



Asupan Energi, Karbohidrat, Serat, Beban Glikemik, Latihan Jasmani dan Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2

Fitri RI *, Yekti Wirawanni *

ABSTRACT

Energy intake, carbohydrate intake, fiber intake, glycemic load, exercise and blood glucose levels in patients with type 2 diabetes mellitus

Backgrounds: The worldwide prevalence of type 2 diabetes mellitus (DM) is increasing at epidemic proportion. Dietary patterns and sedentary lifestyle are risk factors of type 2 DM.

Objective: The study aimed to examine the association between carbohydrate intake, total energy intake, fiber intake, glycemic load, frequency of exercise and duration of exercise with fasting blood glucose levels and with 2h postprandial blood glucose levels.

Method: In this observational study with cross-sectional approach, 46 adults with type 2 DM. The subjects consisted of 17 male and 29 female. This study was performed at Dr. Kariadi Hospital during February-March 2008. Data on food consumption was obtained using semi quantitative food frequency questionnaire (FFQ) and recall. Data on exercise was obtained using questionnaire. Data on blood glucose level was obtained from medical records. Data analysis used Pearson Product Moment and multiple regression to test this associations.

Results: Most (76.1% and 78.3%) subjects had high fasting blood glucose and 2h pp. In bivariate analysis, significant associations with fasting blood glucose level were observed for carbohydrate intake ($r=0.638$, $p=0.000$), total energy intake ($r=0.539$, $p=0.000$), fiber intake ($r=-0.670$, $p=0.000$), glycemic load ($r=0.345$, $p=0.019$), frequency of exercise ($r=-0.561$, $p=0.000$), and duration of exercise ($r=-0.393$, $p=0.007$). Significant associations with 2h postprandial blood glucose level were also observed for total energy intake ($r=0.673$, $p=0.000$), fiber intake ($r=-0.638$, $p=0.000$), glycemic load ($r=0.775$, $p=0.000$), frequency of exercise ($r=-0.482$, $p=0.001$), and duration of exercise ($r=-0.393$, $p=0.007$). Fiber intake, frequency of exercise and duration of exercise were negatively associated with fasting blood glucose levels and with 2h postprandial blood glucose levels. Carbohydrate intake, total energy intake, fiber intake, glycemic load, frequency of exercise and duration of exercise influenced 69.7% fasting blood glucose levels and 71.3% 2h blood glucose levels.

Conclusion: The unsuccessful blood glucose level central are associated with food intake glycemic index of the food and physical activity.

Keywords: Carbohydrate intake, total energy, fiber, glycemic load, exercise, blood glucose levels, type 2 diabetes mellitus

ABSTRAK

Latar belakang: Prevalensi diabetes mellitus (DM) tipe 2 meningkat secara epidemiologis di seluruh dunia. Pola makan dan pola hidup santai merupakan faktor risiko DM tipe 2.

Tujuan: Menjelaskan hubungan asupan energi, asupan karbohidrat, asupan serat, beban glikemik, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani dengan kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam postprandial (2 jam pp).

Metode: Penelitian ini bersifat observasional dengan pendekatan belah lintang dilaksanakan di Rumah Sakit Dr. Kariadi Semarang selama bulan Februari-Maret 2008 dengan 46 pasien DM sebagai subyek penelitian, yang terdiri atas 17 orang laki-laki dan 29 orang perempuan. Data asupan makanan diperoleh dengan formulir frekuensi makan semi kuantitatif dan recall. Data latihan jasmani diperoleh dengan kuesioner. Data kadar gula darah diperoleh dari buku rekam medik. Analisis data menggunakan korelasi Pearson Product Moment dan regresi linear ganda.

* Program Studi Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Dr. Sutomo No. 14 Semarang

Hasil: Sebagian besar (76,1%) dan (78,3%) subyek mempunyai kadar gula darah puasa dan 2 jam pp dengan kategori tinggi. Terdapat hubungan bermakna untuk kadar gula darah puasa dengan asupan energi ($r=0,539$, $p=0,000$), karbohidrat ($r=0,638$, $p=0,000$), serat ($r=-0,670$, $p=0,000$), beban glikemik ($r=0,345$, $p=0,019$), frekuensi latihan jasmani ($r=-0,561$, $p=0,000$) dan durasi latihan jasmani ($r=-0,393$, $p=0,007$). Terdapat hubungan bermakna antara kadar gula darah 2 jam pp dengan asupan energi ($r=0,673$, $p=0,000$), asupan serat ($r=-0,638$, $p=0,000$), beban glikemik ($r=0,775$,

$p=0,000$), frekuensi latihan jasmani ($r=-0,482$, $p=0,001$) dan durasi latihan jasmani ($r=-0,393$, $p=0,007$). Asupan energi, karbohidrat, serat, beban glikemik, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama mempengaruhi 69,7% kadar gula darah puasa, dan 71,3% kadar gula darah 2 jam pp.

Simpulan: Ketidakberhasilan pengendalian kadar gula darah berhubungan dengan asupan dan beban glikemik makanan serta aktivitas fisik yang rendah.

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) tipe 2 ditandai dengan peningkatan kadar gula darah. Faktor makanan, penurunan aktivitas fisik dan latihan jasmani serta pola hidup yang tidak sehat mempercepat peningkatan kadar gula darah pada DM tipe 2. Berbagai penelitian dilakukan untuk mengetahui kekerapan DM tipe 2 di berbagai wilayah Indonesia. Kekeraan DM di daerah urban kelurahan kayu putih tahun 1993 sebesar 5,69%. Penelitian terakhir di daerah Depok (2001-2005) kekerapan DM tipe 2 sebesar 14,7%.¹

Asupan makanan padat energi (tinggi lemak dan gula) dan rendah serat berhubungan dengan kadar gula darah. Dari studi *crosssectional* pada pasien DM tipe 2 dilaporkan bahwa asupan energi berhubungan dengan kadar gula darah.² Makanan tinggi energi berhubungan dengan obesitas, resistensi insulin sehingga dapat memacu peningkatan kadar gula darah.³

Beban glikemik memberikan gambaran tentang respon kadar gula darah terhadap makanan, terutama jumlah dan jenis karbohidrat tertentu di dalam makanan.⁴ Jumlah asupan karbohidrat dari makanan utama dan selingan mempengaruhi peningkatan kadar gula darah.⁵ Studi *crosssectional* pada penduduk Hawaii keturunan Jepang menunjukkan adanya hubungan positif antara asupan karbohidrat monosakarida yang tinggi dengan peningkatan kadar gula darah.⁶ Konsensus pengelolaan dan pencegahan DM tipe 2 menganjurkan asupan karbohidrat pada pasiennya sebesar 45-65% dari total energi.⁷

Asupan serat memberikan efek yang positif terhadap kadar gula darah pada DM tipe 2. Serat makanan memperlambat proses pengosongan lambung dan penyerapan gula darah oleh usus halus.⁸ Studi pada penderita DM tipe 2 di Texas melaporkan diet tinggi serat akan menurunkan kadar gula darah.⁹ Asupan serat sebanyak 25 gram per hari dianjurkan bagi pasien DM di Indonesia.⁷

Latihan jasmani berperan pada pengaturan kadar gula darah bagi pasien DM tipe 2. Latihan jasmani meningkatkan sensitivitas insulin sehingga membantu penurunan kadar gula darah. Latihan jasmani secara teratur 3 sampai 5 kali per minggu dengan durasi lebih

dari 30 menit dianjurkan pada DM tipe 2. Hasil penelitian Suminarti dkk, melaporkan bahwa pelaksanaan senam dapat menurunkan berat badan dan kadar gula darah puasa dan 2 jam *postprandial*. Rata-rata penurunan kadar gula darah puasa $1,06 \pm 47,74$ dan sebesar $41,94 \pm 75,17$ pada kadar gula darah 2 jam *postprandial*.¹⁰ Berdasarkan data di RSUP Dr. Kariadi Semarang jumlah pasien DM rawat jalan di poli gizi pada bulan Januari-Desember 2007 sebanyak 333 orang yang merupakan penyakit dengan kunjungan terbanyak.¹¹

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana hubungan antara asupan energi, karbohidrat, serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani dengan kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

METODE

Jenis penelitian ini adalah observasional dengan pendekatan belah lintang. Penelitian ini dilaksanakan di Poli Penyakit Dalam dan Poli Gizi Instalasi Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang pada bulan Februari-Maret 2008. Subyek penelitian ini sebanyak 46 orang. Pengambilan subyek dengan metode kuota sampling.¹² Hal ini disebabkan metode tersebut merupakan cara pengambilan subyek non probabilitas yang paling mendekati kondisi sebenarnya. Subyek penelitian merupakan pasien DM tipe 2 yang sudah berpuasa pada saat pemeriksaan kadar gula darah dan berkunjung setiap hari kamis hingga terpenuhi jumlah subyek penelitian. Asupan energi, karbohidrat, serat, beban glikemik, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani merupakan variabel bebas. Variabel terikat adalah kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* (2 jpp). Pengumpulan data asupan makan menggunakan formulir frekuensi makan dan *recall*. Data frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani dikumpulkan dengan kuesioner. Data kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* berasal dari buku rekam medik.

Asupan energi merupakan jumlah energi dalam Kkal yang dikonsumsi oleh subyek pada keadaan 2 jam *postprandial*. Asupan energi termasuk kategori kurang

apabila lebih rendah dari kebutuhan energi, cukup apabila sesuai dengan kebutuhan energi dan lebih apabila lebih tinggi dari kebutuhan energi.¹³ Asupan karbohidrat merupakan perbandingan antara jumlah energi dalam kalori yang berasal dari karbohidrat dengan total kebutuhan energi kali seratus persen. Asupan karbohidrat termasuk kategori kurang apabila $\leq 45\%$, cukup antara 45 sampai 65%, tinggi apabila $\geq 65\%$.⁷ Asupan serat merupakan jumlah gram serat yang dikonsumsi oleh subyek pada keadaan puasa dan 2 jam *postprandial*. Asupan serat puasa termasuk kategori kurang apabila < 25 gram, cukup antara 25 sampai 30 gram, baik apabila ≥ 30 gram.¹³ Asupan serat termasuk kategori kurang apabila < 5 gram, cukup apabila ≥ 5 gram.⁷

Beban glikemik makanan diperoleh dari jumlah beban glikemik dari asupan karbohidrat dalam satu hari, dihitung berdasarkan hasil kali antara persentase indeks glikemik, jumlah gram karbohidrat di dalam makanan dan frekuensi makan dalam satu hari.⁶ Persentase indeks glikemik diperoleh dari penelusuran pustaka.¹⁴⁻¹⁶ Beban glikemik dikatakan rendah apabila ≤ 80 , sedang antara 80 sampai 120, tinggi apabila ≥ 120 .⁴

Frekuensi latihan jasmani merupakan jumlah latihan jasmani, selain aktivitas fisik yang dilakukan oleh subyek dalam waktu satu minggu. Frekuensi latihan jasmani termasuk ketegori kurang apabila < 3 kali dalam satu minggu dan cukup apabila ≥ 3 kali dalam satu minggu.¹⁷ Durasi latihan jasmani merupakan jumlah menit latihan jasmani, selain termasuk aktivitas fisik yang dilakukan oleh subyek dalam satu kali latihan jasmani. Durasi latihan jasmani termasuk kategori sangat kurang apabila < 10 menit, kurang antara 10 sampai 19 menit, cukup antara 20 sampai 29 menit dan baik apabila ≥ 30 menit.¹⁷

Kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* merupakan hasil pemeriksaan gula darah pada keadaan puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* dengan metode enzimatis yang tercatat pada buku rekam medik. Kadar gula darah puasa termasuk kategori baik apabila antara 80-109 mg/dl, sedang antara 110 sampai 125 mg/dl dan tinggi apabila ≥ 126 mg/dl. Kadar gula darah 2 jam *postprandial* termasuk kategori baik apabila antara 80 sampai 144 mg/dl, sedang antara 144 sampai 179 mg/dl dan tinggi apabila ≥ 180 mg/dl.⁷

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik sampel penelitian. Analisis analitik dilakukan untuk menguji hipotesa dengan uji statistik korelasi *Pearson Product Moment* dan *regresi linear ganda*.¹²

HASIL

Karakteristik subyek

Sebagian besar (65,2%) subyek berusia antara 40-59 tahun dengan rerata $56,35 \pm 8,09$. Hasil sejenis didapatkan oleh Suminarti dkk, separuh (50%) subyek berusia antara 40-59 tahun dengan rerata $58,87 \pm 9,1$.¹⁰ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar subyek berusia di atas 40 tahun.

Tabel 1. Karakteristik subyek penelitian

Karakteristik	n	%
Kelompok usia		
≤ 39 tahun	1	2,2
40-49 tahun	8	17,4
50-59 tahun	22	47,8
60-69 tahun	14	30,4
≥ 70 tahun	1	2,2
Jenis kelamin		
Laki-laki	17	37,0
Perempuan	29	63,0
Status gizi		
Laki-laki		
Normal	5	10,9
Berat badan lebih	7	15,2
Obesitas	5	10,9
Perempuan		
Normal	8	17,4
Berat badan lebih	11	23,9
Obesitas	10	21,7

Asupan energi dan karbohidrat

Asupan energi subyek berkisar antara 1325-2087 Kkal dengan rerata $1715,2 \pm 158,07$ hanya 8,7% subyek mempunyai asupan energi kurang, separuh subyek (50%) dengan asupan energi yang tinggi. Karbohidrat merupakan salah satu sumber energi.

Tabel 2. Distribusi frekuensi menurut asupan energi, karbohidrat, serat dan beban glikemik

Jenis asupan	n	%
Asupan energi		
Kurang	4	8,7
Cukup	19	41,3
Tinggi	23	50
Asupan karbohidrat		
Cukup 45-65%	16	34,8
Lebih $\geq 65\%$	30	65,2
Asupan serat		
Kurang < 25 gram	38	82,6
Cukup 25-30 gram	8	17,4
Beban glikemik		
Rendah ≤ 80	1	2,2
Sedang 80-120	13	28,3
Tinggi ≥ 120	32	69,5

Persentase karbohidrat menyumbang separuh atau lebih dari total energi di dalam diit. Asupan karbohidrat berkisar antara 53,3-83% dengan rerata 65,5±6,45. Sebagian besar (65,2%) subyek mempunyai asupan karbohidrat dengan kategori lebih (di atas 65%). Sementara asupan karbohidrat yang dianjurkan untuk penderita DM tipe 2 di bawah 65% dari total energi.⁷

Asupan serat

Asupan serat sebagian besar subyek di bawah 25 gram (82,6%) berkisar antara 13,7-26,98 gram dengan rerata 19,41±3,59.⁷ Rendahnya konsumsi serat puasa kemungkinan berkaitan dengan kurangnya frekuensi konsumsi makanan tinggi serat seperti buah dan sayur dalam sehari (Tabel 2).

Beban glikemik

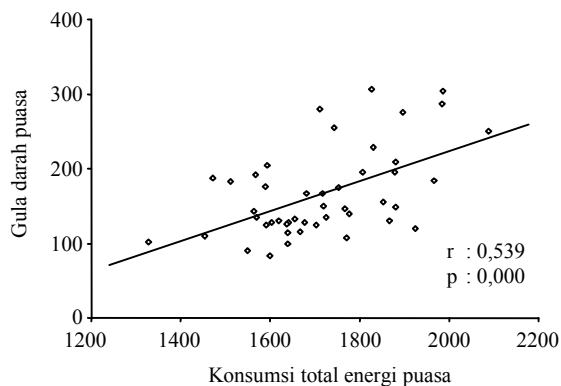
Beban glikemik berkisar antara 74,4-159,6 dengan rerata 126,61±17,78. Sebagian besar subyek (69,5%) mempunyai beban glikemik tinggi (Tabel 2).⁴

Frekuensi dan durasi latihan jasmani

Frekuensi latihan jasmani berkisar antara 1 sampai 4 kali dalam seminggu dengan rerata 1,8±1,43. Data rerata frekuensi latihan jasmani dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi frekuensi menurut frekuensi dan durasi latihan jasmani

Kategori	n	%
Frekuensi latihan		
Kurang <3x/minggu	31	67,4
Cukup ≥3x/minggu	15	32,6
Durasi latihan jasmani		
Sangat kurang <10 menit	17	37
Kurang 10-20 menit	25	54,3
Baik ≥30 menit	4	8,7



Gambar 1. Hubungan asupan energi dengan kadar gula darah puasa

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar (67,4%) subyek mempunyai frekuensi latihan jasmani termasuk kategori kurang. Rerata latihan jasmani subyek masih kurang dari anjuran, yaitu 1,76 dalam seminggu.

Kadar gula darah

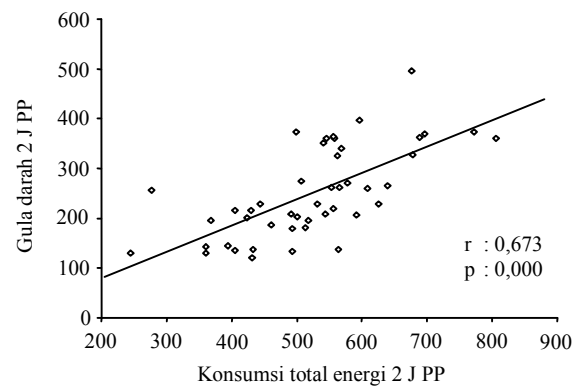
Tabel 4 menunjukkan bahwa sebagian besar subyek (76,1%) dengan kadar gula darah puasa termasuk kategori tinggi (di atas 126 mg/dl) dibandingkan dengan anjuran untuk pasien DM tipe 2, yaitu 80-125 mg/dl.⁷ Kadar gula darah puasa berkisar antara 84-306 mg/dl dengan rerata 166,80 mg/dl ±58,97. Sedangkan 78,3% subyek dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial* termasuk kategori tinggi (di atas 180 mg/dl) dibandingkan dengan anjuran untuk pasien DM tipe 2, yaitu 80-179 mg/dl.⁷ Kadar gula darah 2 jam *postprandial* berkisar antara 120 sampai 496 mg/dl dengan rerata 250,52 mg/dl ±91,18.

Tabel 4. Distribusi frekuensi menurut kadar gula darah puasa dan 2 jam *postprandial*

Kategori	n	%
Kadar gula darah puasa		
Baik 80-100 mg/dl	5	10,9
Sedang 110-125 mg/dl	6	10,9
Tinggi ≥126 mg/dl	35	76,1
Kadar gula darah 2 jam <i>postprandial</i>		
Baik 80-144 mg/dl	8	17,4
Sedang 144-179 mg/dl	2	4,3
Tinggi ≥180 mg/dl	36	78,3

Hubungan antara asupan energi dengan kadar gula darah

Asupan energi dari penelitian ini berhubungan dengan kadar gula darah puasa ($r=0,539$; $p=0,000$) (Gambar 1). Hubungan antara asupan energi 2 jam *postprandial* dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial* ($r=0,673$; $p=0,000$) (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan asupan energi dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial*

Hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar gula darah

Asupan karbohidrat berhubungan bermakna dengan kadar gula darah puasa ($r=0,638$; $p=0,000$) yang dapat dilihat pada Gambar 3. Hubungan ini bersifat positif, sehingga semakin tinggi asupan karbohidrat, maka semakin tinggi kadar gula darah. Pada penelitian ini tidak membedakan antara asupan karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks sehingga tidak diketahui hubungan masing-masing jenis karbohidrat dengan kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

Hubungan antara asupan serat dengan kadar gula darah

Asupan serat berhubungan bermakna dengan kadar gula darah puasa ($r=-0,670$; $p=0,000$) yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan hubungan antara asupan serat 2 jam *postprandial* dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial* ($r=-0,638$; $p=0,000$) yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pada penelitian ini tidak dibedakan jenis serat (serat larut air dan tidak larut air) yang terkandung di dalam makanan sehingga tidak dapat diketahui respon kadar gula darah terhadap jenis serat yang dikonsumsi oleh subyek.

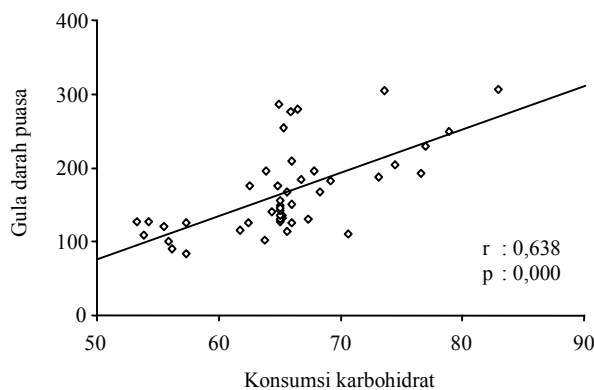
Hubungan antara beban glikemik dengan kadar gula darah

Beban glikemik makanan subyek berhubungan dengan kadar gula darah puasa ($r=0,345$; $p=0,019$) yang dapat dilihat pada Gambar 6. Hubungan tersebut tidak dapat menggambarkan hubungan sebab akibat dan kemungkinan tidak teruji secara klinis. Hal ini disebabkan tidak terdapatnya asupan makan dalam waktu 10-12 jam sebelum pemeriksaan kadar gula darah puasa.³⁰

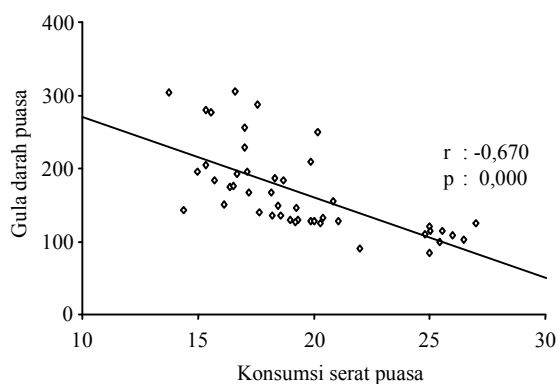
Hasil penelitian ini juga menunjukkan terdapat hubungan antara beban glikemik 2 jam *postprandial* dengan kadar glukosa darah 2 jam *postprandial* ($r=0,775$; $p=0,000$) yang dapat dilihat pada Gambar 7. Hubungan ini bersifat positif sehingga semakin tinggi beban glikemik, maka kadar gula darah akan semakin tinggi.

Hubungan antara frekuensi latihan jasmani dengan kadar gula darah

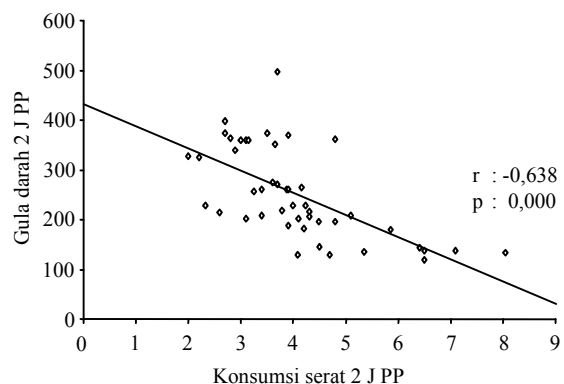
Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi latihan jasmani berhubungan dengan kadar gula darah puasa ($r=-0,561$; $p=0,000$) dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* ($r=-0,482$; $p=0,001$) yang dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



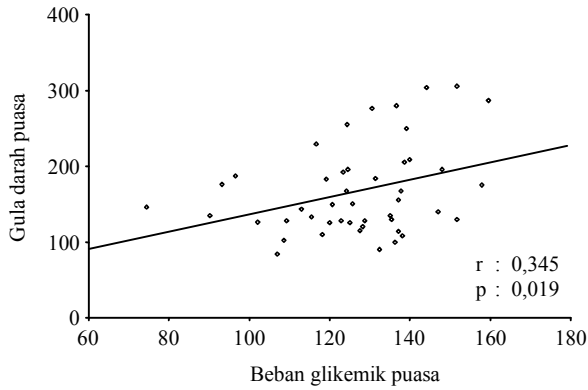
Gambar 3. Hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah puasa



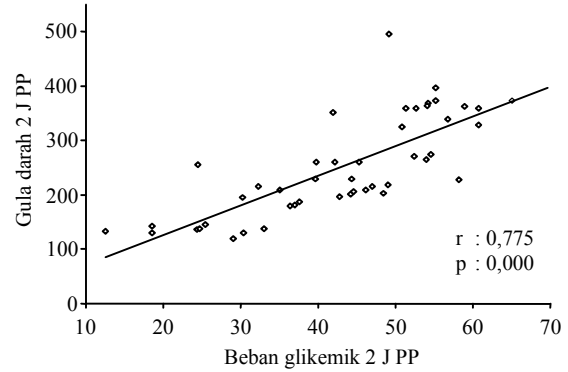
Gambar 4. Hubungan asupan serat dengan kadar gula darah puasa



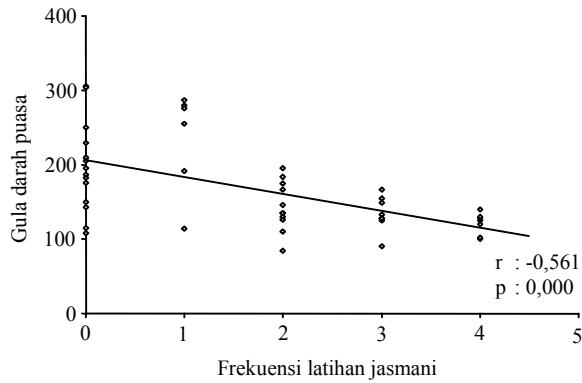
Gambar 5. Hubungan asupan serat dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial*



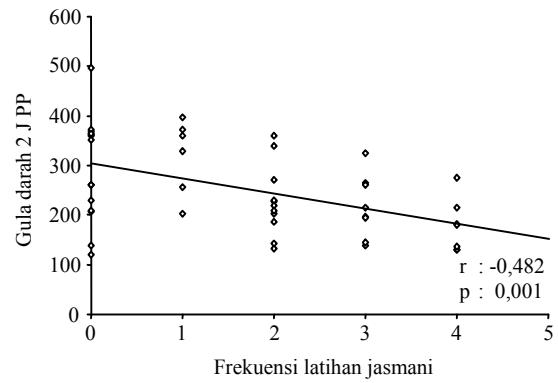
Gambar 6. Hubungan beban glikemik dengan kadar gula darah puasa



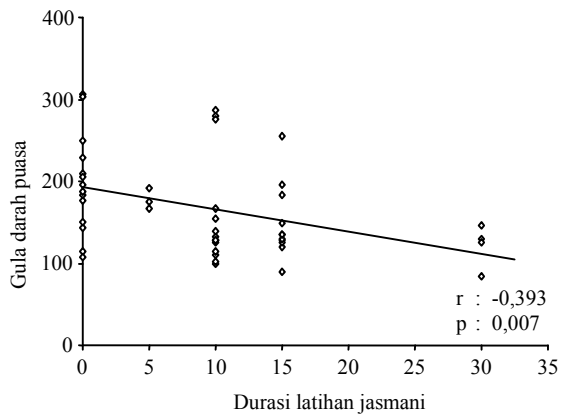
Gambar 7. Hubungan beban glikemik dengan kadar gula darah 2 jam postprandial



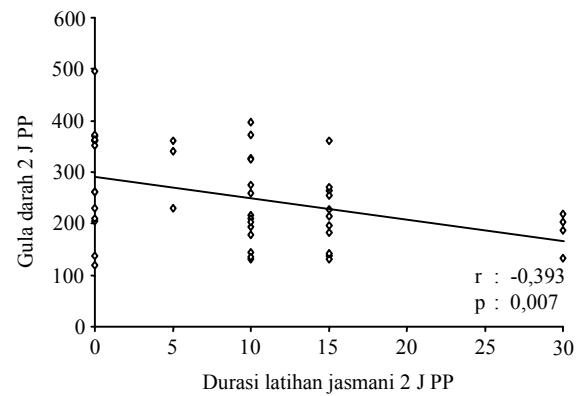
Gambar 8. Hubungan frekuensi latihan jasmani dengan kadar gula darah puasa



Gambar 9. Hubungan frekuensi latihan jasmani dengan kadar gula darah 2 jam postprandial



Gambar 10. Hubungan durasi latihan jasmani dengan kadar gula darah puasa



Gambar 11. Hubungan durasi latihan jasmani dengan kadar gula darah 2 jam postprandial

Hubungan antara durasi latihan jasmani dengan kadar gula darah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi latihan jasmani berhubungan bermakna dengan kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* dengan nilai r yang sama, yaitu $r = -0,393$; $p = 0,007$. Hubungan tersebut bersifat negatif, dimana semakin lama durasi latihan jasmani, maka semakin rendah kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* yang terdapat pada Gambar 10 dan 11.

PEMBAHASAN

Shuldiner dkk, menyatakan usia di atas 40 tahun kemungkinan lebih berisiko menderita penyakit-penyakit degeneratif, seperti DM tipe 2. Risiko perkembangan DM tipe 2 kemungkinan berkaitan dengan asupan makanan tinggi energi, kurangnya aktivitas fisik dan latihan jasmani dalam jangka waktu lama. Ketidakseimbangan antara asupan makanan tinggi energi dengan pengeluaran energi untuk aktivitas dalam jangka waktu lama memungkinkan terjadinya obesitas, resistensi insulin dan DM tipe 2.¹⁸

Sebagian besar (63%) subyek berjenis kelamin perempuan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Winarti dkk, bahwa prevalensi DM tipe 2 lebih tinggi dibandingkan laki-laki.¹⁹ Hal ini kemungkinan berkaitan dengan risiko berat badan lebih dan obesitas lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki. Prevalensi obesitas di daerah Kayu Putih, Jakarta Pusat pada laki-laki sebesar 10,9% dan 24,1% pada perempuan. Obesitas perempuan berakar pada obesitas masa kecil sedangkan obesitas pada laki-laki seringkali terjadi pada usia di atas 30 tahun.²⁰ Obesitas pada masa kecil lebih berpotensi terjadinya penyakit kardiovaskular, DM tipe 2 dan penyakit degeneratif lainnya yang dapat timbul sebelum atau setelah masa dewasa.²¹

Berdasarkan Tabel 1, subyek yang berstatus gizi dengan berat badan lebih dan obesitas masing-masing sebesar 39,1% dan 32,6%. Berat badan lebih dan obesitas akan berkaitan dengan resistensi insulin yang mengarah pada perkembangan DM tipe 2. Goldney dkk, menyatakan bahwa potensi kerja insulin akan menurun dengan bertambahnya timbunan lemak. Korelasi negatif antara potensi kerja insulin dengan timbunan lemak bukanlah merupakan garis linear, tetapi ada daerah kritis yaitu dari berat badan lebih (*overweight*) ke obesitas ringan potensi kerja insulin akan menurun tajam, yang selanjutnya semakin berat obesitas akan diikuti dengan penurunan yang lebih rendah dari potensi kerja insulin.²²

Rendahnya frekuensi latihan jasmani berkaitan dengan berbagai faktor antara lain kesibukan bekerja dan faktor usia. Faktor usia kemungkinan berkaitan dengan berkurangnya massa otot dan kegemukan²³ sehingga dimungkinkan subyek merasa kesulitan untuk melakukan frekuensi latihan jasmani yang sesuai dengan anjuran. Anjuran frekuensi latihan jasmani sebanyak $\geq 3x$ dalam seminggu.¹⁷

Sebagian besar (54,3%) subyek mempunyai durasi latihan jasmani termasuk kategori kurang, berkisar antara 5 sampai 30 menit per latihan dengan rerata $9,57 \pm 8,617$. Durasi latihan jasmani subyek masih kurang dari yang dianjurkan, yaitu 9,57 menit. Anjuran durasi pelaksanaan latihan jasmani selama ≥ 30 menit.¹⁷

Asupan makanan tinggi energi yang berlebihan memacu resistensi insulin melalui peningkatan kadar gula darah dan asam-asam lemak bebas di dalam darah. Asupan makanan tinggi energi juga menyebabkan peningkatan lemak tubuh sehingga timbul obesitas. Obesitas sentral telah diketahui berhubungan erat dengan resistensi insulin.²⁴

Jumlah karbohidrat yang dikonsumsi dari makanan utama dan selingan lebih penting daripada sumber atau tipe karbohidrat tersebut. Hal ini disebabkan jumlah

karbohidrat yang dikonsumsi dari makanan utama dan selingan mempengaruhi kadar gula darah dan sekresi insulin.⁵ Mekanisme hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sebagai berikut: karbohidrat akan dipecah dan diserap dalam bentuk monosakarida, terutama gula darah. Penyerapan gula darah menyebabkan peningkatan kadar gula darah dan meningkatkan sekresi insulin.²⁵ Sekresi insulin yang tidak mencukupi dan resistensi insulin yang terjadi pada DM tipe 2 menyebabkan terhambatnya proses penggunaan gula darah oleh jaringan sehingga terjadi peningkatan gula darah di dalam aliran darah. Asupan tinggi karbohidrat juga menyebabkan peningkatan kadar trigliserid setelah makan di dalam darah.²⁶

Pengurangan asupan karbohidrat diperlukan bagi pasien DM tipe 2 dengan obesitas. Pengurangan asupan karbohidrat pada DM tipe 2 dengan obesitas berhubungan dengan penurunan berat badan, kadar gula darah puasa dan A1C. Hasil penelitian Samaha dkk, menyatakan bahwa pengurangan asupan karbohidrat dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada individu sehat dan penurunan kadar gula darah puasa pada pasien DM tipe 2.²⁶

Pengurangan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi terlalu banyak tidak diperbolehkan untuk pasien DM tipe 2. Asupan karbohidrat minimal 130 gram dalam sehari. Hal ini disebabkan oleh beberapa jaringan dan sel tertentu seperti susunan saraf pusat dan eritrosit membutuhkan gula darah sebagai sumber energi.² Anjuran asupan karbohidrat pada pasien DM sebesar 45-65% dari total energi.²

Chandalia dkk, menyatakan diet tinggi serat memperlihatkan efek yang baik pada kontrol glikemik. Hasil studi ini menunjukkan penurunan kadar insulin dan gula darah sebesar 12% dan 10%. Subyek pada penelitian ini mengkonsumsi diet tinggi serat sebanyak 50 gram (25 gram serat larut air dan tidak serat larut air). Sumber serat yang diberikan berasal dari makanan alami (tidak difortifikasi serat) dan bukan suplemen. Pemberian diet tinggi serat (50 gram) dapat diterima oleh subyek.⁹

Mekanisme serat pada metabolisme gula darah berkaitan dengan fungsi dan karakteristik serat. Identifikasi fungsi dan karakteristik serat mempermudah penjelasan efek fisiologis dan metabolik pada manusia. Efek fisiologis dan metabolik tergantung dari jenis serat yang dikonsumsi oleh pasien DM tipe 2. Serat larut air dapat menyerap cairan dan membentuk gel di dalam lambung. Gel memperlambat proses pengosongan lambung dan penyerapan zat gizi. Gel dapat memperlambat gerak peristaltik zat gizi (gula darah) dari dinding usus halus menuju daerah penyerapan sehingga terjadi penurunan kadar gula darah.²⁷

Serat merupakan komponen yang tidak dapat dicerna dan diserap di dalam usus halus. Bagian serat yang tidak tercerna akan menuju ke dalam usus besar. Serat akan diubah menjadi substrat yang dapat difermentasikan oleh bakteri di dalam usus besar. Fermentasi serat oleh bakteri menghasilkan asam-asam lemak rantai pendek jenis asetat, propionat dan butirat. Asam-asam lemak tersebut akan diserap kembali menuju ke aliran darah. Asetat kemungkinan dapat menurunkan asam-asam lemak bebas di aliran darah dalam jangka waktu yang lama. Hal ini mungkin mempunyai efek baik bagi penurunan kadar gula darah dan sensitivitas insulin dalam jangka waktu lama karena asam-asam lemak bebas dapat menghambat proses utilitas gula darah di jaringan dan memperburuk resistensi insulin.²⁸ Propionat dapat menghambat kerja HMG CoA reduktase, menghambat mobilisasi lemak dan mencegah proses glukoneogenesis di dalam hati. Selain itu, propionat juga menurunkan reduksi asam-asam lemak bebas di dalam darah yang dapat memperburuk resistensi insulin dan mencegah proses utilitas gula darah oleh jaringan dalam jangka waktu lama. Kerja propionat tersebut kemungkinan menyebabkan peningkatan sekresi insulin sehingga dimungkinkan terjadi penurunan kadar gula darah.²⁹

Beban glikemik makanan memberikan informasi tentang pengaruh asupan makanan aktual terhadap peningkatan kadar gula darah. Asupan karbohidrat mempengaruhi secara langsung beban glikemik, dimana beban glikemik dapat mencerminkan respon insulin terhadap makanan.²⁴ Hal ini sesuai dengan Brand-Miller menyatakan bahwa *beban glikemik* berhubungan erat dengan kadar gula darah dan respon insulin setelah asupan makanan.⁵ Makanan dengan beban glikemik rendah akan menurunkan laju penyerapan gula darah dan menekan sekresi hormon insulin pankreas sehingga tidak terjadi lonjakan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.³¹ Respon kadar gula darah 2 jam *postprandial* terhadap beban glikemik dipengaruhi antara lain oleh derajat resistensi insulin, lemak tubuh, aktivitas fisik, genetik, dan lain-lain.³²

Makanan dengan beban glikemik yang rendah dapat mencegah timbulnya komplikasi kronik pada DM tipe 2.³¹ Pada penelitian jangka panjang makanan yang berindeks glikemik dan beban glikemik rendah dapat mencegah munculnya DM tipe 2, menurunkan berat badan pada penderita obesitas, mengendalikan gula darah dan menurunkan asam-asam lemak bebas sehingga mencegah timbulnya komplikasi penyakit jantung koroner.³²

Mekanisme latihan jasmani terhadap kadar gula darah sebagai berikut: pelaksanaan latihan jasmani secara teratur dapat memperbaiki metabolisme gula darah. Hal

ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan sensitivitas insulin sehingga *uptake* gula darah dapat berlangsung secara optimal. Sensitivitas insulin akan meningkat kurang lebih selama 24 sampai 72 jam. Sensitivitas insulin akan menghilang setelah periode tersebut, sehingga jeda waktu tanpa melakukan latihan jasmani sebaiknya tidak lebih dari 2 hari.³³

Pelaksanaan latihan jasmani dapat menurunkan kadar gula darah, memperbaiki profil lemak, menurunkan tekanan darah, mencegah dan mengatasi kegemukan pada DM tipe 2. Penurunan kadar gula darah kemungkinan berkaitan dengan peningkatan jumlah dan sensitivitas reseptor insulin pada membran sel sehingga terjadi penurunan kebutuhan insulin sebanyak 30-50% pada DM tipe 1 dan 100% pada DM tipe 2.¹⁰

Penurunan kadar gula darah kemungkinan juga berkaitan dengan penggunaan gula darah sebagai sumber energi. Penggunaan gula darah sebagai sumber energi metabolisme otot akan meningkat 15 kali setelah durasi latihan jasmani selama 10 menit dan 35 kali pada durasi 60 menit.¹⁰ Latihan jasmani selama 45 menit dapat menurunkan kadar gula darah sebesar 30 sampai 40 mg/dl pada pasien DM tipe 2. Penurunan kadar gula darah terjadi pada pasien yang memperoleh hanya terapi gizi atau terapi gizi dan obat hipoglikemik oral.³⁴

Pengaruh asupan energi, asupan karbohidrat, asupan serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama terhadap kadar gula darah puasa

Kadar gula darah puasa lebih sensitif untuk memprediksi risiko timbulnya DM tipe 2 pada pre diabetes dalam jangka waktu 5-6 tahun mendatang, terutama golongan umur ≤ 55 tahun.³⁵ Kadar gula darah puasa kemungkinan dapat memberikan gambaran tentang homeostatis gula darah secara keseluruhan³⁶ sehingga dapat memprediksi kadar A1c lebih baik daripada kadar gula darah 2 jam *postprandial* pada pasien DM tipe 2.³⁵ Kadar gula darah puasa dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain asupan makanan dan latihan jasmani. Kombinasi pola makan tinggi lemak, karbohidrat sederhana dan makanan olahan dengan kurang aktivitas fisik dan olah raga berkaitan dengan peningkatan kadar gula darah puasa.³⁷ Pengaturan pola hidup dengan diet dan latihan jasmani dapat menghambat resistensi insulin dan memperbaiki komponen-komponen sindroma metabolik. Pasien DM tipe 2, relatif lebih mudah diatasi melalui upaya pengaturan pola makan, latihan jasmani teratur, dan obat-obatan untuk merangsang produksi insulin.²²

Hasil pengujian regresi linier berganda didapatkan nilai *R square adjusted* sebesar 69,7%. Hal ini dapat diartikan bahwa pengaruh asupan karbohidrat, asupan total

energi, serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama terhadap kadar gula darah puasa sebesar 69,7% dan sebesar 30,3% kadar gula darah puasa dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya. Faktor-faktor tersebut antara lain genetik, berat badan dan distribusi lemak, stres, penggunaan obat-obatan, penyakit, usia, jenis kelamin, asupan alkohol, asupan kopi dan kafein, dan kebiasaan merokok³⁸, persyaratan waktu tidak tepat (kurang dari 10 jam).³⁹

Hubungan berbagai variabel tersebut secara bersama-sama dengan kadar gula darah puasa dapat dirumuskan dengan persamaan regresi linier ganda: $-141,291 + 2,764$ asupan karbohidrat $+0,126$ asupan total energi $-5,539$ asupan serat $+0,629$ beban glikemik $-5,281$ frekuensi latihan jasmani $-0,695$ durasi latihan jasmani. Peningkatan 1% asupan karbohidrat menaikkan kadar gula darah puasa sebesar 2,764 mg/dl. Peningkatan 1 Kkal asupan energi menaikkan kadar gula darah puasa sebesar 0,126 mg/dl. Peningkatan 1 gram asupan serat menurunkan kadar gula darah puasa sebesar 5,539 mg/dl. Peningkatan 1 gram beban glikemik menaikkan kadar gula darah puasa sebesar 0,629 mg/dl. Peningkatan 1 kali dalam seminggu frekuensi latihan jasmani menurunkan kadar gula darah puasa sebesar 5,281 mg/dl. Peningkatan 1 menit durasi latihan jasmani menurunkan kadar gula darah puasa sebesar 0,695 mg/dl.

Berdasarkan pengujian berbagai variabel tersebut secara bersama-sama dapat disimpulkan bahwa upaya pengendalian peningkatan kadar gula darah puasa dan timbulnya komplikasi vaskular kronik dapat dilakukan dengan pola hidup sehat dalam jangka panjang. Pola hidup sehat yang benar bagi pasien DM tipe 2 yaitu: a) pengaturan makan atau diet; b) latihan jasmani secara teratur; c) mengurangi kelebihan berat badan; d) menghindari stres; e) menjaga kebersihan tubuh dan menghindari trauma untuk mencegah infeksi dan mengonsumsi obat hipoglikemik oral maupun suntikan insulin.²²

Pengaruh asupan energi, asupan serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama terhadap kadar gula darah 2 jam postprandial

Kadar gula darah 2 jam *postprandial* menggambarkan penyerapan gula darah, sekresi insulin dan glukagon, metabolisme gula darah di dalam hati dan otot.⁴⁰ Kadar gula darah 2 jam *postprandial* dapat memprediksi abnormalitas homeostasis gula darah pada tahap awal. Hal ini kemungkinan kadar gula darah 2 jam *postprandial* dapat menggambarkan sekresi insulin fase 1. Sekresi insulin fase 1 bertujuan untuk mencegah peningkatan kadar gula darah segera yaitu 10-30 menit

setelah penyerapan makanan di usus halus. Asupan makanan akan secara langsung berpengaruh pada kadar gula darah 2 jam *postprandial*. Asupan makan cepat saji cenderung mengandung kadar lemak, tinggi energi dan gula sederhana tetapi kandungan vitamin dan serat jauh lebih rendah. Asupan makanan tersebut juga cenderung memiliki nilai beban glikemik tinggi sehingga lebih cepat diserap dari usus halus⁴¹ dan berpotensi terjadi peningkatan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

Hasil pengujian beban glikemik, asupan total energi, serat, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama terhadap kadar gula darah 2 jam *postprandial* didapatkan nilai *R square adjusted* sebesar 71,3%. Hal ini dapat diartikan bahwa pengaruh asupan total energi, asupan serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama terhadap kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 71,3% dan sebesar 28,7% kadar gula darah puasa dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya yang tidak masuk dalam analisis. Faktor tersebut antara lain gangguan sekresi insulin dan glukagon, *uptake* gula darah di dalam hati dan jaringan, produksi gula darah hati, kadar gula darah *preprandial*.⁴⁰ Kadar gula darah *preprandial* yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah kadar gula darah puasa. Waktu pemeriksaan gula darah *postprandial* kurang dari 2 jam setelah asupan makan juga mempengaruhi kadar gula darah 2 jam *postprandial*.³⁸

Hubungan berbagai variabel bebas secara bersama-sama dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial* dapat dirumuskan sebagai berikut: kadar gula darah 2 jam *postprandial* = $184,588 + 0,208$ asupan total energi $-23,446$ asupan serat $+1,974$ beban glikemik $-11,015$ frekuensi latihan jasmani $-1,244$ durasi latihan jasmani. Peningkatan 1 Kkal asupan total energi menaikkan kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 0,208 mg/dl. Peningkatan 1 gram asupan serat menurunkan kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 23,446 mg/dl. Peningkatan 1 gram beban glikemik menaikkan kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 1,974 mg/dl. Peningkatan 1 kali dalam seminggu frekuensi latihan jasmani menurunkan kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 11,015 mg/dl. Peningkatan 1 menit durasi latihan jasmani menurunkan kadar gula darah 2 jam *postprandial* sebesar 1,244 mg/dl.

Keterbatasan penelitian

Pada penelitian ini menggunakan sebagian nilai indeks glikemik pada bahan makanan yang berasal dari negara-negara lain sehingga dimungkinkan terdapat perbedaan/ variasi nilai indeks glikemik pada pasien DM tipe 2. Hal ini disebabkan oleh masih kurangnya data indeks glikemik bahan makanan dan masakan Indonesia yang terdapat pada kepustakaan. Pengumpulan data konsumsi

makan menggunakan formulir frekuensi makan dan *recall* sehingga dimungkinkan faktor subyektivitas dapat mempengaruhi hasil konsumsi makan. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan aktivitas fisik sehari-hari yang dilakukan oleh subyek, sehingga tidak diketahui seberapa besar hubungan aktivitas fisik dengan kadar gula darah puasa dan 2 jam *postprandial*.

SIMPULAN

Asupan energi, karbohidrat, dan beban glikemik pada subyek lebih tinggi dari anjuran untuk pasien DM tipe 2. Sedangkan asupan serat, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani pada subyek kurang dari anjuran. Kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam *postprandial* lebih tinggi dari kadar gula darah yang dianjurkan.

Asupan energi, karbohidrat, dan beban glikemik makanan berhubungan positif dengan kadar gula darah puasa, asupan energi dan beban glikemik berhubungan positif dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

Asupan serat, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani berhubungan negatif dengan kadar gula darah puasa, asupan serat, frekuensi latihan jasmani dan durasi latihan jasmani berhubungan negatif dengan kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

Asupan energi, karbohidrat, serat, beban glikemik, frekuensi dan durasi latihan jasmani secara bersama-sama mempengaruhi kadar gula darah puasa sebesar 69,7% dan 71,3% mempengaruhi kadar gula darah 2 jam *postprandial*.

SARAN

Pasien DM tipe 2 yang baru terdiagnosis perlu ditekankan untuk secara rutin berkonsultasi gizi agar program diet dapat terlaksana dengan lebih baik sehingga kadar gula darah dapat lebih dikendalikan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang indeks glikemik bahan makanan dan masakan Indonesia yang diujicobakan langsung pada pasien DM tipe 2 bagi peneliti lainnya.

Ucapan terimakasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Direktur RSUP Dr. Kariadi Semarang yang telah memberikan ijin penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Slamet Suyono. Patofisiologi diabetes mellitus. Dalam: Sidartawan Soegondo, Pradana Soewondo, Imam Subekti, editor. Penatalaksanaan diabetes mellitus terpadu. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSCM-FK UI, 2005:7-14.
- Azizzah. Hubungan indeks massa tubuh, tingkat asupan energi dan karbohidrat (skripsi). In Press 2004.
- Isganaitis E, Lustig RH. Fast food, central nervous system insulin resistance and obesity. American Heart Association, Inc (Brief Reviewer). 2005;25:2451.
- Burani J. Gusher and tricklers: practical use of glycemix index. www.Glycemix.com
- American Diabetes Association. Dietary carbohydrate (amount and type) in prevention and management of diabetes. (Statement). Diabetes Care. 2004;27:2266-74.
- Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR, Slavin J, Jelier TA, Folsom AR. Carbohydrates, dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women. Am J Clin Nutr. 2006; 71(4):921-30.
- Sidartawan Soegondo, Ahmad Rudianto, Asman Manaf, Imam Subekti, Agung Pranoto, Putu Moda Asrana, dkk. Konsensus pengelolaan dan pencegahan diabetes mellitus type 2. Jakarta: Pengurus Besar Perkumpulan Endokrinologi Indonesia; 2006.
- Lanny Lestiani, Nur Asiah. Serat dan manfaatnya bagi kesehatan. Majalah GizMindo. 2004;3(7):7-8.
- Chandalia M, Garg A, Lutjohann D, Bergmann KV, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber in patient with type 2 diabetes mellitus. N Eng J Med. 2000;344:1343-50.
- Suminarti W, Purba M, Handayani ND, Wiyono P. Perubahan berat badan dan kadar gula darah pada kelompok senam diabetes PERSADIA Cabang RS Dr. Sardjito Yogyakarta. KONAS PERSAGI. 2002:275-80.
- Buku Daftar Kunjungan Pasien Bulan Januari-Desember 2006.
- Ircham Machfoedz, Endah Marjaningsih, Margono, Heni Puji Wahyuningsih. Metodologi penelitian. Yogyakarta: Ftramaya; 2005.
- Sarwono Waspadji. Diabetes mellitus: mekanisme dasar dan pengelolaannya yang rasional. Dalam: Sidartawan Soegondo, Pradana Soewondo, Imam Subekti, editor. Penatalaksanaan diabetes mellitus terpadu. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSCM-FK UI; 2005:34.
- Rimbawan, Siagian A. Karbohidrat: indeks glikemik pangan: cara mudah memilih pangan yang menyehatkan. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004:25-40.
- Sarwono Waspadji, Slamet Suyono, Kartini Sukardji, Rochmah Moenarko. Indeks glikemik berbagai makanan Indonesia (hasil penelitian). Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSCM- FK UI; 2003:249-50.
- Retno Muji Mulianny. Daftar kandungan zat gizi, serat dan indeks glikemik dalam penakar berbagai hidangan Indonesia dan makanan siap santap barat untuk pasien Diabetes Mellitus (skripsi). In Press 2004.
- Erminta L Ilyas. Latihan jasmani bagi penyandang diabetes mellitus. Dalam: Sidartawan Soegondo, Pradana Soewondo, Imam Subekti, editor. Penatalaksanaan diabetes mellitus terpadu. Jakarta: Pusat Diabetes dan Lipid RSCM-FK UI, 2005:67-81.
- Shuldiner AR, Yang R, Gong DW. Resistin, obesity, and insulin resistance the emerging role of the adipocyte as an endocrine organ. N Eng J Med. 2001;345:18.

19. H Winarti, Purba M, Wiyono P. Pola makan diabetisi rawat jalan di RS Dr. Sardjito Yogyakarta. *KONAS PERSAGI*. 2002:281-84.
20. Sidartawan Soegondo. Perjalanan obesitas menuju diabetes dan penyakit kardiovaskular. Jakarta: Devisi metabolik dan endokrinologi RSCM-FK UI, 2005:5-11.
21. Dedi Subardja. Endokrin obesitas pada anak. Dalam: Sri Hartini KSK, Johan SM, editor. *Endokrinologi Klinik V-2004*. Bandung: Perkumpulan Endokrinologi Indonesia Cabang Bandung, 2004:374-76.
22. Darmono S.S. Resistensi insulin. Dalam: Tony Suhartono, Dalem Pemayun TG, editor. *Perspektif Baru dalam Endokrinologi Dasar dan Klinik: Simposium PIT VIII PERKENI JOGLOSEMAR*; Juli 2007; Semarang, Indonesia. Semarang: Balai Penerbit Universitas Diponegoro, 2007: 255-65.
23. Priyanto. Diabetes mellitus pada usia lanjut. <http://www.google.com>
24. Shore LN. Relationship of nutrition to blood glucose control. <http://www.google.com>
25. Linder MC. Biokimia nutrisi dan metabolisme. Jakarta: UI Press, 1992: 32.
26. Arora SK, Mc Farlane SI. The case for low carbohydrate diets in diabetes management. *Nutr & Metab*. 2005:16(2).
27. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advance nutrition and human metabolism*. 4th ed. Australia: Thomson Wadsworth; 2005:72-83,108-19.
28. Luo J, Yperselle MV, Rizkalla SW, Rossi F, Bornet FRJ. Chronic consumption of short chain fructooligosaccharides does not affect basal hepatic glucose production or insulin resistance in type 2 diabetics. *J Nutr*. 2000;130:1572-7.
29. Todesco T, Venketshwer R, Bosello O, Jenkins DJA. Propionate lowers blood glucose and alters lipid metabolism. *Am J Clin Nutr*. 1991;54:560-5.
30. Guyton AC. *Fisiologi manusia dan mekanisme penyakit*. 3th ed. Alih bahasa: Andrianto P. Jakarta: EGC; 1995: 706.
31. Willet WC, Manson J, Liu S. Glycemic index, glycemic load and risk of type 2 diabetes. *Am S Clin Nutr*. 2002:76(1);274S-80S.
32. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, Axelsen M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am S Clin Nutr*. 2002:76(1);266S-73S.
33. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Sceppa CC. Physical activity or exercise and type 2 diabetes. *Technical Review*. *Diabetes Care*. 2004;7:2518-39.
34. Franz MJ. Exercise benefits and guidelines for personal diabetes. In: Power M.A, editor. *Handbook of diabetes medical nutrition therapy*. Gaithersburg: An Aspen Publication; 1996:107-22.
35. Neely MJ, Boyko EJ, Leonetti DL, Kahn SE, Fujimoto WY. Comparison of clinical model, the oral glucose tolerance test, and fasting glucose for prediction of type 2 diabetes risk in Japanese Americans. *Diabetes Care*. 2003;26(3):758-63.
36. Bram U, Pendit, Dewi W (alih bahasa). *Tinjauan klinis hasil pemeriksaan laboratorium*. Jakarta: EGC; 2004: 290.
37. Van dam RM, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Dietary patterns and risk type 2 diabetes mellitus in U.S men. *Am J Coll Phys*. 2002;136(3):201-9.
38. Soeharyo Hadisaputro, Henry Setyawan. *Epidemologi dan faktor-faktor risiko terjadinya diabetes mellitus tipe 2*. Dalam: Tony Suharto, Pemayun TGD, Soemanto FP, editor. *Naskah lengkap diabetes mellitus ditinjau dari berbagai aspek penyakit dalam*. Semarang: Balai Penerbit Universitas Diponegoro; 2007:133-51.
39. Darmono. Pola hidup sehat penderita diabetes mellitus. Dalam: Tony Suharto, Pemayun TGD, Soemanto FP, editor. *Naskah lengkap diabetes mellitus ditinjau dari berbagai aspek penyakit dalam*. Semarang: Balai Penerbit Universitas Diponegoro, 2007:15-29.
40. American Diabetes Association. Postprandial blood glucose. (Consensus Statement). *Diabetes Care*: 2001;24;775-8.
41. Pemayun TGD. Indeks glikemik: kontroversi dalam penanganan DM. Dalam: Tony Suharto, Pemayun TGD, Soemanto FP, editor. *Naskah lengkap diabetes mellitus ditinjau dari berbagai aspek penyakit dalam*. Semarang: Balai Penerbit Universitas Diponegoro, 2007:37-47.