access Publisher; 2011. 240 p.
33. Houston TK, Person SD, Pletcher MJ, Liu K, Iribarren C, Kiefe CI. Active and passive smoking and development of glucose intolerance among young adults in a prospective cohort: CARDIA study. *British Medical Journal*. 2006;332(7549):1064–9.
34. Clair C, Bitton A, Meigs JB, Rigotti NA. Relationships of Cotinine and Self-Reported Cigarette Smoking With Hemoglobin A1c in the U.S. *American Diabetes Association*. 2011;34(10):2250–5.
35. Purnomo M. Asam laktat dan aktifitas SOD eritrosit pada fase pemulihan setelah latihan submaksimal. *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 2011;2(155-170).
36. Widiyanto. Glukosa darah sebagai sumber energi. *Fak Ilmu Keolahragaan Univ Negeri Yogyakarta [Internet]*. 2013; Available from: uny.ac.id
37. Siagian RA. Indeks Glikemik Pangan. 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004. 25-30 p.
38. Donaldson CM, Perry TL, Rose MC. Glycemic index and endurance performance. *International Journal of Sport Nutrition Exercise Metabolism*. 2010;20(2):154–65.

39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. Riccardi G, Rivellese AA, Giacco R. Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008;87(1):269S – 274S.

Lampiran 1. Pengaturan Diet dengan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

Rumus IG Campuran : $\Sigma (\%KH \text{ total} \times IG)$

Rumus BG : $BG = IG \times CHO$

Keterangan:

BG = beban glikemik

IG = indeks glikemik (%)

CHO = kandungan karbohidrat pangan

IG tinggi dengan BG tinggi

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Roti tawar	50 gram	126.7	23.8	35.3%	56	19.77	13.33
Selai	20 gram	53.6	13	19.3%	61	11.78	7.93
Semangka	370 gram	141.5	30.6	45.4%	85	38.6	26.01
Total		321 kkal	67.4	100%		70.15	47.27

IG rendah dengan BG tinggi

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Apel	300 gram	155.6	34.3	54.1%	36	19.47	12.35
Pir	150 gram	78.5	18.6	29.3%	37	10.84	6.88
Yoghurt plain	250 gram	95	10.5	16.6%	32	5.31	3.36
Total		329 kkal	63.4	100%		35.62	22.59

IG rendah dengan BG rendah

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Kacang kedelai	110 gram	292	6	35.7%	21	7.5	1.26
Jus tomat	300 ml	43	10.8	64.3%	42	27	4.54
Total		335 kkal	16.8	100%		34.5	5.8

Lampiran 2.

**FORMULIR INFORMASI DAN PERNYATAAN KESEDIAAN
SEBAGAI SUBJEK PENELITIAN**

JUDUL PENELITIAN : Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja

INSTANSI PELAKSANA : Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro Semarang

INFORMASI PENELITIAN

Dengan hormat,

Sehubungan dengan kegiatan penelitian yang akan saya lakukan yang berjudul “Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja”, maka saya sebagai peneliti memohon kesediaan Anda untuk menjadi responden/subjek dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja.

Penelitian ini akan dilaksanakan selama tiga hari dengan rincian sebagai berikut:

1. Pada pertemuan pertama, Anda diminta datang pada latihan rutin untuk menerima pengarahan mengenai penelitian, mengisi formulir identitas diri, serta kuesioner untuk mengetahui riwayat kesehatan. Pengisian formulir-formulir tersebut akan dibimbing oleh peneliti. Setelah itu dilakukan juga

pengukuran persen lemak tubuh dan latihan lari 2400 m (metode *cooper test*) untuk mengukur VO₂ maks.

2. Pertemuan kedua, Anda akan diberi intervensi asupan makanan akan diberikan 2 jam sebelum latihan, disediakan dan dipantau oleh peneliti. Kemudian anda akan diminta melakukan latihan lari dengan jarak 2400 m.

Selama penelitian berlangsung, peneliti akan melakukan beberapa pengukuran terhadap Anda, antara lain sebagai berikut:

1. Komposisi tubuh (persen lemak tubuh)
2. Kapasitas aerobik (VO₂ maks).
3. Kadar glukosa darah. Pemeriksaan kadar glukosa darah 1 jam dan 2 jam setelah pemberian intervensi, dan setelah latihan. Petugas laboratorium akan melakukan pengukuran kadar glukosa darah melalui pembuluh darah vena terhadap Anda.

Apapun data atau hasil yang berhubungan dan diperoleh dari penelitian ini akan dijaga kerahasiaannya dan tidak akan disebarluaskan kepada pihak lain selain pihak yang berkepentingan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, sangat diharapkan agar Anda bersedia menjadi responden/subjek dalam penelitian ini dan dapat memberikan informasi sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Apabila dalam perjalanan penelitian nantinya Anda menghadapi masalah tentang penelitian ini, Anda dapat menghubungi saya. Atas kerja sama Anda, saya ucapkan terima kasih.

Peneliti

Tabita Prawita Siwi

**SURAT PERNYATAAN BERSEDIA MENJADI SUBJEK
PENELITIAN
(INFORMED CONSENT)**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama :

Tempat, tanggal lahir :

Usia :

Alamat :

No.telp/HP :

Menyatakan bersedia untuk menjadi sampel dalam penelitian yang dilakukan oleh:

Nama : Tabita Prawita Siwi

NIM : 22030113120023

No.telp/HP : 085799120771

Judul penelitian : PENGARUH PEMBERIAN DIET DENGAN
PENGATURAN INDEKS GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK TERHADAP
KADAR GLUKOSA DARAH ATLET SEPAK BOLA REMAJA

Semarang, November 2016

Peneliti

Subjek penelitian,

(Tabita Prawita Siwi)

(.....)

Lampiran 3

LEMBAR FORMAT PENELITIAN

**PENGARUH PEMBERIAN DIET DENGAN PENGATURAN INDEKS
GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK TERHADAP KADAR
GLUKOSA DARAH ATLET SEPAK BOLA REMAJA**

Kode : _____

Tanggal : _____

i. Identitas Sampel

Nama :
Tempat, tanggal lahir :
Usia :
Alamat :

No.telp/HP :

ii. Data Penelitian

Persen Lemak Tubuh* :
VO₂ maks* :
Kadar glukosa darah*
4) 1 jam setelah intervensi :
5) 2 jam setelah intervensi :
6) Setelah latihan :

Keterangan : * (*diisi oleh peneliti*)

Lampiran 4

Kuesioner Penelitian

Nama: _____ Tanggal: _____

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan menulis tanda centang (V) pada kolom yang tersedia.

Apakah saat ini Anda berada di bawah penanganan dokter: Ya Tidak

Jika ya, jelaskan mengapa: _____

Apakah Anda sedang mengonsumsi obat-obatan? Ya Tidak

Jika ya, sebutkan nama obat-obatan yang sedang Anda konsumsi :

Apakah saat ini Anda mengonsumsi suplemen secara rutin? Ya Tidak

Jika ya, sebutkan jenis suplemen dan alasan mengapa meminumnya:

Apakah Anda mempunyai riwayat penyakit seperti:

Tekanan darah tinggi? Ya Tidak

Penyakit Jantung? Ya Tidak

Diabetes Melitus? Ya Tidak

Sesak napas? Ya Tidak

Asma? Ya Tidak

Apakah Anda sedang mengalami cedera seperti:

Sakit punggung, tubuh bagian atas, tengah, atau bawah? Ya Tidak

Sakit pada persendian? Ya Tidak

Nyeri otot atau cedera? Ya Tidak

Rasa sakit pada kaki? Ya Tidak

Apakah Anda perokok? Ya Tidak

Apakah Anda sering mengonsumsi minuman beralkohol? Ya Tidak

Berdasarkan pengetahuan saya, informasi yang saya sebutkan di atas adalah benar.

Tanda tangan _____

JUDUL PENELITIAN : Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja

INSTANSI PELAKSANA : Mahasiswa Program Studi S1 Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN **(INFORMED CONSENT)**

Saudara Yth:.....

Perkenalkan nama saya Tabita Prawita Siwi, saya mahasiswa program studi S1 Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran UNDIP. Guna mendapatkan gelar Sarjana Ilmu Gizi, maka salah satu syarat yang ditetapkan kepada saya adalah menyusun skripsi atau penelitian. Penelitian yang akan saya lakukan berjudul “Pengaruh Pemberian Diet dengan Pengaturan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja”.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah atlet sepak bola remaja. Dalam penelitian ini, rangkaian kegiatan yang akan dilakukan yaitu wawancara terkait dengan identitas diri, pengukuran persen lemak tubuh dan kapasitas aerobik maksimum (VO₂maks), pemberian diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik (banyaknya karbohidrat dan indeks glikemik yang akan berpengaruh pada kadar glukosa darah setelah mengonsumsinya) yang terbagi dalam tiga kelompok, latihan lari dengan jarak 1600 m, pengukuran kadar glukosa darah yaitu 1 jam dan 2 setelah pemberian diet dan sesaat setelah latihan. Sampel dalam penelitian ini akan dibagi menjadi 3 kelompok dan sampel yang terpilih tidak dapat memilih untuk masuk ke dalam kelompok tertentu. Pada penelitian ini, saat dan setelah pengambilan sampel darah mungkin terdapat ketidaknyamanan berupa rasa nyeri. Pada saat wawancara kemungkinan akan sedikit menyita waktu. Oleh karena itu, Saya memohon dengan kerendahan hati kepada Saudara untuk meluangkan waktu ± 3 jam dalam satu hari untuk dapat mengikuti serangkaian kegiatan penelitian ini.

Manfaat dari penelitian ini adalah saudara dapat mengetahui pengaruh diet dengan pengaturan indeks glikemik dan beban glikemik terhadap kadar glukosa darah selama latihan. Apabila terbukti, maka diet yang dapat menjaga kadar glukosa darah lebih stabil dapat

dilanjutkan dan diterapkan pada saat mengikuti latihan maupun pertandingan. Serta sebagai dasar untuk dilakukan penelitian lebih lanjut untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Penelitian yang akan saya lakukan ini bersifat sukarela dan tanpa unsur paksaan. Partisipasi Saudara dalam penelitian ini juga tidak akan dipergunakan untuk hal-hal yang dapat merugikan Saudara. Apapun data atau hasil yang berhubungan dan diperoleh dari penelitian ini dijaga kerahasiaannya dengan tidak mencantumkan identitas subjek dan tidak akan disebarluaskan kepada pihak lain selain pihak yang berkepentingan dalam penelitian ini. Data-data tersebut hanya akan saya gunakan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, dan ilmu pengetahuan. Maka dari itu, Saudara tidak perlu takut atau ragu-ragu dalam memberikan jawaban yang sejujurnya. Artinya, semua jawaban yang diberikan adalah benar dan sesuai dengan kondisi yang dirasakan oleh Saudara selama ini.

Apabila ada informasi yang belum jelas, saudara bisa menghubungi saya Tabita Prawita Siwi, Program Studi S1 Ilmu Gizi, No.HP 085799120771. Demikian penjelasan dari saya. Terima kasih atas perhatian dan kerjasama Saudara dalam penelitian ini.

Setelah mendengar dan memahami penjelasan penelitian, dengan ini saya menyatakan

SETUJU / TIDAK SETUJU

Untuk ikut sebagai responden atau sampel penelitian.

Semarang, 2016

Saksi :

Nama Terang :

Nama Terang :

Alamat :

Alamat :

LEMBAR FORMAT PENELITIAN
PENGARUH PEMBERIAN DIET DENGAN PENGATURAN INDEKS
GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
ATLET SEPAK BOLA REMAJA

Kode : _____

Tanggal : _____

i. Identitas Sampel

Nama :

Tempat, tanggal lahir :

Usia :

Alamat :

No.telp/HP :

ii. Data Penelitian

Persen Lemak Tubuh* :

VO₂ maks* :

Kadar glukosa darah*

1) 1 jam setelah intervensi :

2) 2 jam setelah intervensi :

3) Setelah latihan :

Keterangan : * (*diisi oleh peneliti*)

Kuesioner Penelitian

Nama: _____

Tanggal: _____

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan menulis tanda centang (V) pada kolom yang tersedia.

Apakah saat ini Anda berada di bawah penanganan dokter: Ya Tidak

Jika ya, jelaskan mengapa: _____

Apakah Anda sedang mengonsumsi obat-obatan? Ya Tidak

Jika ya, sebutkan nama obat-obatan yang sedang Anda konsumsi :

Apakah saat ini Anda mengonsumsi suplemen secara rutin? Ya Tidak

Jika ya, sebutkan jenis suplemen dan alasan mengapa meminumnya:

Apakah Anda mempunyai riwayat penyakit seperti:

Tekanan darah tinggi? Ya Tidak

Penyakit Jantung? Ya Tidak

Diabetes Melitus? Ya Tidak

Sesak napas? Ya Tidak

Asma? Ya Tidak

Apakah Anda sedang mengalami cedera seperti:

Sakit punggung, tubuh bagian atas, tengah, atau bawah? Ya Tidak

Sakit pada persendian? Ya Tidak

Nyeri otot atau cedera? Ya Tidak

Rasa sakit pada kaki? Ya Tidak

Apakah Anda perokok? Ya Tidak

Apakah Anda sering mengonsumsi minuman beralkohol? Ya Tidak

Berdasarkan pengetahuan saya, informasi yang saya sebutkan di atas adalah benar.

Tanda tangan _____

**PENGARUH PEMBERIAN DIET DENGAN PENGATURAN
INDEKS GLIKEMIK DAN BEBAN GLIKEMIK TERHADAP
KADAR GLUKOSA DARAH ATLET SEPAK BOLA REMAJA**

Artikel Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
studi pada Program Studi S-1 Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro



disusun oleh:

TABITA PRAWITA SIWI

22030113120023

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
DEPARTEMEN ILMU GIZI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2017

Pengaruh Pemberian Diet Dengan Pengaturan Indeks Glikemik Dan Beban Glikemik Terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja

Tabita Prawita Siwi¹, Fillah Fithra Dieny¹, Deny Yudi Fitranti¹

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. 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 dipuaskan sebelum intervensi. Data yang diambil meliputi VO_2 maks 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 *Kruskall Wallis test*.

Hasil: Ketiga kelompok memiliki karakteristik usia, persen lemak tubuh, dan VO_2 maks 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

¹Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang.

The Effect of Diet with Arrangement Glycemic Index and Glycemic Load on Blood Glucose Level in Young Football Athletes

Tabita Prawita Siwi¹, Fillah Fithra Dieny¹, Deny Yudi Fitranti¹

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. 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 *Kruskall 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

¹Nutrition Science Department, Medical Faculty of Diponegoro University, Semarang.

PENGESAHAN ARTIKEL PENELITIAN

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

Disusun Oleh :

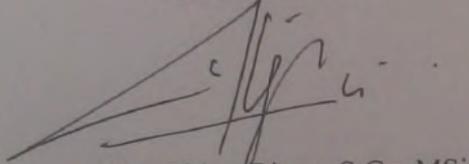
Tabita Prawita Siwi
22030113120023

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 23 Maret 2017
dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Semarang,

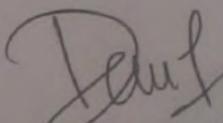
DEWAN PENGUJI

PEMBIMBING I



Fillah Fithra Dieny, S.Gz, MSi
NIP. 198507272010122005

PEMBIMBING II



Deny Yudi Fitrianti, S.Gz.,M.Si.
NIP. 198507052015042001

PENGUJI



dr. Etisa Adi Murbawani, M.Si.,Sp.GK
NIP. 197812062005012000

Mengetahui
Ketua Departemen Ilmu Gizi
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

Dra. Ani Margawati, M.Kes, PhD
NIP. 19650525 199303 2 001

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 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

Akhir-akhir ini telah diperkenalkan pemberian karbohidrat pada atlet dengan memerhatikan 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 dengan diet BG tinggi.¹⁴

Penelitian mengenai beban glikemik pada atlet belum banyak dilakukan, terutama di Indonesia. 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.

METODE PENELITIAN

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.

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 (VO_2 maks) 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. Kadar glukosa darah yang diukur 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 (155.6 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 VO_2 maks. 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

Tabel 1. Gambaran umum subjek pada ketiga kelompok

		Usia (tahun)	Persen Lemak Tubuh (%)	VO_2 maks (ml/kg/menit)
T-T	Rerata \pm SD	15.7 \pm 1.1	16 \pm 2.4	52.2 \pm 3.2
	Minimum	14	12.1	46.8
	Maksimum	17	18.6	57.1
R-T	Rerata \pm SD	15.6 \pm 0.7	16 \pm 4	51.2 \pm 1.9
	Minimum	14	9.1	47.4
	Maksimum	16	21.3	53.7
R-R	Rerata \pm SD	16 \pm 1	16.6 \pm 2.2	52.7 \pm 2
	Minimum	15	14.7	51.4
	Maksimum	18	19.6	57.1
<i>p</i> *		.864	.884	.360

**Kruskal Wallis Test*

Berdasarkan Tabel 1. rerata usia ketiga kelompok tidak jauh berbeda dan memiliki varians yang sama ($p > 0.05$). Persen lemak tubuh dan VO_2 maks pada ketiga kelompok tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kelompok memiliki karakteristik usia, persen lemak tubuh VO_2 maks yang sama.

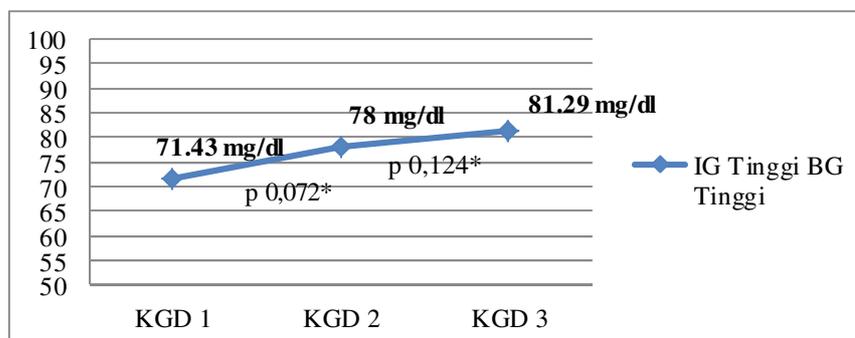
Tabel 2. Distribusi Frekuensi Karakteristik Subjek

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%)

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. Sedangkan VO₂maks pada ketiga kelompok termasuk kategori baik, sangat baik, dan paling baik.

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.

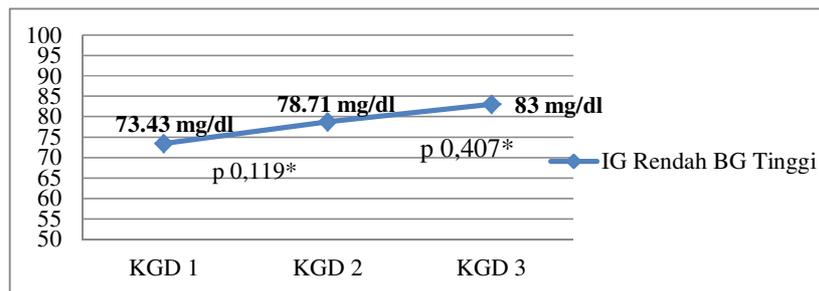


*paired t-test

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

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.

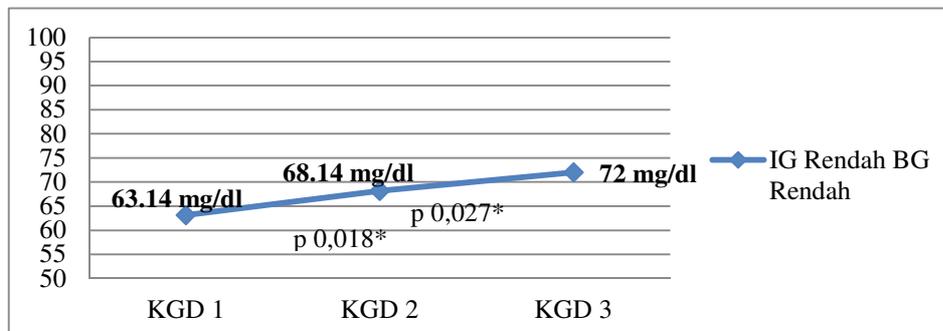


*paired t-test

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

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.



*Wilcoxon-test

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

Pengaruh Diet dengan Pengaturan IG dan BG Terhadap Kadar Glukosa Darah

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 ±SD	Min	Mak	Rerata ±SD	Min	Mak	Rerata ±SD	Min	Mak	
KGD 1	71.4±8.4	62	85	73.4±9.3	64	86	63.1±2.3	60	66	.041*
KGD 2	78±11.2	60	97	78.7±9.5	68	96	68.1±2.9	66	74	.024**
KGD 3	81.3±12.8	62	101	83±13.6	64	98	72±2.2	70	76	.155*

*one-way ANOVA Test

**Kruskall Walli Test

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 ($p > 0,05$).

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

	TT-RT	TT-RR	RT-RR
	p	p	p
KGD 1	.681*	.041*	.026*
KGD 2	.900*	.034**	.010**

*Independent T Test

**Mann-Whitney U test

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 ($p < 0,05$).

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	%		
Δ1*	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)
Δ2**	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)

*Δ1 = KGD 2 – KGD 1

*Δ2 = KGD 3 – KGD 2

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 $\Delta 2$.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan subjek 21 orang, terbagi menjadi tiga kelompok diet, yaitu 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 VO_2 maks pada seluruh subjek. Hasil uji beda menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan usia, persen lemak tubuh dan VO_2 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 melepaskan 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 terus 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 KGD 3 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 peptide 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 KGD 3 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.

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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada pembimbing dan penguji atas bimbingan, saran, dan masukan yang membangun untuk karya tulis ini. Terima kasih kepada orang tua, keluarga, dan teman-teman yang telah mendoakan, seluruh subjek yang berpartisipasi dalam penelitian ini, pelatih tim sepak bola PPLP Jawa Tengah, Dinas Pemuda dan Olahraga Jawa Tengah, enumerator yang telah membantu dan semua pihak yang telah memotivasi dan mendukung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

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_neue2010.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. Krusturup 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. Pengaruh Diet Indeks Glikemik Tinggi Dan Rendah Terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2014.
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 p.

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*, 16(61), 9-17. © 2003 *humanmovement.com*
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.

Lampiran 1. Pengaturan Diet dengan Indeks Glikemik dan Beban Glikemik

Rumus IG Campuran : Σ (%KH total x IG)

Rumus BG : BG = IG x CHO

Keterangan:

BG = beban glikemik

IG = indeks glikemik (%)

CHO = kandungan karbohidrat pangan

IG tinggi dengan BG tinggi

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Roti tawar	50 gram	126.7	23.8	35.3%	56	19.77	13.33
Selai	20 gram	53.6	13	19.3%	61	11.78	7.93
Semangka	370 gram	141.5	30.6	45.4%	85	38.6	26.01
Total		321 kkal	67.4	100%		70.15	47.27

IG rendah dengan BG tinggi

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Apel	300 gram	155.6	34.3	54.1%	36	19.47	12.35
Pir	150 gram	78.5	18.6	29.3%	37	10.84	6.88
Yoghurt plain	250 gram	95	10.5	16.6%	32	5.31	3.36
Total		329 kkal	63.4	100%		35.62	22.59

IG rendah dengan BG rendah

Makanan	Berat	Kalori	KH	% KH	IG	IG campuran	GL
Kacang kedelai	110 gram	292	6	35.7%	21	7.5	1.26
Jus tomat	300 ml	43	10.8	64.3%	42	27	4.54
Total		335 kkal	16.8	100%		34.5	5.8

Lampiran 2. Rekap Data

KELOMPOK T-T							
No.	Nama	Usia	% lemak tubuh	VO2max	GDS 1	GDS 2	GDS 3
1	M. Riv	16 th	13.8	57.1	85	97	101
2	F P	15 th	17.7	46.8	79	83	88
3	A O	14 th	18.3	53.1	72	79	90
4	E A	17 th	15	51.4	69	60	62
5	A P	16 th	12.1	51.4	62	72	77
6	Alf D	15 th	16.9	51.4	62	78	79
7	G S	17 th	18.6	54.3	71	77	72

KELOMPOK R-T							
No.	Nama	Usia	% lemak tubuh	VO2max	GDS 1	GDS 2	GDS 3
1	Ern A	14 th	14.8	50.8	84	87	98
2	R S	15 th	9.1	51.4	66	73	66
3	A S	16 th	19.3	51.4	69	77	83
4	A W	16 th	17.5	47.4	79	68	64
5	W R	16 th	17	52.5	64	76	91
6	R K	16 th	21.3	53.7	66	74	96
7	E C	16 th	13.4	51.4	86	96	83

KELOMPOK R-R							
No.	Nama	Usia	% lemak tubuh	VO2max	GDS 1	GDS 2	GDS 3
1	Rs	16 th	14.9	51.9	66	74	74
2	R J	18 th	14.7	57.1	64	66	70
3	A. D	16 th	19.6	53.7	17	66	76
4	J F	16 th	19	51.4	62	68	71
5	A U	16 th	18.4	51.9	63	68	70
6	R T	15 th	15	51.4	60	66	71
7	Ard	15 th	14.9	51.9	66	69	72

Uji Normalitas Data

Tests of Normality

Kelompok Diet		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Usia	IG Tinggi BG Tinggi	.173	7	.200*	.922	7	.482
	IG Rendah BG Tinggi	.421	7	.000	.646	7	.001
	IG Rendah BG Rendah	.357	7	.007	.787	7	.030
Persen Lemak Tubuh	IG Tinggi BG Tinggi	.205	7	.200*	.913	7	.418
	IG Rendah BG Tinggi	.164	7	.200*	.974	7	.926
	IG Rendah BG Rendah	.340	7	.014	.766	7	.019
VO2maks	IG Tinggi BG Tinggi	.256	7	.184	.942	7	.655
	IG Rendah BG Tinggi	.270	7	.133	.870	7	.187
	IG Rendah BG Rendah	.375	7	.004	.704	7	.004
KGD 1	IG Tinggi BG Tinggi	.187	7	.200*	.931	7	.558
	IG Rendah BG Tinggi	.254	7	.190	.848	7	.119
	IG Rendah BG Rendah	.175	7	.200*	.933	7	.574
KGD 2	IG Tinggi BG Tinggi	.184	7	.200*	.951	7	.738
	IG Rendah BG Tinggi	.286	7	.088	.893	7	.292
	IG Rendah BG Rendah	.239	7	.200*	.781	7	.026
KGD 3	IG Tinggi BG Tinggi	.142	7	.200*	.989	7	.990
	IG Rendah BG Tinggi	.214	7	.200*	.890	7	.275
	IG Rendah BG Rendah	.244	7	.200*	.864	7	.165

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Uji KGD Berpasangan Masing-masing Kelompok

Kelompok T-T

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	KGD 1 - KGD 2	-6.57143	7.95523	3.00680	-13.92879	.78593	-2.186	6	.072
Pair 2	KGD 2 - KGD 3	-3.28571	4.85504	1.83503	-7.77588	1.20445	-1.791	6	.124

Kelompok R-T

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	KGD 1 - KGD 2	-5.28571	7.69663	2.90905	-12.40391	1.83248	-1.817	6	.119
Pair 2	KGD 2 - KGD 3	-4.28571	12.72418	4.80929	-16.05362	7.48219	-.891	6	.407

Kelompok R-R

Test Statistics^b

	KGD 2 - KGD 1	KGD 3 - KGD 2
Z	-2.375 ^a	-2.207 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.018	.027

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Uji Beda Rerata Ketiga Kelompok

Test Statistics^{a,b}

	Usia	Persen Lemak Tubuh	VO2maks	KGD 2
Chi-Square	.293	.247	2.041	7.475
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.864	.884	.360	.024

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok Diet

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDS 1	Between Groups	416.381	2	208.190	3.831	.041
	Within Groups	978.286	18	54.349		
	Total	1394.667	20			
GDS 3	Between Groups	490.381	2	245.190	2.073	.155
	Within Groups	2129.429	18	118.302		
	Total	2619.810	20			

Uji Lanjut untuk mencari letak perbedaan

TT-RT

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
KGD 1	Equal variances assumed	.820	.383	-.422	12	.681	-2.00000	4.74449	-12.33736	8.33736
	Equal variances not assumed			-.422	11.883	.681	-2.00000	4.74449	-12.34871	8.34871
KGD 2	Equal variances assumed	.002	.965	-.129	12	.900	-.71429	5.55370	-12.81475	11.38618
	Equal variances not assumed			-.129	11.719	.900	-.71429	5.55370	-12.84700	11.41843
KGD 3	Equal variances assumed	.004	.952	-.242	12	.813	-1.71429	7.07011	-17.11872	13.69015
	Equal variances not assumed			-.242	11.963	.813	-1.71429	7.07011	-17.12399	13.69542

TT-RR

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
KGD 1 Equal variances assumed	4.780	.049	2.508	12	.028	8.28571	3.30430	1.08627	15.48516
Equal variances not assumed			2.508	6.921	.041	8.28571	3.30430	.45411	16.11732
KGD 3 Equal variances assumed	9.866	.009	1.883	12	.084	9.28571	4.93150	-1.45911	20.03054
Equal variances not assumed			1.883	6.363	.106	9.28571	4.93150	-2.61641	21.18784

Test Statistics^b

	KGD 2
Mann-Whitney U	8.000
Wilcoxon W	36.000
Z	-2.120
Asymp. Sig. (2-tailed)	.034
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.038 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Kategori Diet

RT-RR

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
KGD 1 Equal variances assumed	29.624	.000	2.836	12	.015	10.28571	3.62718	2.38276	18.18867
Equal variances not assumed			2.836	6.756	.026	10.28571	3.62718	1.64549	18.92594
KGD 3 Equal variances assumed	8.188	.014	2.113	12	.056	11.00000	5.20531	-.34139	22.34139
Equal variances not assumed			2.113	6.325	.077	11.00000	5.20531	-1.58011	23.58011

Test Statistics^b

	KGD 2
Mann-Whitney U	4.500
Wilcoxon W	32.500
Z	-2.581
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.007 ^a