

EFEK TEMPE KEDELAI TERHADAP PENURUNAN KADAR GLUKOSA DARAH PADA PREDIABETES

(The effect of soy tempeh on decreasing blood glucose level in prediabetes)

Ayu Rahadiyanti¹Tatik Mulyati²

ABSTRACT

Prediabetes is a condition which precede diabetes melitus (DM). Diet is the most effective method to decrease blood glucose level. One of food that correlate to decrease blood glucose level is soy tempe. The purpose of study was proven effect of soy tempeh on blood glucose level in prediabetes. This study was pre experiment with pre test-post test design. The subjects were people in Srandol Kulon Semarang who taken by consecutive sampling. Total subjects was 18 people which was divided in 2 groups. The treatment group was given steam soy tempeh 150 gram per day during 14 days and control group wasn't given soy tempeh. Fasting blood glucose level was measured before and after intervention using spectrophotometry method. During intervention, both of group recorded food intake using food record 14×24 hours and food recall 3×24 hours. Data was analyzed by Independent sample t-test, Mann Whitney test, and Wilcoxon test. Most of subjects are 40 – 49 years old (72,73%) and obesity (88,89%). There was no difference energy and fiber intake in two groups before and after intervention. The decreasing of fasting blood glucose level in treatment group was 9,44±15,86 mg/dl and control group was 6,56±17,28 mg/dl. Analysis statistic showed that there wasn't significant difference at decreasing of fasting blood glucose level in treatment group and control group. There was no difference decreasing fasting blood glucose level between group which given steam soy tempeh 150 gram per day during 14 days with control group.

Key word : soytempeh, blood glucose, prediabetes

ABSTRAK

Prediabetes merupakan suatu keadaan yang mendahului timbulnya diabetes melitus (DM). Pengaturan diet merupakan cara yang efektif untuk menurunkan kadar glukosa darah. Salah satu bahan makanan yang dihubungkan dengan penurunan kadar glukosa darah adalah tempe kedelai. Membuktikan pengaruh tempe kedelai terhadap kadar glukosa darah pada prediabetes. Penelitian ini merupakan penelitian pra eksperimen dengan rancangan *pre test-post test design*. Subjek penelitian adalah warga Kelurahan Srandol Kulon Semarang yang diambil secara *consecutive sampling*, besar sampel pada penelitian ini adalah 18 orang yang dibagi secara acak dalam 2 kelompok. Kelompok perlakuan diberi tempe kedelai sebanyak 150 gram/hari yang diolah dengan cara dikukus selama 14 hari sedangkan kelompok kontrol tidak diberi tempe kedelai. Kadar glukosa darah puasa diukur sebelum dan setelah intervensi menggunakan metode spektrofotometri. Selama intervensi, asupan makan kedua kelompok diperoleh dengan metode *food record* 14×24 jam dan *food recall* 3×24 jam. Analisis statistik yang digunakan adalah *Independent sample t-test*, *Mann Whitney test*, dan *Wilcoxon test*. Sebagian besar subjek berusia 40 – 49 tahun (72,73%) dengan status gizi obesitas (88,89%). Tidak terdapat perbedaan asupan energi dan serat pada kedua kelompok sebelum dan setelah intervensi. Pada kelompok perlakuan terjadi penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 9,44±15,86 mg/dl sedangkan pada kelompok kontrol 6,56±17,28 mg/dl. Uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol. Tidak terdapat perbedaan penurunan kadar glukosa darah puasa secara bermakna antara kelompok yang diberi 150 gram tempe kedelai selama 14 hari dengan kelompok kontrol.

Kata kunci : tempe kedelai, kadar glukosa darah, prediabetes

*Korespondensi: ¹ Dosen Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro;

² Ahli Gizi RS Dr. Kariadi Semarang

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) menjadi masalah paling umum di dunia. Banyak negara maju dan berkembang yang penduduknya menderita penyakit ini (Perkeni, 2011). Pada tahun 2030 *International Diabetes Federation* (IDF) memprediksikan terdapat 398 juta penduduk dunia mengalami prediabetes (IDF, 2011). Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2007 menunjukkan bahwa prevalensi DMT2 daerah perkotaan di Indonesia adalah 5,7% sedangkan prevalensi prediabetes hampir dua kali lipatnya yaitu 10,2%. Di Jawa Tengah prevalensi DMT2 7,8% sedangkan prevalensi prediabetes 13,1% (Balitbangkes, 2008).

Prediabetes merupakan suatu keadaan yang mendahului timbulnya DM. Prevalensi prediabetes terus mengalami peningkatan. Sebanyak 4-9% orang dengan prediabetes akan menderita DM setiap tahunnya. Prediabetes ditandai dengan kadar glukosa darah puasa antara 100-125 mg/dl. Prediabetes dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan kardiovaskular 1,5 kali lebih tinggi dibanding orang sehat. Kondisi prediabetes dapat diperbaiki dengan merubah gaya hidup, menurunkan berat badan, mengatur diet, dan melakukan olahraga secara teratur (Perkeni, 2011).

Pengaturan diet merupakan cara yang efektif untuk menurunkan kadar glukosa darah. Salah satu bahan makanan yang dihubungkan dengan penurunan kadar glukosa darah yaitu tempe kedelai (Ghozali dkk, 2010) (Utari dkk, 2011). Tempe kedelai merupakan salah satu produk fermentasi kedelai yang dibuat

dengan menumbuhkan kapang *Rhizopus sp.* pada kedelai. Tempe kedelai termasuk sumber protein nabati yang lazim dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tempe kedelai tergolong sumber makanan dengan kandungan asam amino esensial dan non esensial yang lengkap, kadar lemak jenuh rendah, isoflavon tinggi, serat tinggi, indeks glikemik rendah (*glycemic index* <55), dan mudah dicerna (Shurtleff & Aoyagi, 1979) (Muchtadi, 2010). Penelitian pada 50 ekor tikus jantan *Sprague Dawley* diabetes dengan berat 200 gram yang diberi pakan tempe kedelai varietas *Americana* dengan kandungan asam amino arginin 1,4% dan isoflavon (genistein) 0,22 g/kg diet menunjukkan penurunan kadar glukosa darah dari 281,5 mg/dl menjadi 187,66 mg/dl setelah 14 hari pemberian (Ghozali dkk, 2010).

Kandungan tempe kedelai yang dapat menurunkan kadar glukosa darah adalah protein, isoflavon, serat, serta indeks glikemik rendah (Shurtleff & Aoyagi, 1979) (Muchtadi, 2010) (Villegas dkk, 2008). Protein tempe kedelai tinggi kandungan arginin dan glisin, yang terkait sekresi insulin dan glukagon dari pankreas (Bhathena dkk, 2002). Kandungan isoflavon berupa genistein dapat menghambat α -glukosidase yang berperan pada beberapa kelainan metabolik seperti DM (Ghozali dkk, 2010) (Suarsana dkk, 2008). Serat dapat mempengaruhi kadar glukosa darah karena memperlambat absorpsi glukosa sehingga mempengaruhi penurunan glukosa (Waspadji dkk, 2003). Indeks glikemik tempe kedelai yang rendah menjadikan respon glukosa darah tubuh rendah sehingga

peningkatan kadar glukosa darah relatif kecil (Rimbawan, 2004).

Tempe dapat diolah menjadi berbagai variasi bentuk makanan maupun minuman. Salah satu bentuk olahan tempe yang disajikan dalam bentuk makanan yaitu tempe kukus. Proses pengolahan dengan pengukusan tidak banyak merubah kandungan zat gizi bahan makanan (Budiharjo, 2009). Hal ini dibuktikan dengan total asam amino tempe kukus yaitu 704,5 mg/gram protein lebih tinggi dibanding tempe yang diolah dengan cara direbus, digoreng, dan dipanggang (Nurhidajah dkk, 2009). Tempe kedelai yang digunakan sebanyak 150 gram dengan kandungan protein 30 gram protein kedelai yang dapat menurunkan kadar glukosa darah (Jayagopal, 2002).

Tempe memiliki banyak manfaat. Selain itu, tempe juga banyak dikonsumsi oleh orang Indonesia. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian tentang pengaruh tempe kedelai terhadap kadar glukosa darah pada subjek prediabetes.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Desain penelitian adalah pre eksperimen dengan rancangan *pre test-post test design*. Penelitian dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Srandol Semarang. Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus-Desember 2012.

Jumlah dan cara pengambilan subjek

Subjek penelitian adalah warga Kelurahan Srandol Kulon Semarang. Subjek penelitian yang memenuhi

kriteria inklusi diambil secara *consecutive sampling*, besar subjek penelitian adalah 22 orang yang dibagi secara acak dalam 2 kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kriteria inklusi subjek penelitian antara lain bersedia menjadi subjek penelitian dengan mengisi *inform consent*, berusia ≥ 40 tahun, $IMT \geq 23 \text{ kg/m}^2$, kadar glukosa darah puasa (GDP) 100-125 mg/dl, tidak mengkonsumsi obat-obatan yang mengendalikan kadar glukosa darah, dalam keadaan sadar dan dapat diajak komunikasi, dan tidak dalam keadaan sakit atau dalam perawatan dokter terkait penyakit diabetes melitus.

Kelompok perlakuan diberikan intervensi tempe kedelai sedangkan kelompok kontrol tidak diberi tempe kedelai. Kedua kelompok diberikan intervensi berupa pengaturan makan sesuai kebutuhan gizi individu. Intervensi dilakukan dengan pemberian tempe kedelai sebanyak 150 gram/hari yang diolah dengan cara dikukus, diberikan 3 kali sehari sebanyak 50 gram pada pagi, siang dan sore hari sebagai lauk nabati saat jam makan selama 14 hari, pemberian tempe kedelai dilakukan secara langsung oleh peneliti. Selama penelitian, peneliti juga mencatat dan memantau efek pemberian konsumsi tempe kedelai yang dirasakan oleh subjek penelitian. Kepatuhan mengkonsumsi tempe kedelai dipantau dengan formulir daya terima. Pada hari ke-15 dilakukan pengukuran kembali kadar glukosa darah puasa sebagai data akhir.

Pengolahan dan analisis data

Data yang dikumpulkan berupa data primer meliputi data umum

subjek, data antropometri, data asupan makan, data kadar glukosa darah puasa, data tingkat kepatuhan, dan data aktifitas fisik yang diperoleh melalui wawancara, pengukuran antropometri, dan pengukuran laboratorium. Data yang dikumpulkan melalui wawancara adalah data umum subjek, data asupan makan, tingkat kepatuhan, dan aktifitas fisik. Data yang dikumpulkan melalui pengukuran antropometri adalah data berat badan yang diperoleh melalui penimbangan dengan timbangan digital dan data tinggi badan yang diperoleh melalui pengukuran dengan mikrotoa. Pengukuran laboratorium yaitu kadar glukosa darah puasa dilakukan oleh laboratorium puskesmas menggunakan metode spektrofotometri, adapun spektrofotometer telah dikalibrasi secara terjadwal oleh pihak Puskesmas.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah tempe kedelai yang merupakan produk fermentasi kedelai varietas *Americana* yang diolah dengan cara dikukus dengan uap air pada suhu 66-90°C selama 5-10 menit yang diberikan 150 gram selama 14 hari, pemberian tempe kedelai dilakukan saat jam makan subjek yaitu sebanyak 50 gram pada pagi, siang dan sore hari. Variabel terikat adalah kadar glukosa darah puasa yang diukur setelah subjek penelitian berpuasa selama 10 jam, diambil pada pembuluh vena di lengan sebelum dan sesudah intervensi, dengan satuan mg/dl, yang pengukurannya dilakukan oleh laboratorium puskesmas sedangkan variabel perancu adalah asupan makan yaitu rata-rata makan subjek penelitian selama penelitian yang

diperoleh dengan metode *food record* selama 14×24 jam dan *food recall* 3×24 jam dan diolah menggunakan *nutrisurvey*.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik. Analisis deskriptif digunakan untuk melihat gambaran karakteristik subjek. Uji normalitas data glukosa darah puasa sebelum dan setelah perlakuan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah subjek sedikit. Data tidak berdistribusi normal sehingga untuk menguji perbedaan kadar glukosa darah puasa sebelum dan setelah pemberian tempe kedelai pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol digunakan uji *Wilcoxon*. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar glukosa darah puasa pada kedua kelompok dilakukan uji *Independent sample t test*.

HASIL

Penelitian dilaksanakan di wilayah Puskesmas Srandol Semarang. Subjek penelitian merupakan warga Kelurahan Srandol Kulon Semarang. Sebanyak 63 orang bersedia diperiksa kadar glukosa darah puasa saat skrining. Dari jumlah tersebut hanya 22 orang yang memiliki kriteria inklusi menjadi subjek penelitian. Selama penelitian 2 orang dari kelompok perlakuan *drop out* karena tidak mematuhi prosedur penelitian dan 2 orang dari kelompok kontrol *drop out* karena mengkonsumsi obat penurun kadar glukosa darah. Dengan demikian 4 orang mengalami *drop out* sehingga jumlah akhir subjek penelitian adalah 18 orang.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik Subjek	Perlakuan (n=9)		Kontrol (n=9)	
	n	%	n	%
Kelompok Usia				
40-49 tahun	5	27,78	8	44,45
50-59 tahun	4	22,22	1	5,55
Jenis Kelamin				
Pria	2	11,11	2	11,11
Wanita	7	38,89	7	38,89
IMT^(WHO)				
Overweight (23-24,9 kg/m ²)	1	5,55	1	5,55
Obesitas I (25-29,9 kg/m ²)	3	16,67	5	27,78
Obesitas II (\geq 30 kg/m ²)	5	27,78	3	16,67
Tingkat Aktifitas Fisik				
Ringan	5	27,78	2	11,11
Sedang	4	22,22	7	38,89
Tingkat Pendidikan				
Tamat SD	4	22,22	3	16,67
Tamat SMP	2	11,11	1	5,55
Tamat SMA	2	11,11	4	22,22
Tamat Perguruan Tinggi	1	5,55	1	5,55
Jenis Pekerjaan				
Tidak bekerja	4	22,22	4	22,22
Wiraswasta	3	16,67	2	11,11
Buruh	0	0	2	11,11
Pegawai swasta	2	11,11	0	0
Pegawai negeri	0	0	1	5,55

Tabel 2. Karakteristik awal subjek penelitian

Jenis Pengukuran	Kelompok Perlakuan (n=9)	Kelompok Kontrol (n=9)	p
Usia	48,67 \pm 6,48	46,22 \pm 5,38	0,365
IMT	31,62 \pm 5,65	28,30 \pm 3,23	0,061
Akfitas fisik	2520,11 \pm 209,65	2588,11 \pm 418,12	0,055

Tabel 3. Keadaan subjek penelitian pada awal penelitian

Jenis Pengukuran	Kelompok Perlakuan (n=9)	Kelompok Kontrol (n=9)	p
Asupan energi	1474,3 \pm 291,5	1482,9 \pm 269,9	0,440
Asupan protein	44,8 \pm 13,39	51,2 \pm 11,49	0,664
Asupan serat	8,97 \pm 4,42	8,27 \pm 2,71	0,155
GDP pre	108,67 \pm 7,38	112,11 \pm 9,09	0,546

Tabel 4. Rerata asupan makan pada akhir intervensi

Jenis Pengukuran	Kelompok Perlakuan (n=9)	Kelompok Kontrol (n=9)	p
Asupan energi	1475,7±272,9	1417±205,3	0,325
Asupan protein	60,88±14,38	44,82±8,65	0,042
Asupan serat	9,55±2,46	9,56±2,93	0,283

Tabel 5. Perbedaan GDP sebelum dan setelah intervensi pada kelompok perlakuan dan kontrol

Pengukuran	Kelompok Perlakuan (n=9)	p	Kelompok Kontrol (n=9)	p
GDP Pre	108,7±7,38	0,086	112,1±9,09	0,260
GDP Post	99,2±16,09		105,6±13,46	
ΔGDP	-9,44±15,86		-6,56±17,28	0,787

Pada analisis statistik, tidak terdapat perbedaan pada asupan energi, protein, serat, dan GDP pre (sebelum intervensi) diantara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p>0,05$). Hal ini menggambarkan bahwa keadaan awal variabel bebas termasuk homogen.

Faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah adalah asupan energi, protein, dan serat. Perbedaan rerata asupan pada kedua kelompok terlihat pada tabel 4.

Pada tabel 4 terlihat bahwa rerata asupan protein pada kelompok perlakuan lebih tinggi dibanding kelompok kontrol. Uji beda menunjukkan terdapat perbedaan asupan protein antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol ($p<0,05$). Namun, tidak ada perbedaan asupan energi dan serat pada kedua kelompok selama intervensi ($p>0,05$).

Selama penelitian kelompok perlakuan mengkonsumsi tempe kedelai yang diberikan. Rerata asupan tempe kedelai pada kelompok perlakuan adalah 143,85 gram per

hari, dengan persentase tempe kedelai yang termakan adalah 95,9%.

Intervensi yang diberikan dalam penelitian ini adalah tempe kedelai sebanyak 150 gram yang diolah dengan cara dikukus yang diberikan selama 14 hari. Pada tabel 5 terlihat penurunan kadar glukosa darah puasa baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol. Terdapat perbedaan dalam batas penerimaan (*borderline*) pada kelompok perlakuan ($p=0,086$), namun tidak terdapat perbedaan bermakna pada kelompok kontrol ($p=0,260$). Uji beda penurunan GDP tidak terdapat perbedaan pada kelompok perlakuan dan kontrol ($p=0,787$).

PEMBAHASAN

Karakteristik subjek penelitian pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol yaitu 2 pria dan 7 wanita. Sebagian besar subjek penelitian (77,78%) adalah wanita. Wanita mempunyai risiko mengalamiprediabetes lebih tinggi

dibanding pria. Hal ini disebabkan persentase lemak tubuh wanita lebih tinggi dibanding pria. Komposisi lemak yang tinggi menyebabkan wanita memiliki akumulasi lemak abdominal dan gluteofemoral lebih banyak dibanding pria sehingga wanita lebih mudah gemuk yang berkaitan dengan risiko obesitas (WHO, 2000).

Subjek penelitian pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol didominasi oleh kelompok usia 40-49 tahun. Kelompok usia 50-59 tahun lebih banyak ditemukan pada kelompok perlakuan (22,22%). Risiko penyakit degeneratif seperti prediabetes dan diabetes melitus meningkat sejalan dengan meningkatnya usia seseorang. Terdapat banyak faktor predisposisi usia tua terhadap kejadian DM. Usia dihubungkan dengan penurunan aktivitas fisik, penurunan produksi insulin, dan peningkatan resistensi insulin (Whitney dkk, 2002). Penurunan produksi insulin mengakibatkan berkurangnya jumlah glukosa yang masuk ke dalam sel dengan akibat glukosa akan tetap berada pada dalam pembuluh darah sehingga kadar glukosa darah meningkat (Meyes, 2003).

Sebagian besar (88,89%) subjek penelitian tergolong obesitas (WHO, 2000). Kelompok perlakuan sebagian besar (27,78%) memiliki tingkat obesitas II ($IMT \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Peningkatan derajat obesitas sejalan dengan progresivitas DM (Laquatra, 2004). Persentase lemak tubuh yang berlebih dapat menyebabkan resistensi insulin, yang membuat sensitivitas jaringan terhadap insulin menurun sehingga kadar glukosa darah meningkat (Suyono, 2007).

Obesitas merupakan faktor risiko utama terjadinya DM (Whitney dkk, 2002). Penurunan berat badan merupakan salah satu cara untuk menurunkan risiko prediabetes maupun DM. Di samping penurunan berat badan, perlu ditekankan pula monitoring terhadap kadar glukosa darah, asupan makan, dan aktifitas fisik untuk menjaga kestabilan kadar glukosa darah (Laquatra, 2004).

Aktifitas fisik sebagian besar subjek penelitian (61,11%) mempunyai tingkat aktifitas sedang. Kelompok perlakuan sebagian besar (27,78%) memiliki aktifitas fisik yang tergolong ringan. Kurangnya aktifitas fisik dikaitkan dengan kejadian prediabetes dan DM (Ramachandran & Snehalatha, 2005). Salah satu cara untuk meningkatkan aktifitas fisik yaitu dengan berolahraga. Sebanyak 38,89% subjek penelitian mempunyai kebiasaan olahraga sekali seminggu selama 30 menit sedangkan sisanya 61,11% subjek penelitian tidak pernah melakukan olahraga. Olahraga yang dilakukan secara teratur yaitu 3-4 kali seminggu selama 30 menit dapat meningkatkan asupan glukosa oleh otot sebagai sumber oksidasi glukosa yang maksimal serta dapat memperbaiki metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah (Ramachandran & Snehalatha, 2005).

Berdasar uji statistik tidak terdapat perbedaan usia, IMT, dan aktifitas fisik antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Hal tersebut menggambarkan kedua kelompok homogen. Namun, kelompok perlakuan memiliki rerata usia lebih tua, IMT lebih tinggi, dan

tingkat aktifitas fisik lebih rendah dibanding kelompok kontrol. Hal tersebut memperberat keadaan prediabetes dan meningkatkan risiko penyakit DM (PERKENI, 2011). Penurunan berat badan merupakan salah satu cara untuk menurunkan risiko prediabetes maupun DM. Di samping penurunan berat badan, perlu ditekankan pula monitoring terhadap kadar glukosa darah, asupan makan, dan aktifitas fisik untuk menjaga kestabilan kadar glukosa darah (Laquatra, 2004).

Sebelum intervensi rerata kadar glukosa darah puasa pada kelompok perlakuan adalah 108,67 mg/dl sedangkan pada kelompok kontrol rerata kadar glukosa darah puasa adalah 112,11 mg/dl yang tergolong prediabetes menurut Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus tahun 2011 kadar glukosa darah puasa yang optimal adalah < 100 mg/dl (PERKENI, 2011).

Intervensi yang diberikan adalah tempe kedelai sebanyak 150 gram yang diolah dengan dikukus, mengandung protein sebanyak 31,05 gram, isoflavon 65,28 gram dengan kandungan genistein 37,3 mg, dan serat 4,8 gram. Setelah intervensi selama 14 hari pada kelompok perlakuan terjadi penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 9,44 mg/dl (8,69%). Sedangkan pada kelompok kontrol yang tidak diberi tempe kedelai juga terjadi penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 6,56 mg/dl (5,85%). Uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol ($p > 0,05$). Hasil penelitian Zhao-min Liu

menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa sebesar 2,23 g/dl setelah pemberian 15 gram protein kedelai dan 100 mg isoflavon ($p = 0,599$) (Liu dkk, 2010).

Penurunan kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan lebih besar dibanding kelompok kontrol. Hal tersebut disebabkan asupan protein pada kelompok perlakuan lebih tinggi dibanding kelompok kontrol yaitu 60,88 gram/hari. Asupan protein yang lebih tinggi pada kelompok perlakuan akibat pemberian tempe sebanyak 150 gram selama 14 hari sebagai pengganti lauk nabati dapat termakan rata-rata 143,85 per hari (95,9%) dari yang disediakan. Sedangkan pada kelompok kontrol dengan pengaturan diet yang sesuai kebutuhan gizi individu, lauk nabati yang dikonsumsi berupa lauk nabati campuran seperti tahu, tempe, dan kacang tanah sebanyak 43,88 gram per hari; yang kurang memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah. Asupan protein pada kelompok perlakuan secara kuantitas dan kualitas lebih baik dibanding kelompok kontrol.

Protein pada tempe kedelai tinggi kandungan arginin dan glisin, yang terkait sekresi insulin dan glukagon dari pankreas. Pemberian asam amino arginin dan glisin saat terjadi peningkatan kadar glukosa darah, menyebabkan sekresi insulin yang diinduksi oleh glukosa meningkat 2 kali lipat sehingga memperkuat rangsangan glukosa terhadap sekresi insulin, kemudian insulin akan meningkatkan transpor glukosa ke dalam hati, otot, dan sel-sel lain sehingga kadar glukosa darah kembali normal. Sedangkan peran

arginin pada sekresi glukagon yaitu glukagon memacu konversi cepat asam amino menjadi glukosa sehingga banyak glukosa yang tersedia di jaringan. Namun, respon glukagon dan insulin tidak bertentangan satu sama lain (Suarsana dkk, 2008) (Arthur & Guyton, 1997). Protein kedelai mempunyai efek positif bagi tubuh. Selain itu, protein kedelai juga dapat meningkatkan sensitivitas insulin pada DM tipe 2. Oleh karena itu, dianjurkan pada penderita DM mengganti asupan protein hewani dengan protein kedelai (Anderson, 2006).

Asupan serat selama intervensi pada kelompok perlakuan berkisar 7,5-15 gram/hari sedangkan pada kelompok kontrol berkisar 5,9-13,55 gram/hari, yang banyak diasup dari sayur-sayuran, buah-buahan, dan kacang-kacangan. Pada kelompok perlakuan asupan serat didapat dari tempe kedelai dan sayur-sayuran. Sedangkan pada kelompok kontrol asupan serat banyak didapat dari sayur-sayuran. Asupan serat tersebut jauh lebih rendah daripada rekomendasi yang dianjurkan yaitu 25 gram/hari (PERKENI, 2011) (Suyono, 2007). Serat larut memiliki kemampuan memperlambat penyerapan glukosa sehingga menunda dan mengurangi kenaikan kadar glukosa darah sedangkan serat tidak larut mengurangi proses glukoneogenesis yang berpengaruh terhadap peningkatan sekresi insulin sehingga dapat mengurangi kenaikan kadar glukosa (Meyes, 2003). Pada kelompok perlakuan konsumsi serat lebih banyak dibanding kelompok kontrol. Hal itu disebabkan kontribusi serat tempe kedelai. Oleh karena itu, penurunan kadar glukosa

pada kelompok perlakuan lebih tinggi dibanding kelompok kontrol. Pada penelitian ini, asupan serat yang dikonsumsi kurang dari rekomendasi yang dianjurkan sehingga dianggap tidak mempengaruhi penurunan kadar glukosa darah pada kedua kelompok.

Selama intervensi untuk mengetahui asupan makan subjek penelitian digunakan metode *food record* 14×24 jam yang dikerjakan oleh subjek penelitian dan *food recall* 3×24 jam. Asupan makan pada subjek penelitian dihitung sesuai kebutuhan gizi individu. Asupan makan sebelum dan selama intervensi pada kedua kelompok tidak terdapat perbedaan. Efek yang dirasakan oleh kelompok perlakuan adalah lebih cepat kenyang setelah mengkonsumsi tempe kedelai yang diolah dengan dikukus (77,78%) dan rasa enak (22,22%). Rasa enak sewaktu mengkonsumsi tempe kedelai dapat diminimalisir dengan menjadikan tempe kukus sebagai lauk nabati saat makan.

Keterbatasan penelitian ini adalah jumlah minimal subjek penelitian tidak terpenuhi, hal ini terlihat dari 4 orang subjek penelitian *drop out* karena tidak mematuhi prosedur penelitian. Pengaturan makan pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol disesuaikan dengan kebutuhan individu. Namun, asupan makan pada kelompok kontrol sulit dikontrol dengan baik terutama asupan protein nabati. Diperlukan waktu intervensi > 2 minggu agar perbedaan kadar glukosa darah bisa bermakna.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uji perbedaan nilai penurunan kadar glukosa darah pada kelompok intervensi tempe kedelai yang diolah dengan cara dikukus sebanyak 150 gram selama 14 hari(-9,44±15,86) dengan kelompok kontrol (-6,56±17,28) menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna secara statistik ($p>0,05$). Saran dari peneliti yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tempe kedelai dengan berbagai macam pengolahan terhadap kadar glukosa darah dengan jumlah subjek penelitian yang lebih banyak dan waktu intervensi lebih lama, menggunakan pengukuran kadar glukosa darah puasa atau kadar glukosa 2 jam *post prandial* pada subjek prediabetes. Pada prediabetes dianjurkan untuk mengkonsumsi tempe kedelai yang diolah dengan cara dikukus sebagai lauk nabati karena dapat membantu mengontrol kestabilan kadar glukosa darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson JW. 2006. Diabetes Mellitus : Medical Nutrition Therapy. Dalam : Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballeru B, Cousins RJ. Modern Nutrition in Health and Disease 2 10th edition. USA : Lippincott Williams and Wilkins, Hal 1043-66.
- Arthur C, Guyton. 1997. Insulin, Glukagon, dan Diabetes Melitus. Dalam : Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta : EGC, Hal 1010-28.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan (Balitbangkes). 2008. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2007. Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Bhathena SJ, Velasquez MT. 2002. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. Am J Clin Nutr;76:1191–1201.
- Budiharjo T. 2009. Perubahan Fenolik, Antosianin, dan Aktifitas Antioksidan Uwi Ungu (*Dioscorea Alata L*) Akibat Proses Pengolahan [Tesis]. Program Magister Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang.
- Ghozali DS, Handharyani E, Rimbawan. 2010. Pengaruh Tempe terhadap Kadar Gula Darah dan Kesembuhan Luka pada Tikus Diabetik. Cermin Dunia Kedokteran; 37(3) : 167-173.
- International Diabetes Federation (IDF). 2011. Diabetes Atlas: Prevalence. In : <http://www.idf.org/diabetesatlas/5e/the-global-burden>.
- Jayagopal V, Albertazzi P, Kilpatrick ES, Howarth EM, Jennings PE, Hepburn DA, Atkin SL. 2002. Beneficial Effects of Soy Phytoestrogen Intake in Postmenopausal Women With Type 2 Diabetes. Diabetes Care;25:1709–1714.
- Laquatra Idamarie. 2004. Nutrition for Weight Management. Dalam : Mahan LK, Stump ES. Krause's Food, Nutrition, and Diet Therapy 11th edition. Pennsylvania : Saunders, Hal 558-593.
- Liu ZM, Chen YM, Ho SC, Ho YP, Woo J. 2010. Effects of soy protein and isoflavones on

- glycemic control and insulin sensitivity: a 6-month double-blind, randomized, placebo-controlled trial in postmenopausal Chinese women with prediabetes or untreated early diabetes. *Am J Clin Nutr*;91:1394–401.
- Marsetyo H, Kartosaputra G. 2003. Ilmu Gizi (Korelasi Gizi, Kesehatan, dan Produktivitas Kerja). Jakarta : Rhineka Cipta, Hal 34-43.
- Meyes PA. 2003. Glukoneogenesis dan Pengontrolan Kadar Glukosa Darah. Dalam : Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Biokimia Harper 25th edition. Jakarta: EGC, Hal. 178-216.
- Muchtadi D. 2010. Kedelai Komponen untuk Kesehatan. Bandung : Alfabeta, Hal 20-160.
- Nurhidajah, Anwar S, Nurrahman. 2009. Daya Terima dan Kualitas Protein in vitro Tempe Kedelai Hitam (glycine soja) yang Diolah pada Suhu Tinggi [Tesis]. Program Magister Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang.
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (Perkeni). 2011. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia. Jakarta : PB. PERKENI
- Ramachandran A, Snehalatha C. 2005. Diabetes Melitus. Dalam : Michael JG, Barrie MM, John MK, Lenore A. Gizi Kesehatan Masyarakat. Jakarta : EGC, Hal 407-419.
- Rimbawan, Albiner S. 2004. Indeks Glikemik Pangan. Jakarta : Penebar Swadaya, Hal 23-70.
- Shurtleff W, Aoyagi A. 1979. The Book of Tempeh. New York: Harper & Row Pub, Hal. 29-36.
- Suarsana IN, Priosoeryanto BP, Bintang M, Wresdiyati T. 2008. Aktivitas Daya Hambat Enzim α -Glukosidase dan Efek Hipoglikemik Ekstrak Tempe pada Tikus Diabetes. *Jurnal Veteriner*; 9(3) : 122-127.
- Suyono S. 2007. Pengaturan Makan dan Pengendalian Glukosa Darah. Dalam Pedoman Diet Diabetes Melitus. Jakarta : Balai Penerbit FKUI, Hal 9-20.
- US Department of Health and Human Services National Institutes of Health. Insulin Resistance and Pre-diabetes. NIH Publication No. 09–4893 October 2008. Tersedia dari : URL: <http://www.diabetes.niddk.nih.gov>.
- Utari DM, Rimbawan, Riyadi H, Muhilal, Purwantyastuti. 2011. Potensi Asam Amino pada Tempe untuk Memperbaiki Profil Lipid dan Diabetes Melitus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*; 5(4) : 166-170.
- Villegas R, Gao YT, Gong Y, Li HL, Elasy TA, Zheng W, et al. 2008. Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai Women's Health Study. *Am J Clin Nutr*; 87:162–7.
- Waspadji S, Suyono S, Sukardji K, Moenarko K. 2003. Hasil Penelitian Indeks Glikemik Berbagai Makanan Indonesia. Jakarta : Balai Penerbit Fakultas Kedokteran

- Universitas Indonesia, Hal 10-16.
- Whitney E, Rolfes SR, Pinna K. 2002. Nutrition and Diabetes Mellitus. Dalam : Understanding Normal and Clinical Nutrition 7th edition. Belmont : Wadsworth, Hal 790-816.
- WHO.2000. Asia-Pacific Perspective:Redefining Obesity and its Treatment. International Association for the Study of Obesity.Sydney: Health Communications Australia Pty Ltd.