

PENGARUH PEMBERIAN TEH HITAM, TEH HIJAU (*Camelia sinensis* var. *assamica*), TEH DAUN MURBEI (*Morus kanva*) DAN CAMPURANNYA TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN GLIKOSILAT DAN INSULIN PADA TIKUS DIABETES

Yoyanda Bait

Dosen Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo

Email : zoey_an@yahoo.com

ABSTRACT

Diabetes mellitus was a degenerative disease with a high prevalence that happened in many countries. Several studies had been done to control diabetes by using such as green tea, mulberry leaf tea, and their mixtures. The aim of this study was investigated the effect of black tea, green tea, mulberry tea and their mixtures on glycosilated hemoglobin and insulin level. This experiment used fourty two rats, aged 2.5-3.0 months, 150-200 g bw. The rats were divided into 7 groups, each group consisted of 3 rats, namely; normally control group, negative control group, black tea group, green tea group, mulberry leaf tea group, black tea+mulberry leaf tea group and green tea+mulberry leaf tea group. The study was carried out for 16 days intervention. The dose of alloxan 125 mg/kg bw were given by intraperitoneal. After blood glucose level >200 mg/dl, rats were given tea with dose 1 ml/day/100 g bw. The results were showed that tea treatments were not significantly ($p>0,05$) affected to glycosilated hemoglobin level (HbA1c) and insulin level from rats blood.

Keywords: black tea, green tea, mulberry leaf tea, glycosilated hemoglobin level, insulin level

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan yang berdampak pada produktivitas dan dapat menurunkan mutu sumber daya manusia. Sejalan dengan perubahan gaya hidup, penderita DM di Indonesia diperkirakan semakin meningkat, terutama pada kelompok umur dewasa ke atas pada seluruh status sosial ekonomi (Dirjen Bina Kesmas Depkes RI 2003). DM yang tidak dikelola dengan baik dapat mengakibatkan berbagai penyakit menahun. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pengelolaan DM dapat dengan perencanaan diet dan kegiatan jasmani (Ristanti 2009). Bahan alami yang telah banyak diteliti untuk mengendalikan DM adalah daun teh. Teh merupakan salah satu minuman yang terpopuler di dunia karena selain nikmat

juga memberikan manfaat bagi kesehatan. Kandungan polifenol dalam teh hijau mampu menangkal radikal bebas dalam tubuh. Menurut Song *et al.* (2003) polifenol terutama epigalokatekin galat (EGCG) dapat melindungi kerusakan sel β pankreas dari pengaruh oksidasi. Kobayashi *et al.* (2000) dan Maeda *et al.* (2005) melakukan penelitian dengan pemberian teh hijau secara oral, menemukan bahwa pemberian teh hijau dapat menekan kadar gula darah. EGCG pada teh hijau bekerja dengan cara menghambat transport sodium glukosa pada mukosa.

Berdasarkan penelitian Damayanthi *et al.* (2008) pemberian teh hijau menunjukkan secara ilmiah adanya indikasi bahwa secara *in vivo* mampu mengendalikan kadar glukosa

darah pada tikus DM, namun hasil penelitian tersebut sangat terbatas, karena hanya dilakukan pada teh hijau. Penelitian terbaru oleh Cameron *et al.* (2008) tentang manfaat teh hitam untuk mengendalikan DM, menunjukkan bahwa theaflavin dan thearubigin dari teh hitam dapat meniru kerja insulin dalam mengendalikan DM. Terdapat tiga jenis theaflavin yang diidentifikasi meniru kerja insulin tersebut yaitu theaflavin 3-o-galat, theaflavin 3'-o-galat, theaflavin 3,3'-di-o-galat.

Penelitian dengan menggunakan tikus diabetes yang diinduksi dengan *streptozotocin* (STZ) diindikasikan bahwa theaflavin dapat mencegah kehilangan β -limposit dari toksisitas STZ (Gomes *et al.* 1995). Penelitian lain yang dilakukan oleh Anderson & Polansky (2002), theaflavin dapat meningkatkan aktivitas insulin secara *in vitro* pada percobaan sel lemak *epididymal*. Meskipun mekanisme antihiperglikemik dari theaflavin belum jelas, aktivitas antihiperglikemik dari theaflavin tidak diragukan (Wang & Li 2006).

Menurut Bambang (2006) teh hijau Indonesia merupakan produk yang unik karena diolah dari pucuk teh *Camelia sinensis* var. *assamica*. Dibandingkan dengan teh hijau Cina, teh hijau Indonesia berbeda bahan bakunya (*C. sinensis* var. *sinensis*). Karena perbedaan bahan baku ini, maka secara khusus teh hijau Indonesia diduga lebih potensial menjadi minuman fungsional. Teh hijau Indonesia yang terbuat dari *C. sinensis* var. *assamica* memiliki kandungan katekin yang lebih tinggi yaitu 11,60% daripada *sencha* (teh hijau Jepang) yang hanya 5,06%.

Bahan alami lainnya yang dikembangkan sebagai minuman fungsional yang mempunyai khasiat antihiperglikemik adalah daun murbei. Penelitian yang dilakukan oleh Damayanthi, *et al.* (2008) pemberian teh daun murbei dan campuran teh hijau dan teh daun murbei menunjukkan bahwa pada hari keempat pengamatan terjadi penurunan kadar glukosa pada tikus DM.

Berdasarkan informasi di atas, walaupun telah banyak penelitian tentang teh hijau dan teh hitam dalam pengendalian diabetes, tetapi penelitian tersebut menggunakan teh dengan varietas yang berbeda dengan yang digunakan di Indonesia, sedangkan penelitian menggunakan varietas yang dikembangkan di Indonesia masih terbatas. Oleh karena itu, sebagai lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Damayanthi *et al.* (2008), maka penelitian ini diuji cobakan seduhan teh hitam, teh hijau, teh daun murbei dan campuran teh hitam + TDM serta campuran teh hijau + TDM.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Bandung untuk pembuatan teh hijau, teh hitam dan teh daun murbei. Pemeliharaan dan perlakuan pada hewan percobaan dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan. Analisis kadar insulin darah dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Ternak (Balitnak) Ciawi – Bogor dan analisis HbA1c dilakukan di Laboratorium Klinik Nugraha Bogor.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi bahan utama antara lain : teh hitam dan teh hijau klon Gambung 7 yang diperoleh dari Laboratorium Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Bandung, daun murbei *Morus kanva* yang didapatkan dari Lembaga Masyarakat disekitar Hutan (LMDH) Sukamanah, Bandung, aloksan dari *Sigma* (A7413-10G) untuk membuat tikus normal menjadi diabetes, tikus jantan jenis *Sprague Dawley* yang diperoleh dari Puslitbang Gizi Depkes, ransum standar.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan berat badan tikus, spuit untuk menyuntikkan aloksan dan Sonde untuk mencekakan minuman, *Nycocard Reader II HbA1c Test* (Axis-Shield USA) untuk pengukuran kadar HbA1c dan

Radioimmunoassay (RIA) untuk pengukuran kadar insulin.

Penyiapan Bahan Uji (Damayanthi *et al.* 2008)

Sebanyak 20 gram teh hitam, 20 gram teh hijau, 20 gram teh daun murbei dan campuran teh hitam + teh daun murbei serta teh hijau + teh daun murbei (campuran 1:1), masing – masing bahan diseduh dengan cara direndam menggunakan air panas (70–80 °C) sebanyak 200 ml selama ±15 menit, kemudian disaring dan diambil filtratnya.

Sebanyak 42 ekor tikus jenis *Sprague Dawley* umur 2,5–3 bulan dengan berat badan

150–200 g digunakan dalam penelitian ini. Semua tikus dipelihara terlebih dahulu diadaptasi selama 5 hari untuk penyesuaian lingkungan. Tikus dikandangkan dengan pengaturan suhu (22°C) dan kelembaban (55%). Ruangan dikontrol dengan siklus 12 jam penerangan dan 12 jam gelap (Kim *et al.* 2006). Semua tikus dibagi menjadi 7 kelompok (Tabel 1).

Perlakuan berlangsung selama 16 hari. Pada hari ke 8 dan 16 pengamatan dilakukan pembedahan (pengambilan darah) untuk analisa kadar insulin dan kadar hemoglobin glikosilat (HbA1c).

Tabel 1 Kelompok tikus percobaan berdasarkan jenis perlakuan

Kelompok	Perlakuan
Kelompok 1 (Tikus normal)	Kontrol normal diberi ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 2 (Tikus diabetes)	Kontrol negatif diberi ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 3 (Tikus diabetes)	Di cekok seduhan teh hitam (dosis 1 ml/hari/100 g BB) + ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 4 (Tikus diabetes)	Di cekok seduhan teh hijau (dosis 1 ml/hari/100 g BB) + ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 5 (Tikus diabetes)	Di cekok seduhan teh daun mubei (dosis 1 ml/hari/100 g BB) + ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 6 (Tikus diabetes)	Di cekok seduhan teh hitam+teh daun mubei (dosis 1 ml/hari/100 g BB) + ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>
Kelompok 7 (Tikus diabetes)	Di cekok seduhan teh hijau+teh daun mubei (dosis 1 ml/hari/100 g BB) + ransum standar + air kran <i>ad libitum</i>

Induksi Aloksan untuk membuat tikus diabetes (Andayani 2003; Ama 2009)

Setelah melewati masa adaptasi, sebanyak 39 ekor tikus dibuat menjadi diabetes dengan diinduksi aloksan, induksi dilakukan dengan injeksi secara intraperitoneal. Induksi dilakukan dengan menggunakan aloksan dalam larutan NaCl 0,9% dengan dosis 125 mg/kg BB. Tikus yang diinduksi tetap diberi makan

dan minuman *ad libitum*. Dua hari setelah penyuntikan, kadar glukosa darah diukur dengan pengambilan darah awal dilakukan melalui ekor dari masing – masing tikus. Tikus dengan kadar glukosa darah e”200 mg/dl dikategorikan hiperglikemik dan siap digunakan dalam penelitian ini (Kim *et al.* 2006). Bila 5

hari setelah disuntik belum terjadi hiperglikemik maka dilakukan penyuntikkan kembali dan jika belum juga diabetes tikus tidak digunakan lagi.

Ransum tikus yang digunakan adalah ransum standar berdasarkan AOAC (1990)

yang dimodifikasi oleh Laboratorium Biokimia dan Fisiologi Gizi Puslitbang Gizi dan Makanan Bogor. Ransum tikus yang digunakan adalah dalam bentuk bubuk. Komposisi ransum tikus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi ransum standar tikus

Bahan	Jumlah (gram)
Tepung beras	2500
Tepung kedele	1360
Susu skim	500
Minyak kelapa	200
Mineral mix ¹ dan Vitamin ²	60
Garam	40

Keterangan :

¹ Campuran mineral per kilogram ransum, terdiri dari : 139,3 gram NaCl, 0,79 gram KI, 389 gram KH₂PO₄, 57,3 gram MgSO₄, 381,4 gram CaCO₃, 27 gram FeSO₄, 4,01 gram MnSO₄, 0,549 gram ZnSO₄, 0,477 gram CuSO₄, dan 0,023 gram CaCl₂.

² Campuran vitamin per kilogram ransum, terdiri dari : 6000 IU vitamin A, 400 IU vitamin D, 10 mg vitamin E, 1 mg vitamin K, 5 mg folat, 30 mg tiamin HCl, 20 mg riboflavin, 5 mg piridoksin HCl, 20 mg Ca pantotenat, 100 mg nikotinamida, dan 150 µg vitamin B₁₂.

Kadar Hemoglobin Glikosilat (HbA1c)

HbA1c diukur dengan menggunakan *Nycocard Reader II HbA1c Test (Axis-Shield USA)*. Cara pengukuran HbA1c dapat dilihat pada Gambar 6. Pertama masukkan sebanyak 5 µl sampel dalam cairan pelarut dan kocok dengan baik. Kemudian masukkan 50 µl sampel yang telah diencerkan ke *Test Device* biarkan meresap sempurna selama ±20 detik. Tambahkan 25 µl R2/*washing solution*. Biarkan meresap sempurna selama ±10 detik. Baca hasil dengan menggunakan *Nycocard Reader II* dalam waktu kurang 5 menit.

Kadar Insulin Darah

Pengukuran kadar insulin pada darah tikus ditentukan secara *Radioimmunoassay* (RIA) dengan menggunakan prosedur sesuai petunjuk kit RIA insulin *Coat-A-Count* dari *Diagnostic Products Cooperation*.

Cara kerjanya : pipet 200 µl serum darah pada kalibrator nol A dalam NSB (*nonspecific binding*) dan tabung A, dan 200 µl dari setiap kalibrator yang tersisa, kontrol dan sampel darah ke dalam tabung yang telah disediakan. Tambahkan 1.0 ml buffer insulin ke setiap tabung. Vorteks sebentar dan hati – hati (sampel jangan sampai tumpah dari tabung). Inkubasi selama 3 jam pada suhu 37 °C. Sampel dituangkan (pindahkan semua cairan dengan hati – hati. Gunakan rak busa penuangan, tuangkan kandungan dari semua tabung (kecuali tabung T) dan biarkan semua mengalir selama 2 – 3 menit. Kemudian pukulkan tabung pada kertas absorbent untuk mengeluarkan semua sisa tetesan. Hitung selama 1 menit pada *gamma counter*.

Net Counts = rata – rata CPM – rata – rata NSB CPM.

Kemudian untuk menentukan ikatan dari masing – masing tabung sebagai persen dari *maximum binding* (MB), dengan NSB-angka yang telah dikoreksi dari tabung A diambil sebagai 100% :

$$\text{Persen ikatan} = \frac{\text{Net Counts}}{\text{Net MB Counts}} \times 100$$

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri atas dua perlakuan, masing-masing tujuh taraf dan dua taraf. Jika perlakuan menunjukkan berbeda nyata, maka untuk mengetahui perbedaan rerataan diantara perlakuan dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Perlakuan yang diberikan adalah :

- A. Pemberian cekok (kontrol normal (tikus normal dan tanpa cekok), kontrol negatif (tikus diabetes) teh hitam (tikus diabetes), teh hijau (tikus diabetes), teh daun murbei (tikus diabetes), campuran teh hitam + TDM (tikus diabetes) dan campuran teh hijau + TDM (tikus diabetes)).
- B. Waktu pengamatan (8 dan 16 hari)
n = 3 kali ulangan.

Model linear yang digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada pemberian cekok ke-i, waktu ke-j dan ulangan ke-k.

μ = nilai rata-rata.

α_i = pengaruh pemberian cekok ke-i.

β_j = pengaruh waktu ke-j.

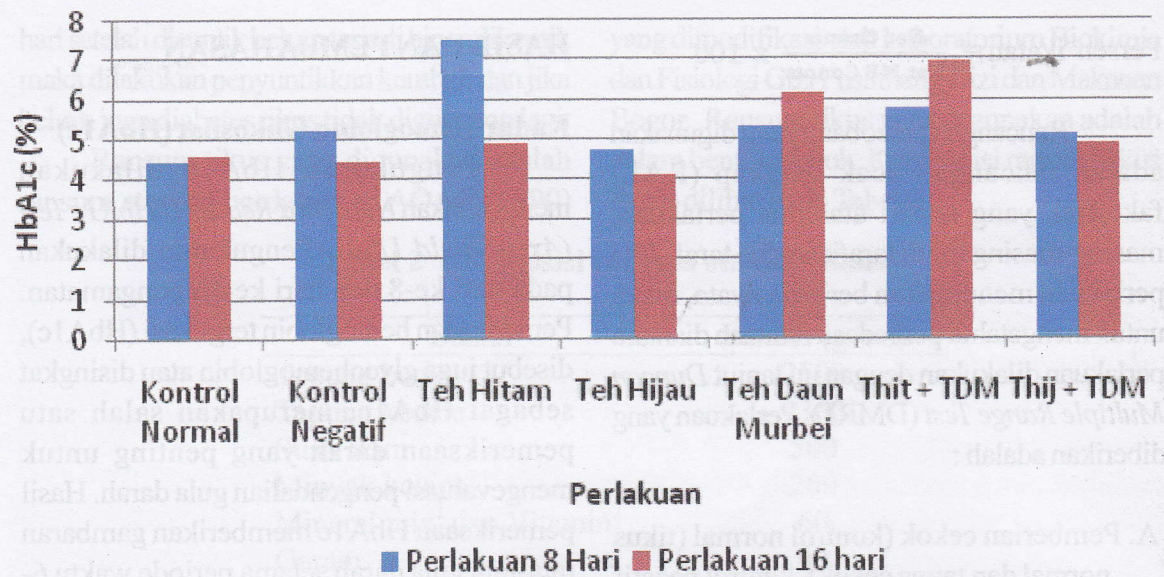
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA), yang dilakukan untuk menganalisis data yang diperoleh dari masing-masing kelompok perlakuan dengan menggunakan program SPSS dan *Microsoft excell*. Tingkat signifikansi dinyatakan dalam $\alpha = 5\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Hemoglobin Glikosilat (HbA1c)

Pengukuran HbA1c dilakukan menggunakan *Nycocard Reader II HbA1c Test* (*Axis-Shield USA*). Pengukuran dilakukan pada hari ke-8 dan hari ke-16 pengamatan. Pemeriksaan hemoglobin terglukasi (HbA1c), disebut juga glycohemoglobin atau disingkat sebagai HbA1c, merupakan salah satu pemeriksaan darah yang penting untuk mengevaluasi pengendalian gula darah. Hasil pemeriksaan HbA1c memberikan gambaran rata-rata gula darah selama periode waktu 6-12 minggu dan hasil ini dipergunakan bersama dengan hasil pemeriksaan gula darah mandiri sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian terhadap pengobatan diabetes yang dijalani (Anonim 2008). Persen HbA1c menunjukkan satu bagian hemoglobin yang mengikat glukosa dengan 100 bagian total hemoglobin.

Data hasil pengukuran HbA1c menunjukkan bahwa tikus diabetes yang diberi perlakuan teh hijau pada 8 hari pengamatan mempunyai kadar HbA1c yang normal (4%), dan lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 1). Pada orang sehat non-diabetes kadarnya berkisar antara 5-9 % dari kadar hemoglobin total. Angka rujukan sementara yang telah diperoleh oleh Bagian Patologi Klinik FKUI/RSCM adalah 4-9 % sedangkan di Bagian Patologi Klinik FK UNAIR didapatkan angka 5-8,3%. Kontrol DM secara keseluruhan dapat dinilai dari penetapan kadar hemoglobin glikosilat (HbA1c) yang dalam keadaan normal jumlahnya tidak lebih dari 7% dari Hb total (Kusnandar 1983).



Gambar 1 Kadar hemoglobin glikosilat (HbA1c)

- Ket : Kontrol normal= tidak diinduksi aloksan dan tanpa cekok teh
 Kontrol negatif=diinduksi aloksan dan tanpa cekok teh
 Teh hitam = diinduksi aloksan dan cekok teh hitam 1 ml/ 100 g BB
 Teh hijau = diinduksi aloksan dan cekok teh 1 hijau ml/ 100 g BB
 Teh daun murbei = diinduksi aloksan dan cekok teh daun murbei 1 ml/ 100 g BB
 Teh hitam + TDM = diinduksi aloksan dan cekok teh teh hitam + TDM 1 ml/ 100 g BB
 Teh hijau + TDM = diinduksi aloksan dan cekok teh teh hijau + TDM 1 ml/ 100 g BB

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa berpengaruh nyata ($p > 0,05$) perlakuan pemberian seduhan teh dan waktu pengamatan terhadap kadar HbA1c. Ikatan HbA1c yang terbentuk bersifat stabil dan dapat bertahan hingga 6-12 minggu (sesuai dengan usia sel darah merah) (Anonim 2008). Hemoglobin glikosilat terbentuk secara pasca-translasi yang berlangsung lambat, terus menerus dan tidak

dipengaruhi tambahan yang penting. Misalnya bila kadar gula darah dan urin tinggi sedangkan kadar HbA1c tidak tinggi, maka hal ini berarti peningkatan kadar gula darah tersebut baru saja terjadi yang diduga disebabkan stres. Sebaliknya bila kadar gula darah tidak tinggi dan kadar HbA1c masih tinggi maka berarti kontrol belum baik (Suryaatmadja 1983).

Kadar Insulin Darah

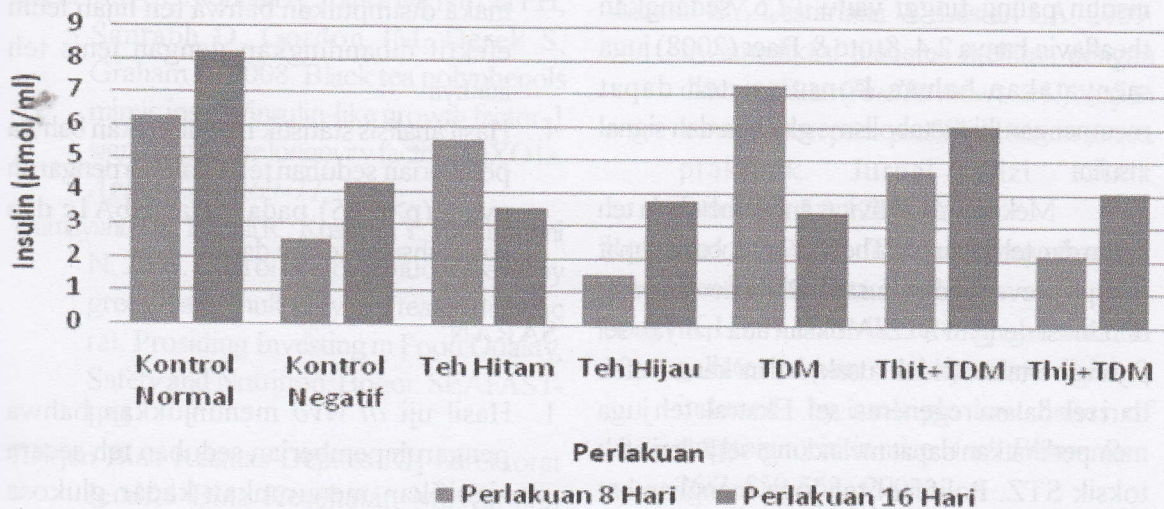
Insulin berfungsi untuk menstimulir masuknya glukosa ke dalam sel, meningkatkan penggunaan untuk energi dan menstimulir sintesis glikogen, lemak dan protein. Bila fungsi insulin menurun, gerakan glukosa dari darah ke dalam jaringan terhambat sehingga kadar glukosa darah menjadi tinggi (Rohdiana 2009).

Data pengukuran insulin menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi insulin pada tikus diabetes yang mendapat perlakuan teh hitam + TDM pada hari ke-16 pengamatan dibandingkan dengan hari ke-8 pengamatan, sedangkan pada perlakuan lainnya terjadi peningkatan konsentrasi insulin (Gambar 2).

Data pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tikus yang diberi teh hijau mengalami peningkatan lebih tinggi, yaitu sebesar 2,25

$\mu\text{mol/ml}$ pada pengamatan hari ke-16 dibandingkan dengan pengamatan hari ke-8. Hal ini diduga, teh hijau dapat meningkatkan sekresi insulin dari sel β pankreas yang sehat, sehingga konsentrasi insulin di darah meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Bryans *et al.* (2007) yang menunjukkan bahwa

konsumsi teh mengakibatkan peningkatan konsentrasi insulin dibandingkan dengan kontrol dan minuman berkafein pada menit ke-90 ($p < 0,01$) dan dibandingkan dengan minuman berkafein saja pada menit ke-150 ($p < 0,01$). Stote & Baer (2008) menyatakan bahwa EGCG dapat mencegah kerusakan hati, ginjal dan sel β pankreas.



Gambar 16 Kadar insulin serum darah tikus

Ket : Kontrol normal = tidak diinduksi aloksan dan tanpa cekok teh

Kontrol negatif = diinduksi aloksan dan tanpa cekok teh

Teh hitam = diinduksi aloksan dan cekok teh hitam 1 ml/ 100 g BB

Teh hijau = diinduksi aloksan dan cekok teh 1 hijau ml/ 100 g BB

Teh daun murbei = diinduksi aloksan dan cekok teh daun murbei 1 ml/ 100 g BB

Teh hitam + TDM = diinduksi aloksan dan cekok teh teh hitam + TDM 1 ml/ 100 g BB

Teh hijau + TDM = diinduksi aloksan dan cekok teh teh hijau + TDM 1 ml/ 100 g BB

Kadar insulin pada tikus yang diberi teh hijau paling rendah dibandingkan dengan kadar insulin perlakuan lainnya, tetapi hasil analisis kadar glukosa darah menunjukkan perlakuan teh

hijau paling tinggi dalam menurunkan kadar glukosa darah. Hal ini diduga teh hijau bertindak sebagai "*insulin like* atau insulin *mimicking*". Studi yang dilakukan oleh Waltner-Lat *et al.* (2002) menunjukkan bukti *in vitro* bahwa EGCG menurunkan produksi glukosa dari H4IIE sel hepatoma tikus. Pada penelitian ini diperlihatkan bahwa EGCG menyerupai insulin yaitu meningkatkan fosforilasi tirosin dari reseptor insulin dan substrat reseptor insulin dan mengurangi ekspresi gen dari enzim glukonegenik PEPCK (*phosphoenolpyruvate carboxykinase*). Jika efek ini relevan untuk pengamatan *in vivo*, maka EGCG memiliki potensi untuk digunakan sebagai antidiabetes

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dari jenis teh dan waktu pengamatan terhadap kadar insulin. Berdasarkan penelitian Anderson & Polansky (2002) teh dapat meningkatkan aktivitas insulin > 15 kali pada sel lemak *epididymal* secara *in vitro*. Teh hijau, teh oolong maupun teh hitam

mampu meningkatkan aktivitas insulin. Hal ini terlihat dari tingginya rasio aktivitas insulin ketiga jenis teh tersebut. Berdasarkan kromatograf teh hijau, rasio aktivitas insulin tertinggi adalah pada fraksi menit 20-23, yang merupakan efek langsung dari *epicatechin* (EC) dan *epigallocatechin gallate* (EGCG). Hasil analisa menunjukkan EGCG memiliki rasio aktivitas insulin paling tinggi yaitu 17,5, sedangkan theaflavin hanya 2,4. Stote & Baer (2008) juga menyatakan bahwa konsumsi teh dapat mempengaruhi metabolisme glukosa dan signal insulin.

Mekanisme aktivitas antidiabet pada teh hitam dan teh hijau pada hewan percobaan dapat berupa preventif dan kuratif. Pada hewan yang diinduksi dengan STZ/Aloksan ada banyak sel β yang bertahan (tidak rusak) hal ini karena efek dari teh dalam regenerasi sel. Ekstrak teh juga memperlihatkan dapat melindungi sel β dari efek toksik STZ. Polifenol teh juga menghambat enzim α -amilase, yaitu enzim pencernaan yang bekerja pada pemecahan pati di saliva (Anderson & Polansky 2002).

SIMPULAN

1. Hasil analisis HbA1c juga menunjukkan pemberian seduhan teh hijau dapat

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Publisher Washington D.C. USA.
- Ama NR. 2009. *Efek Hipoglikemik Ekstrak Daun Murbei (Morus multicaulis) terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus DM*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Andayani Y. 2003. *Mekanisme Aktivitas Antihiperlikemik Ekstrak Buncis (Phaseolus vulgaris Linn) Pada Tikus Diabetes dan Identifikasi Komponen*

menurunkan kadar HbA1c pada batas normal bawah pada hari ke-8 pengamatan.

2. Hasil analisis kadar insulin menunjukkan pemberian seduhan teh hijau peningkatan lebih tinggi yaitu sebesar 2,25 $\mu\text{mol/ml}$ pada hari ke-16 dibandingkan dengan hari ke-8.
3. Berdasarkan analisis kedua parameter, maka disimpulkan bahwa teh hijau lebih efektif dibandingkan dengan jenis teh lainnya.
4. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian seduhan teh tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada kadar HbA1c dan kadar insulin serum darah.

SARAN

1. Hasil uji *in vivo* menunjukkan bahwa pengaruh pemberian seduhan teh secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara klinis terhadap manusia.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang isolasi jenis-jenis senyawa kimia yang terdapat dalam ekstrak daun murbei, khususnya senyawa 1-*deoxinojirimycin* (DNJ) yang terkandung dalam tanaman murbei.

Aktif. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Anderson RA & Polansky MM. 2002. Tea enhances insulin activity. *J. Agric Food Chem.* 50:p7182-7186.

Anonim. 2008. Kontrol HbA1C penderita kencing manis – diabetes. <http://indodiabetes.com/kontrol-hba1c-penderita-diabetes.html>. 29 Maret 2009

Bambang K. 2006. Prospek Teh Indonesia sebagai Minuman Fungsional. Pusat Penelitian Teh dan Kina Gunggung. <http://>

- www.ipard.com/art_perkebun/Aug02-06_kb.asp 22 April 2009.
- Bryans JA, Patricia AJ, Peter RE, 2007. The effect of consuming instant black tea on postprandial plasma glucose and insulin concentrations in healthy humans. *Journal of the American College of Nutrition*. 26:5:471-477.
- Cameron AR, Siobhan A, Laura M, Nicola PH, Saurabh D, Gordon JM, Derek S, Graham R, 2008. Black tea polyphenols mimic insulin/insulin-like growth factor-1 signalling to the longevity factor FOXO1a. *Aging Cell* 7;69-77.
- Damayanthi E., Efendi R., Kustiyah Y., Kusumorini N. 2008. Control of blood glucose level by green tea or mulberry leaf tea on diabetic rat. Prosiding Investing in Food Quality, Safety and Nutrition. Bogor. SEAFAS-IPB.
- [Dirjen Bina Kesmas Depkes RI] Direktorat Jendral Bina Kesehatan Masyarakat Departemen Kesehatan RI. 2003. Peran Diet dalam Penanggulangan Diabetes. [Makalah Seminar Pekan Diabetes] tanggal 25-27 Maret di Depkes RI. Jakarta.
- Gomes A, Vedasiromi JR, Das M, Sharma RM, Ganguly DK. 1994. Anti-hyperglycemic effect of black tea (*Camellia sinensis*) in rat. *Journal of Ethnopharmacology*. 45:p223-226.
- Kusnandar S. 1983. *Pemeriksaan Laboratorium pada Penderita Diabetes Melitus*. Cermin Dunia Kedokteran No. 30 Hal. 25-27.
- Maeda K, Hasegawa T, Murabayashi K, Fukuyama A, Ohya M. 2005. Effects of long-term oral administration of green tea cultivated in different districts in Japan on body weight, blood lipid and glucose levels on db/db mice. *J Food Biochem*. 29:295-304.
- Ristanti EY, Lestariana W, Lestari LA. 2009. Swamedikasi diabetes mellitus dengan daun ceplikan (*Ruellia tuberosa* L) : kajian kemanfaatan pada profil lipid serum secara praklinik. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*. 5:3;128-132.
- Rohdiana D. 2009. *Teh ini Menyehatkan*. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Song EK, Hur H, Han MK. 2003. Epigallocatechin gallate prevents autoimmune diabetes induced by multiple low doses of streptozotocin in mice. *Arch Pharm Res*. 26:7, 559-563, 2003
- Stote KS & DJ Baer. 2008. Tea consumption may improve biomarkers of insulin sensitivity and risk factors for diabetes. *J Nutr*. 138:1584S-1588S.
- Suryaatmadja M. 1983. *Hemoglobin Glikosilat : Tolok Ukur Baru untuk Diabetes Melitus*. Cermin Dunia Kedokteran No. 30, Hal 23-24.
- Wang C & Li Y. 2006. Research progress on property and application of theaflavins [review]. *African Journal of Biotechnology*. 5:p213-218.