



Tempe Koro Benguk (*Mucuna pruriens L*) dan Pengendalian Glikemi: Studi pada tikus *Sprague Dawley* yang Diinduksi *Streptozotocin*

Ch. Retnaningsih *, Darmono **, Budi Widianarko *, S. Fatimah-Muis ***

ABSTRACT

Velvet bean tempe and glycemic control in streptozotocin induced Sprague Dawley rats

Background: Modern treatment combined with functional food rich in antioxidants show the considered to control glycemic status. Such functional food is velvet bean tempe (VBT) rich in flavonoids. The study aimed to analyze the effect of the velvet bean tempe on glycemic control i.e. the blood glucose level

Methods: A randomized controlled group pre test-post test design using 50 male Sprague Dawley (SD) rats aged 2-3 months was carried out for 30 days. The rats were randomly allocated into 5 groups: negative control (C-), positive control (C+), streptozotocin (STZ)+10%VBT, STZ+20% VBT, STZ+30% VBT. Data were analyzed with paired T test, one-way Anova and continued with Duncan's multiple range test. Analysis of blood glucose levels used with super glucocard II test meter, and for C peptide levels ELISA was used.

Result: Supplementation of VBT 20% and VBT10% reduced the level of blood glucose until 46.1% and improve the level of C peptide until $44,3 \pm 8,3$ pg/ml respectively.

Conclusion: Velvet bean tempe has the potency as functional food to help controlling glycemic status.

Keywords: Velvet bean tempe, glycemic control, streptozococin

ABSTRAK

Latar belakang: Pengobatan modern dikombinasikan dengan pangan fungsional yang kaya antioksidan dapat menjadi pertimbangan untuk memperbaiki status glikemi. Jenis bahan pangan tersebut adalah tempe koro, memiliki banyak senyawa antioksidan flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh tempe koro benguk terhadap pengendalian status glikemi pada tikus *Sprague Dawley* yang diinduksi streptozotocin.

Metode: Penelitian randomized pre test-post test control group design, dilakukan menggunakan 50 ekor tikus jantan jenis *Sprague Dawley* umur 2-3 bulan selama 30 hari yang dibagi kelompok kontrol negatif/C-; positif/ C+; STZ+ tempe koro benguk 10%; STZ+tempe koro benguk 20%; STZ+tempe koro benguk 30%. Dilakukan pemeriksaan glukosa darah menggunakan super glucocard II test meter dan C peptida menggunakan ELISA.

Hasil: Asupan tempe koro benguk dalam berbagai dosis menurunkan kadar glukosa hingga 46, 1% dan penurunan terbesar pada tikus yang diberi tempe koro benguk 20%. Selain itu tempe koro benguk dapat meningkatkan kadar C peptida hingga $44,3 \pm 8,3$ pg/ml, peningkatan terbesar pada tikus yang diberi tempe koro benguk 10%.

Simpulan: Tempe koro benguk dapat dipertimbangkan sebagai pangan fungsional dalam mengendalikan glikemi pada tikus hiperglikemi.

* Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Unika Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang

** Bagian/SMF Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro/RSUP Dr. Kariadi, Jl. Dr. Sutomo No. 16-18 Semarang

*** Bagian/SMF Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Dr. Sutomo No. 18 Semarang

PENDAHULUAN

Prevalensi penderita DM dunia pada usia dewasa (20-79 tahun) sebesar 6,4% (285 juta orang) pada tahun 2010 dan diperkirakan menjadi 7,7% (439 juta orang) pada tahun 2030.¹ Diabetes mellitus yang ditandai dengan hiperglikemi merupakan penyakit kronis yang berkaitan dengan peningkatan *stres oksidatif* dan komplikasi vaskuler. Sumber stres oksidatif pada diabetes diantaranya perpindahan keseimbangan reaksi redoks karena perubahan metabolisme karbohidrat dan lipid yang akan meningkatkan pembentukan ROS (*reactive oxygen species*) dari reaksi glikasi dan oksidasi lipid sehingga menurunkan sistem pertahanan antioksidan.^{2,3}

Spesies oksigen reaktif (ROS) berperan terhadap patogenesis berbagai inflamasi dan disfungsi sel β . Hiperglikemi menyebabkan peningkatan ROS dalam mitokondria yang berakibat kerusakan DNA (*deoxyribonucleat acid*). Pada kondisi hiperglikemi kadar enzim antioksidan di dalam sel beta menurun sehingga rentan terhadap stres oksidatif. Pada pengidap diabetes yang glukosanya tidak terkontrol, terjadi peningkatan radikal bebas sehingga diperlu antioksidan yang diperlukan untuk mengurangi kerusakan sel beta agar C peptide yang dihasilkan mencukupi.^{2,4,5}

C-peptida (*connecting peptide*) adalah hormon peptide aktif dengan efek fisiologis yang penting. C-peptida tersebut memiliki berat molekul 3600 dan mengandung 31 asam amino. Pada biosintesa insulin C-peptida mempunyai fungsi yang penting yang menghubungkan rantai A dan B melalui ikatan disulfide. Kadar C-peptida juga menjadi indikator yang lebih dapat diandalkan dari sekresi insulin dibandingkan dengan jumlah insulin itu sendiri sehingga C peptide banyak digunakan sebagai indikator pengendalian glikemi dan fungsi sel beta.⁶⁻⁸

Biji koro benguk mengandung senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil penelitian secara *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji koro benguk (*Mucuna pruriens*) mempunyai aktivitas antioksidan. Kandungan total fenolik dari ekstrak metanol biji koro benguk menggunakan uji Folin-Ciocalteu menunjukkan 33,04 mg/g. Ekstrak metanol biji koro benguk pada konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$ mempunyai kemampuan memerangkap radikal bebas *1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl* (DPPH) sebesar 90,16% sedangkan BHT sebesar 93,98% dengan nilai *inhibitory concentration* (IC_{50}) ekstrak metanol biji kacang koro benguk sebesar 38,5 $\mu\text{g/mL}$ sedangkan BHT (*butylated hydroxytoluene*) sebesar 15 $\mu\text{g/mL}$.⁹

Pada penelitian ini biji koro benguk dibuat menjadi tempe. Tempe ini cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Sukoharjo. Tempe

merupakan makanan tradisional yang dibuat melalui proses fermentasi menggunakan jamur *Rhizopus sp* terutama *Rhizopus oligosporus*.¹⁰ Produk tempe termasuk tempe koro benguk mempunyai keunggulan yakni kandungan senyawa bioaktif kelompok flavonoid, teknologi pembuatannya sederhana, harganya murah, mempunyai cita rasa yang bisa diterima konsumen serta mudah dimasak. Tempe koro benguk memiliki nilai kecernaan tinggi (mudah dicerna) dan bentuk antioksidannya bebas, karena senyawa antioksidan tersebut sudah terlepas dari senyawa gula melalui proses hidrolisis pada ikatan-O-glikosidik sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan.¹¹ Penelitian ini secara umum bertujuan membuktikan tempe koro dapat mengendalikan glikemi dengan parameter yang diperiksa adalah kadar glukosa darah dan kadar C peptide pada tikus *Sprague Dawley* hiperglikemi karena induksi *streptozotocin* (STZ).

METODE

Bahan utama adalah tempe koro benguk (*Mucuna pruriens* L), biji koro diperoleh dari Baturetno-Wonogiri. Bahan-bahan lain untuk pakan tikus mengacu *American Institut of Nutrition/AIN* 1993 dan dibuat secara isokalori.¹² Bahan kimia untuk analisis kadar glukosa serum digunakan glukosa kit (*Glucocard test strip II, Arkray, Japan*) dan untuk induksi diabetes digunakan STZ (*Nacalai tesque. Inc. Kyoto, Japan*). Bahan kimia untuk analisis kadar C peptide (*Parkway Lane, Suite Norcross, USA*). Hewan percobaan yang digunakan adalah 50 ekor tikus putih jantan jenis *Sprague Dawley* berumur 2-3 bulan dengan berat badan antara 200-300 g, diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengkajian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.

Alat-alat yang digunakan antara lain peralatan untuk membuat tempe koro benguk, sentrifugasi kecil (Hettich EBA III), pH meter (HM-205), kandang tikus individual beserta perlengkapannya, syringe injeksi, *microhematocrite tube*, *glucose test meter*, spektrofotometer (UV-120-01, Shimadzu), ELISA.

Penelitian ini dilakukan di beberapa laboratorium seperti Laboratorium Ilmu Pangan Unika Soegijapranata, Laboratorium Rekayasa Proses Unika Soegijapranata, LPPT-UGM, Laboratorium Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY) Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang.

Pertama dilakukan pembuatan tempe koro benguk/TK. Tempe koro benguk dikeringkan dengan *freeze dryer* hingga kadar air $\pm 13\%$ db lalu ditepungkan dan diayak (lolos 60 mesh), selanjutnya dianalisis aktivitas antioksidannya dengan DPPH (*2,2-diphenyl-1-*

picrylhydrazyl).¹³ Tempe koro benguk digunakan untuk pakan perlakuan meliputi: a) Pakan dengan substitusi TK 10% dari total energi; b) Pakan dengan substitusi TK 20% dari total energi; c) Pakan dengan substitusi TK 30% dari total energi. Komposisi bahan pakan dibuat secara isokalori dan mengacu pada American Institut of Nutrition /AIN 1993.¹²

Tikus *Sprague Dawley* (tikus SD) sejumlah 50 ekor dengan berat badan (BB) 200-300 g dan umur 2-3 bulan diaklimatisasi untuk adaptasi. Tikus dipuasakan selama 10 jam, dengan tetap diberi minum *ad libitum*, selanjutnya diambil darahnya melalui *vena orbitalis* untuk diperiksa kadar glukosa darah dan C peptida. Tikus kontrol negatif/C-sebanyak 10 ekor dipisahkan dari total sampel (50 ekor) yang sebelumnya dipilih secara acak. Sebanyak 40 ekor tikus diinduksi STZ secara intraperitoneal dengan dosis 40 mg/kgBB.¹⁴ Kelompok kontrol negatif mendapatkan injeksi intra peritoneal dengan aquabides dan mendapatkan pakan standar (tanpa tempe koro benguk). Setelah dua minggu (14 hari) tikus mendapat induksi STZ diperiksa kadar glukosa darahnya dan dipilih yang memiliki kadar glukosa >200 mg/dl. Tikus dikelompokkan menjadi 4 kelompok secara acak (masing-masing 10 ekor) meliputi: 1 kelompok kontrol positif/C+ (STZ-pakan standar), dan 3 kelompok yang diberi pakan tempe koro (STZ-tempe koro/TK 10%, STZ-TK 20%, dan STZ-TK30%), dan dianalisis kadar glukosa darah dan C peptida (*pre test*). Tikus dipelihara selama 30 hari dan setelah itu diamati perubahan berat badan setiap minggu, kadar glukosa darah dan kadar C peptida (*post test*).

Pengambilan darah dilakukan melalui *vena orbitalis*. Analisis kadar glukosa darah puasa dilakukan dengan *super glucocard II test meter* dan untuk analisis kadar C peptida serum menggunakan ELISA.

Data yang diperoleh diedit, ditabulasi dan dilakukan uji normalitas data untuk melihat sebaran distribusi data. Dalam penelitian ini data *pre test* dan *post test* pada variabel kadar C peptida dianalisis menggunakan *dependent paired T test*. Untuk mengetahui delta *pre test* dan *post test* pada perlakuan dianalisis dengan *Anova satu arah* dan dilanjutkan dengan uji wilayah *Duncan*.¹⁵

HASIL

Dalam penelitian ini biji koro benguk dibuat tempe untuk meningkatkan nilai cerna dan juga menghilangkan senyawa antigizi seperti asam sianida.¹⁶ Hasil analisis komposisi kimia antara biji koro, dan tempe koro dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia pada biji koro benguk dan tempe koro benguk (*Mucuna pruriens* L) dalam 100g bahan

Komposisi kimia (%)	Bahan/Sampel	
	Biji koro	Tempe koro*
Abu	3,92	3,46
Serat kasar	2,83	0,15
Protein	35,48	37,84
Lemak	7,27	2,75
Karbohidrat	50,50	55,80

* Tempe koro benguk dalam bentuk kering (untuk bahan pakan)

** Penghitungan berdasarkan berat kering (db)

Pengolahan dengan fermentasi pada biji koro benguk menjadi tempe juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Hasil analisis aktivitas antioksidan pada biji koro benguk adalah $87,23 \pm 0,68\%$ dan pada tempe koro benguk menjadi $95,59 \pm 0,82\%$.

Berat badan (BB) tikus jantan varietas *Sprague Dawley* yang digunakan dalam penelitian ini antara 207,3 gram hingga 294,5 gram, berumur 2,5 bulan. Penimbangan berat badan tikus dilakukan setiap minggu, mulai dari masa adaptasi, setelah induksi STZ dan setelah mendapat perlakuan pakan selama 30 hari. Data berat badan tikus dapat dilihat pada Tabel 2.

Kelompok tikus yang mendapatkan induksi STZ seperti pada kelompok II, III, IV dan V mengalami penurunan berat badan dibandingkan kondisi normal (*pre test*). Setelah mendapatkan perlakuan selama 30 hari setelah terjadi hiperglikemi, kelompok tikus yang diberi tempe koro benguk (III, IV dan V) mengalami peningkatan berat badannya sedangkan kelompok II/C+ makin menurun berat badannya.

Kadar glukosa adalah salah satu parameter kondisi diabetes. Tikus yang mendapatkan induksi STZ menunjukkan peningkatan kadar glukosa. Streptozotocin secara selektif toksik terhadap sel pankreas dan tidak menyebabkan kerusakan pada sel endokrin lain maupun pada parenkim eksokrin. Kadar glukosa darah tikus pada awal perlakuan hingga akhir perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1, tempe koro benguk yang diberikan pada kelompok III, IV, V menurunkan kadar glukosa masing-masing adalah 44,7% (dari $425,5 \pm 79,6$ menjadi $235,3 \pm 21,0$ mg/dl); 46,1% (dari $449,6 \pm 82,6$ menjadi $242,3 \pm 35,1$ mg/dl); dan 43,9%. (dari $469,0 \pm 63,1$ menjadi $262,7 \pm 20,1$ mg/dl).

Kelompok tikus yang mendapat pakan tempe koro benguk (kelompok III, IV dan V) mengalami peningkatan kadar C-peptida seperti yang terlihat pada

Tabel 3, dan peningkatan tersebut bermakna dibandingkan dengan kelompok kontrol positif.

Tikus kelompok II (kontrol positif) yang mendapat perlakuan induksi STZ dan tidak mendapatkan asupan

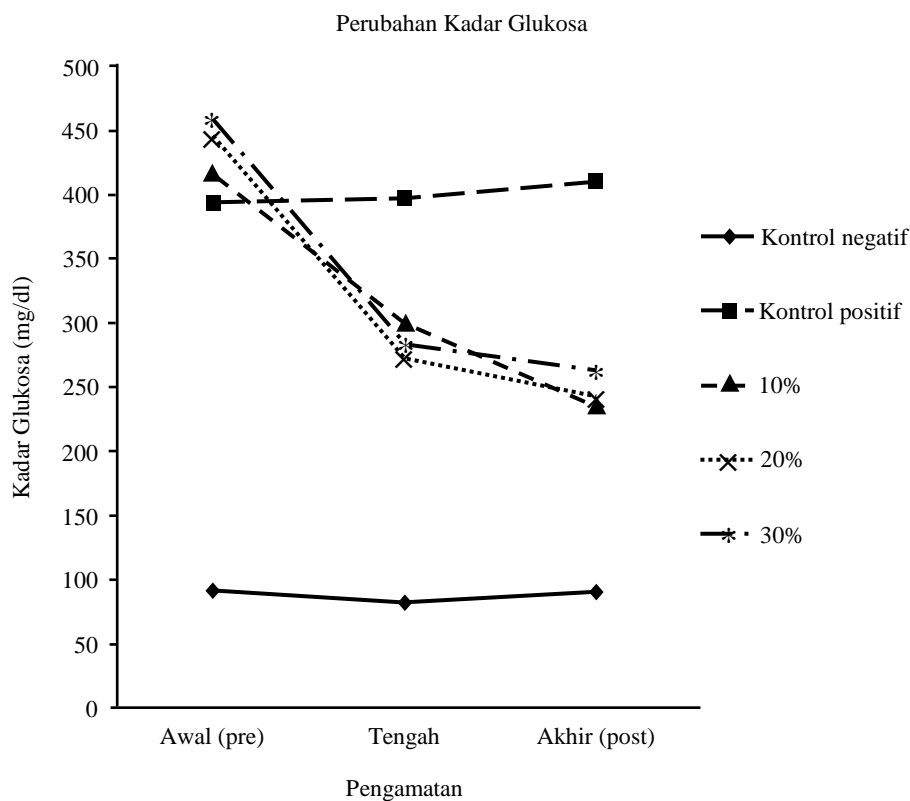
pakan tempe koro benguk menunjukkan hasil yang tidak bermakna antara sebelum dan sesudah perlakuan, serta kadar C peptidanya menurun (dari $902,5 \pm 10,9$ pg/ml menjadi $889,3 \pm 13,6$ pg/ml).

Tabel 2. Rerata berat badan tikus *

Kelompok ^d	Awal ^a (g)	Pre test ^b (g)	Post test ^c (g)
I (C-)	219,7 ± 8,1	245,3 ± 13,7	289,1 ± 15,1
II (C+)	216,1 ± 4,4	165,4 ± 44,2	157,6 ± 8,5
III (STZ-TK10%)	234,6 ± 9,9	169,3 ± 26,8	185,1 ± 30,3
IV (STZ-TK20%)	251,0 ± 9,4	178,7 ± 27,3	194,3 ± 18,2
V (STZ-TK30%)	280,3 ± 10,5	198,5 ± 29,0	215,1 ± 18,3

Keterangan:

- Awal adalah berat badan tikus pada masa adaptasi sebelum mendapatkan perlakuan induksi STZ.
 - Pre test adalah berat badan tikus setelah diinduksi dengan STZ dan telah terjadi hiperglikemi.
 - Post test adalah berat badan tikus setelah diinduksi dengan STZ dan hiperglikemi kemudian mendapatkan pakan tempe koro benguk selama 30 hari.
 - Kelompok I (kontrol negatif/C-); Kelompok II (Kontrol positif/C+); Kelompok III (STZ-tempe koro/TK 10%); Kelompok IV (STZ-TK 20%); Kelompok V (STZ-TK 30%).
- *) Semua nilai merupakan nilai rerata ± simpang baku.



Gambar 1. Kadar glukosa darah tikus (mg/dl) dari kondisi sebelum perlakuan (*pre test*) hingga sesudah perlakuan (*post test*)

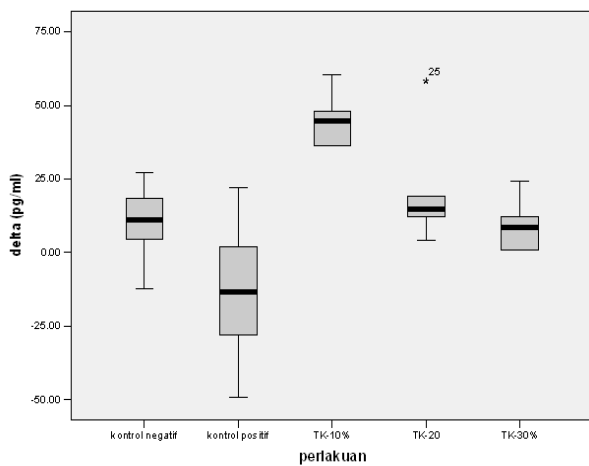
Tabel 3. Kandungan C-peptide serum tikus pada kondisi sebelum dan sesudah perlakuan

Kelompok tikus ^{c)}	Rerata kandungan C-peptida (pg/ml)	
	<i>Pre test</i> ^{a)}	<i>Post test</i> ^{b)}
I (C-)	907,3 ± 14,1 ^a	917,7 ± 13,9 ^b
II (C+)	902,5 ± 10,9	889,3 ± 13,6
III (STZ-TK10%)	876,2 ± 18,8 ^a	920,5 ± 15,7 ^b
IV (STZ-TK20%)	897,0 ± 19,4 ^a	916,3 ± 10,5 ^b
V (STZ.TK30%)	895,3 ± 16,7 ^a	903,9 ± 11,5 ^b

Keterangan :

- a) *Pre test* adalah kondisi awal hiperglikemi setelah tikus mendapatkan induksi STZ.
- b) *Post test* adalah kondisi akhir penelitian setelah tikus mendapatkan pakan perlakuan selama 30 hari (dari kondisi awal hiperglikemi).
- c) Kelompok I (kontrol negatif//C-); Kelompok II (Kontrol positif/C+); Kelompok III (STZ-TK 10%); Kelompok IV (STZ-TK 20%); Kelompok V (STZ-TK 30%).
- *) Untuk masing-masing kelompok tikus (baris) *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antara sebelum (*pre test*) dan sesudah perlakuan (*post test*), berdasarkan ($p < 0,05$) *Paired T test*.

Pada Gambar 2 terlihat perubahan (delta) kandungan C peptida pada semua kelompok tikus yang mendapatkan perlakuan berbeda, dibandingkan antara sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan. Kelompok III (STZ-TK-10%) memperlihatkan peningkatan kadar C peptide yang paling tinggi (44,3 pg/ml) dan ada perbedaan bermakna dibandingkan dengan kelompok IV (STZ-TK 20%) dan kelompok V (STZ-TK 30%), sedangkan antara kelompok IV dan V tidak berbeda bermakna.



Gambar 2. Perubahan (delta) kadar C-peptida serum tikus antara sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan

PEMBAHASAN

Tempe koro benguk mempunyai kandungan gizi yang seimbang dan baik untuk kesehatan. Kandungan protein, karbohidrat relatif tinggi sedangkan kandungannya rendah. Hal tersebut baik untuk diet dan bisa menjadi pilihan alternatif terkait dengan pengembang-

an pangan lokal untuk mendampingi tempe kedelai (sebagian besar kedelai di Indonesia diperoleh dari impor). Peningkatan kadar protein pada tempe koro benguk dikarenakan aksi dari enzim protease yang dihasilkan oleh kapang selama fermentasi, dan kualitas proteinnya pun lebih tinggi dibandingkan produk yang tidak difermentasi (bijinya). Penurunan kadar serat kasar terjadi karena pengupasan kulit ari pada proses pembuatan tempe koro benguk, sedangkan serat kasar umumnya banyak terdapat pada kotiledon dan kulit ari. Kadar lemak yang menurun juga terjadi antara lain karena pengupasan kulit serta aktivitas dari enzim lipase yang menghidrolisis triasilgliserol menjadi asam lemak bebas dan digunakan sebagai sumber energi oleh kapang selama fermentasi.^{16,21} Pada proses fermentasi biji koro benguk menjadi tempe, terjadi biotransformasi isoflavon glikosida menjadi isoflavon aglikon, yaitu senyawa antioksidan tersebut sudah terlepas dari senyawa gula melalui proses hidrolisa pada ikatan -o-glikosidik. Hal ini akan meningkatkan kapasitas antioksidan pada tempe.^{20,11,21} Pada proses fermentasi tersebut juga terbentuk pula antioksidan faktor II (6,7,4-trihidroksi isoflavon) yang mempunyai sifat antioksidan paling kuat dibandingkan dengan isoflavon dalam biji. Dengan demikian tempe koro benguk memiliki potensi sebagai bahan pangan dengan aktivitas antioksidan yang tinggi. Senyawa bioaktif bersifat antioksidan yang ada di dalam tempe adalah isoflavon.¹⁶ Senyawa tersebut masuk dalam golongan kelompok flavonoid, senyawa polifenolik yang umumnya terdapat di dalam buah-buahan, sayur-sayuran, dan biji-bijian.¹⁷⁻¹⁹

Pemberian tempe koro benguk pada tikus kelompok III, IV dan V menimbulkan peningkatan BB, hal tersebut

mengindikasikan adanya perbaikan pada kesehatan tikus. Tempe koro bengkuk yang banyak mengandung antioksidan flavonoid dapat mengurangi kerusakan sel beta pankreas dengan cara memerangkap anion superoksida (O_2^*) sehingga tidak terbentuk hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal hidroksil (OH^*).²² Hal tersebut dapat memperbaiki produksi insulin yang berakibat baik pula dalam metabolisme zat gizi, sehingga pada tikus kelompok III, IV dan V meningkat berat badannya. Pada kelompok kontrol positif berat badan tikus tetap menurun dikarenakan efek dari streptozotocin yang menyebabkan produksi adenosine triphosphat (ATP) mitokondria terbatas dan menimbulkan deplesi pada sel nukleotida.²²

Pada kelompok tikus yang diberi pakan tempe koro bengkuk juga mengalami penurunan kadar glukosa darah. Penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa genistein yang terdapat pada isoflavon mampu meningkatkan sekresi insulin pada MIN6 (*mouse-derived*) sel beta pankreas dari mencit yang dikulturkan hingga konsentrasi $100\mu\text{mol/L}$. Selain itu ada kemungkinan karena adanya sejumlah mineral yang terdapat dalam tempe koro bengkuk (Na, K, Ca, Zn, Mg, Fe, P, Cu Mn dan Cr) akan membantu mekanisme pelepasan insulin.²⁵

Induksi streptozotocin menyebabkan konsumsi O_2 meningkat dan menghasilkan radikal anion superoksida.²² Hal tersebut berlanjut pada kerusakan sel beta pankreas sehingga produksi dan aksi insulin menurun. Hiperglikemi kronis adalah inisiator utama untuk berbagai komplikasi mikrovaskular pada penyakit diabetes seperti retinopati, neuropati dan nephropati.²⁴ Kadar glukosa yang tinggi akan meningkatkan stress oksidatif melalui proses enzimatis maupun non enzimatis. Pada proses enzimatis terjadi perubahan fungsi protein misalnya NADPH oksidase sehingga mengganggu dan merusak fungsi sel serta menimbulkan *reactive oxygen intermediates* yang dapat mengoksidasi LDL (*low density lipoprotein*). Sedangkan proses non enzimatis akan mengubah ekspresi gen (*growth factor* dan *cytokine*) serta mengganggu pertahanan antioksidan (meningkatkan stress oksidatif) yang berujung pada kerusakan fungsi sel beta.

Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa tempe koro bengkuk memiliki kandungan antioksidan flavonoid. Senyawa tersebut akan bermanfaat setelah glikosida flavonoid dimodifikasi ikatan O-glikosida oleh enzim-enzim usus halus atau mikroflora kolon menjadi bentuk bebas. Senyawa flavonoid tersebut terdapat di berbagai organ tubuh antara lain di pankreas, penelitian *in vivo* menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10-15 mg/kgBB yang diberikan pada tikus diabetes karena induksi STZ selama 4 minggu dapat menurunkan kadar glukosa,

mengurangi stress oksidatif dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan di pankreas serta melindungi degenerasi sel beta pankreas.²⁵

C-peptida awalnya hanya diduga sebagai *by product* pada produksi insulin, namun penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa C-peptida mempunyai aktivitas biologi yang penting khususnya berkaitan dengan penyakit diabetes. Kadar C-peptida yang rendah umumnya terjadi pada penderita diabetes, sehingga pengukuran C-peptida juga digunakan untuk mengklasifikasikan jenis diabetes mellitus dan sebagai marker fungsi sel beta pankreas.⁶

Peningkatan kadar C peptida melalui pemberian tempe koro bengkuk dengan dosis 10%, 20% dan 30% pada tikus SD yang diinduksi STZ ada kemungkinan disebabkan oleh pengaruh antioksidan yang ada pada tempe yang dapat mengurangi produksi ROS yang ditimbulkan oleh STZ. Antioksidan flavonoid kelompok polifenolik memiliki aktivitas antioksidan kuat yang dapat mencegah interleukin 1β (IL- 1β) dan interferon gamma (IFN γ) yang bisa menyebabkan disfungsi sel beta.²⁶ Di dalam tempe koro bengkuk terkandung antioksidan isoflavon (kelompok flavonoid) dalam bentuk daidzin dan genistein yang memiliki aktivitas antioksidatif sehingga bisa mengurangi disfungsi pada sel beta pankreas tikus.^{16,25} Kondisi yang lebih baik dari sel beta pankreas tersebut akan tercermin pada kadar C peptida yang meningkat, dan menurunnya kadar glukosa darah.

SIMPULAN DAN SARAN

Tempe koro bengkuk memiliki kandungan protein dan karbohidrat yang tinggi dan kadar lemak yang rendah. Aktivitas antioksidan pada tempe koro bengkuk lebih tinggi dibandingkan biji koro bengkuk. Pada tikus SD hiperglikemi yang diberi tempe koro bengkuk (kelompok III, IV dan V) mengalami penurunan kadar glukosa darah dan kadar C-peptidanya meningkat secara bermakna dibandingkan kelompok kontrol positif (C+), sehingga tempe koro bengkuk dapat dipertimbangkan sebagai pangan fungsional dalam pengendalian glikemi.

Perlu penelitian lebih lanjut seperti fraksinasi senyawa aktif yang ada pada tempe koro bengkuk sehingga bisa diketahui jenis senyawa aktif yang paling berpotensi meningkatkan kadar C peptida yang berimplikasi menurunkan kadar glukosa darah.

Ucapan terima kasih

Penelitian didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DP2M Ditjen Dikti) Kementerian Pendidikan Nasional

Tahun Anggaran 2011 melalui DIPA Undip Nomor: 0596/023-04-2-16/13/2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Diabetes Atlas: Global estimate of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Research and Clinical Practice*; 87; 2010:4-14.
- Kaneto H, Kajimoto Y, Migawa J, Matsuoka T, Fujitani Y, Umayahara Y, *et al.* Beneficial effects of antioxidants in diabetes: Possible protection of pancreatic beta cells against glucose toxicity. *Diabetes*. 1999;48:2398-2406.
- Percival M. Antioxidants. *Clinical Nutrition Insights*; 1998:1-4.
- Brownlee M. A radical explanation for glucose-induced beta cell dysfunction. *The Journal of Clinical Investigations*. 2003;112:1788-90.
- Brownlee M. Banting Lecture. The Pathobiology of Diabetic Complications A unifying Mechanism. *Diabetes*. 2005;54:1615-25.
- Tricia A. Bal: C-peptide: Roles in diabetes, insulinoma and hypoglycemia. *Perspective-Winter/Spring 2009*-www.siemens.com/diagnostics
- Wahren J, Ekberg K, Johansson J, Hendriksson M, Pramanik A, Johansson B, *et al.* Role of c-peptide in human physiology. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000;278:759-68.
- Chowta MN, Adhikari PM, Chowta NK, Shenoy AK, D'Souza S. Serum C peptide level and renal function in diabetes mellitus. *Indian J Nephrol*. 2010;20:25-8.
- Rajeshwar Y, Kumar GPS, Gupta M. Gupta, Mazumber UK. Studies on In Vitro Antioxidant Activities of Methanol Extract of *Mucuna pruriens* (Fabaceae) Seeds. *European Bulletin of Drug Research*. 2005;13(1):31-9.
- Kasmidjo. Tempe, mikrobiologi dan biokimia pengolahan serta pemanfaatannya. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta; 1994:45-56.
- Nout, MJR, Kiers JL. Tempe fermentation, innovation and functionality: uptake into the third milenium. A Review. *Journal of Applied Microbiology*. 2005;98:789-805.
- Rieves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of nutrition Ad. Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J. Nutr*. 1993;123:1939-51.
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. Antioxidants in Food. CRC Press. Washington, DC. 2001:71-84.
- Srinivasan K, Ramarao P. Animals models in type 2 diabetes research: an overview. *Indian J Med Res*. 2007;125:451-72.
- Weiss N, Hasset M. Introductory Statistic. Addison-Wesley Publishing Company. 1982:406-31.
- Handajani S. Endogenous mucuna tempe as functional food. *Asia Pacific J Clin Nutr*. 2001;10(3):222-5.
- Shahidi F. Natural Antioxidants. Chemistry, Health Effect, and Applications. Champaign, Illinois: AOCS Press. 1999:235-73.
- Bors WC, Michel K, Stettmaier. Flavonoids and other polyphenols. Packer, L.Ed. Academic Press. San Diego. 2001.
- Miller AL. Antioxidant flavonoid structure function and clinical usage. http://www.thorne.com/alt_medrev/fulltext/flavonoids_1-2.html. 2002 Diunduh tanggal 18 Maret 2011.
- Purwoko T. Kandungan isoflavon aglikon pada tempe hasil fermentasi *rhizopus mikrosporus* var. *oligosporus*: pengaruh perendaman. *Biosmart*. UNS, Surakarta. 2004;6(2):31-8.
- Astuti M, Meliala A, Dalais FS, Wahlqvist ML. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific J.Clin Nutr*. 2000;9(4):322-5.
- Szkudelski T. The mechanism of alloxan and streptozotocin action in B cells of the rat pancreas. *Physiol. Res*. 2001;50:536-46.
- Lenzen S. The mechanisms of alloxan-and streptozotocin-induced diabetes. *Diabetologia*. 2008;51:216-26.
- Matthew JS. Molecular understanding of hyperglycemia's adverse effects for diabetic complications. *JAMA*. 2002;288(20):2579-88.
- Pinent M, Castell A, Baiges I, Montagut G, Arola L, Ardevol A. Bioctive of flavonoids on insulin-secreting cells. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 2008;7:299-308.
- Bhonde R, Shukla RC, Kanitkar M, Shukla R, Banerjee M, Datar S: Isolated islet in diabetes research. *Indian J Med Res*. 2007;125:425-40.