



**PENGARUH PEMBERIAN TEH DAUN KELOR
(*Moringa oleifera*) SETELAH DAN SEBELUM TERHADAP
GLUKOSA DARAH *POST-PANDRIAL* DEWASA SEHAT**

NOVI LUTHFIANA PUTRI



**DEPARTEMEN GIZI MASYARAKAT
FAKULTAS EKOLOGI MANUSIA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2014

Novi Luthfiana Putri
NIM I14100150

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ABSTRAK

NOVI LUTHFIANA PUTRI. Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat. Dibimbing oleh EVY DAMAYANTHI.

Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh pemberian minuman teh daun kelor (*Moringa oleifera*) setelah dan sebelum terhadap glukosa darah *post-pandrial* dewasa sehat. Penelitian pendahuluan merupakan optimasi minuman teh daun kelor, meliputi tahap penyeduhan teh daun kelor, uji hedonik, dan analisis kadar EGCG minuman teh daun kelor. Penelitian utama merupakan uji klinis yang melibatkan 10 subjek dewasa sehat dan dipilih berdasarkan kriteria inklusi. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa teh daun kelor yang paling disukai panelis merupakan seduhan 3 gram daun kelor kering dalam 200 ml dan mengandung EGCG (*epigallocatechin-3-gallate*) sebesar 114.37 mg. Terdapat dua perlakuan, yaitu minum teh setelah glukosa (P1) dan minum teh sebelum glukosa (P2). Hasil uji klinis menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata pada luas *Area Under Curve* (AUC) kontrol dengan P1 ($p>0.05$). Terdapat perbedaan yang nyata antara luas AUC kelompok kontrol dengan P2 ($p<0.05$). Hasil uji lanjut menunjukkan *glucose score* kelompok P1 tidak berbeda nyata namun lebih rendah dibandingkan dengan kontrol ($p>0.05$). Kelompok P2 berbeda nyata dan lebih rendah dibandingkan dengan *glucose score* kontrol ($p<0.05$).

Kata kunci: EGCG, glukosa darah, teh daun kelor, sebelum, setelah

ABSTRACT

NOVI LUTHFIANA PUTRI. Effects of Moringa Leaves Tea (*Moringa oleifera*) Before and After on Post-pandrial Blood Glucose in Healthy Adults. Supervised by EVY DAMAYANTHI.

The aim of this research was to study the effect of Moringa oleifera tea leaves before and after on post-pandrial blood glucose in healthy adults. The preliminary study was the optimization of Moringa leaves tea drinks, including Moringa leaves tea brewing stage, hedonic test, and analysis of EGCG content. The main study was a clinical trial involving 10 healthy adult subjects selected based on inclusion criteria. There were two treatments, drinks tea after glucose (P1) and drinks tea before glucose (P2). Preliminary observations showed that the most acceptable Moringa tea was from 3 grams of dried Moringa leaves brewed in 200 ml and contained EGCG (epigallocatechin-3-gallate) 114.37mg. The results of clinical trials showed there was no significant difference between Area Under Curve (AUC) control and P1 treatment ($p>0.05$). There was a significant difference between the AUC control and P2 treatment ($p<0.05$). There was no significant difference between glucose score control P1 treatment ($p>0.05$). There was a significant difference between glucose score control and P2 treatment ($p<0.05$).

Keywords: after, before, blood glucose, EGCG, *Moringa oleifera* tea



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



**PENGARUH PEMBERIAN TEH DAUN KELOR
(*Moringa oleifera*) SETELAH DAN SEBELUM TERHADAP
GLUKOSA DARAH *POST-PANDRIAL* DEWASA SEHAT**

NOVI LUTHFIANA PUTRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Gizi
dari Program Studi Ilmu Gizi pada
Departemen Gizi Masyarakat

**DEPARTEMEN GIZI MASYARAKAT
FAKULTAS EKOLOGI MANUSIA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat

Nama : Novi Luthfiana Putri
NIM : I14100150

Disetujui oleh

Prof Dr Ir Evy Damayanthi, MS
Dosen Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Rimbawan
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

- Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji syukur penulis sampaikan kehadirat Allah Subhanahu wata'ala atas limpahan rahmat, hidayah, dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada suri tauladan kita Rasulullah Shalallahu 'Alaihi Wasalam beserta keluarganya dan para sahabatnya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih teriring doa kepada semua pihak yang dengan keikhlasan telah banyak membantu penulis selama proses pendidikan, perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini. Terima kasih kepada Ibu Prof Dr Ir Evy Damayanthi, MS selaku pembimbing atas segala ilmu, arahan, masukan, perbaikan, serta motivasi yang selama ini diberikan, serta Ibu dr. Karina Rahmadia Ekawidyani, MSc yang telah banyak memberi bantuan saat studi klinis. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Mashudi yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Abah (alm M. Sjuhud), Umik (Inti Ma'iyah), Mbak Rina, dan Mbak Yuni serta seluruh keluarga, atas segala doa, kasih sayang dan didikan yang tiada henti serta jerih payah, usaha, kesabaran, dan pengorbanan yang tak terbalaskan. Terima kasih kepada responden studi klinis ini atas partisipasi aktif serta dedikasinya untuk perkembangan *human nutrition science*. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para sahabat dan kerabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu, semoga Allah membalas kebaikan mereka semua dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Bogor, Desember 2014

Novi Luthfiana Putri

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------|-----|
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| PENDAHULUAN | 1 |
| Latar Belakang | 1 |
| Perumusan Masalah | 2 |
| Tujuan Penelitian | 2 |
| Manfaat Penelitian | 2 |
| METODE PENELITIAN | 3 |
| Waktu dan Tempat | 3 |
| Alat dan Bahan | 3 |
| Metode | 3 |
| Pengolahan dan Analisis Data | 8 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 10 |
| Tahap Penelitian Persiapan | 10 |
| Tahap Penelitian Klinis | 11 |
| SIMPULAN DAN SARAN | 22 |
| Simpulan | 22 |
| Saran | 23 |
| DAFTAR PUSTAKA | 23 |
| LAMPIRAN | |
| RIWAYAT HIDUP | |

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 1 Sebaran subjek berdasarkan karakteristiknya | 12 |
| 2 Kadar glukosa darah post-prandial dewasa sehat pada kelompok kontrol | 13 |
| 3 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P1 | 16 |
| 4 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P2 | 17 |
| 5 <i>Area under curve</i> (AUC) | 18 |
| 6 <i>Glucose score</i> | 19 |
| 7 Data glukosa darah kontrol | 28 |
| 8 Data glukosa darah P1 | 28 |
| 9 Data glukosa darah P2 | 29 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 1 Cara pembuatan minuman teh daun kelor | 4 |
| 2 Prosedur analisis kadar EGCG di dalam minuman teh (<i>National</i>) | 5 |
| 3 Tahap pengambilan darah | 7 |
| 4 Tahapan penelitian | 9 |
| 5 Hasil uji hedonik minuman teh daun kelor | 11 |
| 6 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal kelompok kontrol | 13 |
| 7 Transpor glukosa di epitel usus | 14 |
| 8 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P1 | 16 |
| 9 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P2 | 17 |
| 10 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada ketiga | 18 |
| 11 Grafik luas AUC | 19 |
| 12 Grafik <i>glucose score</i> | 20 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| 1 <i>Ethical clearance</i> | 27 |
| 2 Data glukosa darah | 28 |
| 3 Contoh perhitungan luas AUC dengan menggunakan <i>trapezoid rules</i> | 29 |
| 4 <i>Informed consent</i> | 30 |

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyakit tidak menular merupakan salah satu masalah kesehatan dunia dengan prevalensi yang terus meningkat setiap tahunnya. Penyakit kronis seperti obesitas, penyakit kardiovaskuler, hipertensi, stroke, dan diabetes melitus dapat disebabkan oleh perubahan pola makan yang tinggi kalori dan lemak serta gaya hidup yang tidak sehat dengan aktivitas fisik yang rendah (Morewitz 2006). Angka prevalensi dari penyakit kronis tersebut menunjukkan peningkatan yang sangat mengkhawatirkan dengan prediksi peningkatan sebesar 57% hingga tahun 2020 (WHO Technical Report Series 2003). Hal tersebut tidak hanya terjadi di negara yang sudah maju, tetapi juga di negara yang sedang berkembang.

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menjadi perhatian kesehatan masyarakat di dunia. WHO telah memprediksi angka prevalensi penyakit diabetes melitus di negara berkembang akan meningkat sebesar dua setengah kali dari 84 juta di tahun 1995 menjadi 228 juta di tahun 2025 (Aboderin *et al.* 2001). Seiring meningkatnya prevalensi penyakit kronis, khususnya diabetes melitus, maka semakin banyak pula upaya yang dilakukan untuk menurunkan prevalensi tersebut, baik dari segi kuratif seperti obat-obatan maupun dari segi preventif yaitu dengan pengaturan diet dan sumber pangan (Eckel *et al.* 2005). Berkaitan dengan aspek kesehatan, pengontrolan kadar glukosa darah pada kondisi normal merupakan salah satu indikator utama dalam memonitor fungsi normal metabolisme tubuh untuk mencegah terjadinya komplikasi penyakit kronis seperti diabetes mellitus (Gropper *et al.* 2009). Salah satu contoh bahan pangan yang memiliki sifat fungsional untuk mengontrol glukosa darah adalah daun kelor (*Moringa oleifera*).

Kelor merupakan tanaman tropis yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia, India, dan daerah-daerah tropis lainnya. Tingginya kandungan gizi dan banyaknya manfaat dari kelor (*Moringa oleifera*) menjadikan kelor dijuluki sebagai “*Mother’s Best Friend*”, “*Tree for Life*”, “*Never Die Tree*”, dan “*Miracle Tree*” (Marcu 2005). Daun kelor merupakan salah satu bagian dari tanaman kelor yang telah banyak diteliti kandungan gizi dan kegunaannya. Daun kelor mengandung zat gizi yang tinggi yaitu beta karoten, vitamin C, protein, besi dan potasium. Daun kelor mengandung berbagai macam antioksidan dan komponen bioaktif yang bersifat anti-diabetik seperti zat polifenol (Anwar *et al.* 2007). Daun kelor kering dapat diseduh dengan air mendidih dan diminum sebagai teh.

Studi manfaat teh daun kelor pada subjek manusia telah dilakukan untuk mengetahui efek anti hiperglikemik. Penelitian Howel dan Ples (2009) melakukan intervensi kepada 30 responden normal dan 13 responden hiperglikemia menggunakan glukosa darah puasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa level glukosa darah pada responden normal tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada 2 jam setelah mengonsumsi teh daun kelor, sedangkan pada responden hiperglikemia, level glukosa darah menurun secara signifikan pada 2 jam setelah mengonsumsi teh daun kelor. Rata-rata penurunan glukosa darah pada responden hiperglikemia sebesar 28.15 mg/dl. Hal ini membuktikan bahwa daun

kelor dapat dikonsumsi sebagai teh dan dapat mengatur glukosa darah puasa pada orang hiperglikemia. Penelitian tersebut belum dapat membuktikan glukosa darah *post-prandial* responden karena yang digunakan pada penelitian dibatasi pada glukosa darah puasa.

Berdasarkan berbagai studi yang telah dilakukan, kandungan polifenol terutama *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG) memiliki peran utama terhadap sifat anti-diabetik pada daun kelor. Mekanisme kerja EGCG sangat tergantung dengan bioavailabilitasnya yang ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya adalah faktor waktu konsumsi, yaitu sesudah atau sebelum makan. Bertolak dari hal tersebut di atas, maka studi mengenai respon glukosa darah *post-prandial* pada dewasa normal dengan perlakuan waktu pemberian minuman teh daun kelor menjadi menarik untuk diteliti lebih lanjut sehingga diperoleh data komprehensif yang nantinya dapat dijadikan sebagai dasar studi lanjut salah satu alternatif terapi pelengkap penyandang diabetes melitus.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan pokok-pokok permasalahan yang akan menjadi fokus penelitian adalah mempelajari pengaruh pemberian minuman teh daun kelor setelah dan sebelum makan terhadap respon glukosa darah *post-prandial* pada dewasa normal.

Tujuan Penelitian

Tujuan umum :

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon glukosa darah *post-prandial* pada dewasa normal dengan pemberian minuman teh daun kelor sebelum dan pemberian glukosa.

Tujuan khusus:

1. Mengetahui cara pembuatan teh daun kelor dari bahan segar hingga daun kelor kering siap seduh,
2. Mengetahui perbandingan berat teh daun kelor kering dengan jumlah air yang dapat diterima panelis melalui uji hedonik,
3. Menganalisis kandungan EGCG pada minuman teh daun kelor terpilih,
4. Menghitung dan menganalisis luas *Area Under Curve* (AUC) serta *glucose score* dari kelompok kontrol (tanpa pemberian minuman teh daun kelor), dan kelompok dengan pemberian minuman teh daun kelor pada waktu setelah dan sebelum pemberian glukosa.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat mengenai waktu yang tepat untuk mengonsumsi teh daun kelor dalam mengontrol level glukosa darah *post-prandial* pada dewasa normal. Dengan demikian hasilnya dapat dijadikan referensi asupan diet dalam jangka pendek untuk mencegah hiperglikemia dan dalam jangka panjang untuk menurunkan risiko terhadap timbulnya penyakit kronis, khususnya DM tipe 2.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian pengaruh pemberian teh daun kelor (*Moringa oleifera*) setelah dan sebelum terhadap glukosa darah *post-pandrial* dewasa sehat dilaksanakan dalam dua tahap (tahap persiapan dan tahap uji klinis) pada bulan Mei-September 2014. Penelitian tahap persiapan dilaksanakan di Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) di Blora, Jawa Tengah, Laboratorium Organoleptik Departemen Gizi Masyarakat, dan di Saraswanti Indo Tech (SIG), Bogor. Penelitian tahap uji klinis dilaksanakan di Klinik Gizi Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Indonesia. Penelitian ini telah direview oleh tim Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dan Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo dengan dikeluarkannya *Ethical Approval* atau *Ethical Clearance* No. 485/H2.F1/ETIK/ 2014 yang diterbitkan di Jakarta pada tanggal 21 Juli 2014.

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah teh daun kelor yang diperoleh dan diproses di Pusat Informasi dan Pengembangan Tanaman Kelor di Blora, Jawa Tengah. Bahan pereaksi kimia yang digunakan untuk analisis EGCG teh daun kelor terdiri dari air bebas ion, standar EGCG, larutan H_3PO_4 0,1%. Alat yang digunakan untuk analisis EGCG teh daun kelor adalah timbangan elektronik, timbangan mikro *Mettler*, labu takar 25 ml, corong biasa pipet, *Millex HA* 0,45 μm , *rotavapor*, *strirrer*, *sonicator*, kolom *MetaChem Polaris™ Amide C18-5 μm -4.6x250 mm*, *HPLC UV-Vis Waters*. Bahan dan alat yang digunakan untuk analisis glukosa darah adalah *D(+)-glucose anhydrous-Charge/Lot K40684937029- Series1.08337.5000- Merck KgaA- Darmstadt – GERMANY*, *GlucDr™ Blood Glucose Test Meter AGM-2100*, *GlucDr™ Blood Glucose Test Strip code 8 Lot G14D04208*, *disposable blood lancets General Care Lot 14111*.

Metode

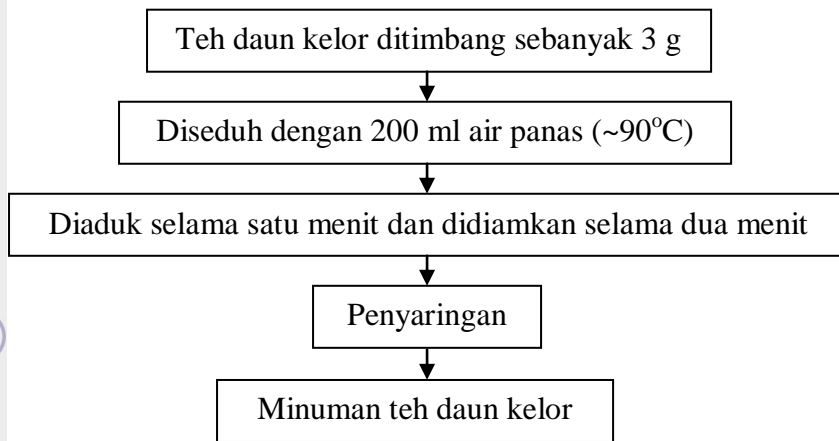
Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yaitu tahap penelitian persiapan dan tahap penelitian uji klinis.

A. Tahap penelitian persiapan

Penelitian persiapan terdiri dari 3 tahap, yaitu tahap penyeduhan teh daun kelor, uji hedonik, dan analisis kadar EGCG minuman teh daun kelor.

1. Metode penyeduhan teh daun kelor

Mula-mula dilakukan penetapan metode cara pembuatan minuman teh daun kelor yang merupakan modifikasi dari penelitian Komes *et al.* (2010) dan Venditti *et al.* (2010), yaitu metode penyeduhan teh daun kelor dengan hasil perolehan EGCG yang maksimal.



Gambar 1 Cara pembuatan minuman teh daun kelor

2. Uji hedonik minuman teh daun kelor

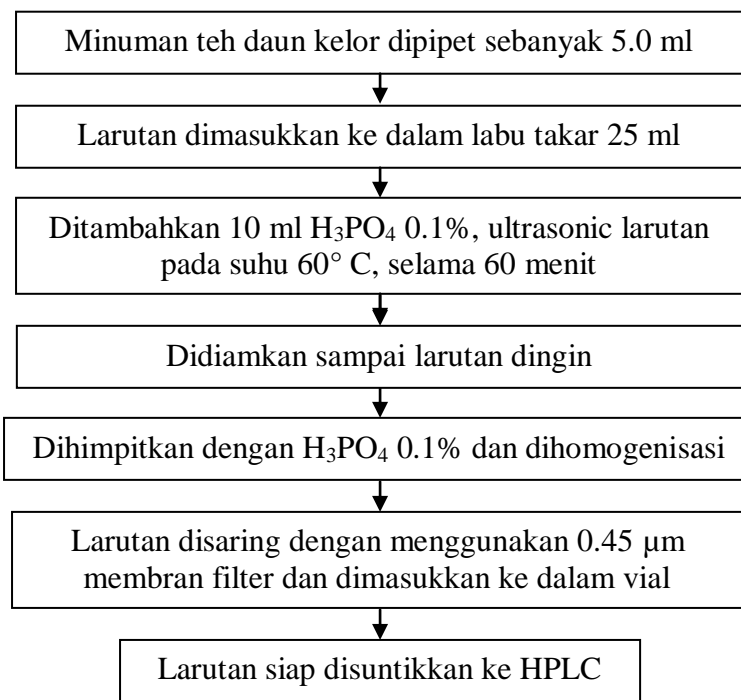
Formula minuman teh daun kelor dibuat berdasarkan berat daun teh kelor kering yang diseduh pada 200 ml air panas. Terdapat 3 formula, yaitu 3 gram, 5 gram, dan 7 gram teh daun kelor kering. Penentuan batas bawah formula didasarkan pada kebiasaan penggunaan daun teh *Camelia sinensis* untuk penyeduhan minuman teh sebanyak 3 gram, sedangkan batas atas formula didasarkan pada uji *threshold* dengan panelis terbatas sejumlah 5 orang. Uji hedonik dilakukan terhadap 30 orang panelis semi terlatih menggunakan metode skala garis dengan skala 1 sampai 5 (sangat tidak suka sampai dengan sangat suka). Angka yang semakin besar menunjukkan peningkatan kesukaan panelis terhadap produk tersebut.

Atribut yang dinilai pada uji hedonik adalah warna, kepekatan, kejernihan, *flavour*, bau, kesepatan (*pungency*), rasa secara keseluruhan minuman teh daun kelor. Formula terbaik ditentukan berdasarkan hasil rata-rata uji hedonik tertinggi yaitu dengan melihat persentase penerimaan setiap formula. Formula terpilih inilah yang akan digunakan pada penelitian selanjutnya yaitu uji klinis.

3. Analisis kadar EGCG pada minuman teh daun kelor

Tahap selanjutnya adalah analisis kadar EGCG pada formula minuman teh daun kelor terpilih di tahap uji hedonik yang dilakukan sebelumnya. Metode yang digunakan untuk menganalisis kadar EGCG pada minuman teh daun kelor adalah HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dengan proses ekstraksi (*liquid extraction*) untuk mengekstrak EGCG yang terdapat dalam minuman teh daun kelor. Analisis EGCG ini menggunakan duplo. Data yang didapat kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai kandungan EGCG dalam minuman teh daun kelor terpilih. Tahapan tersebut ditunjukkan pada bagan berikut.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 2 Prosedur analisis kadar EGCG di dalam minuman teh (*National Science Foundation, USA*)

B. Tahap penelitian utama (uji klinis)

Tahap penelitian klinis bertujuan untuk mengetahui respon glukosa darah *post-prandial* pada dewasa sehat dengan pemberian minuman teh daun kelor setelah dan sebelum makan. Tahap penelitian klinis terdiri dari empat sub tahap yaitu:

1. Penentuan jumlah subjek yang akan dilibatkan dalam penelitian

Populasi target adalah mahasiswa Institut Pertanian Bogor yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. Kriteria inklusi diberlakukan bagi subjek penelitian sehingga hasil dari pengukuran glukosa darah subjek benar-benar valid dan tidak terpengaruh oleh faktor-faktor luar selain dari intervensi yang diberikan yang menyebabkan fluktuasi dari kandungan glukosa darah. Kriteria subjek adalah:

- a. Individu sehat dengan IMT 18.5-23 kg/m² (WHO Expert Consultation 2004);
- b. Berusia antara 20-35 tahun (Shephard 1998);
- c. Tidak menderita diabetes melitus ditandai dengan glukosa darah puasa kurang dari 126 mg/dl, glukosa darah *post-prandial* kurang dari 200 mg/dl, dan kurva respon glukosa darah *post-prandial* normal (Lee 2009);
- d. Tidak memiliki riwayat keturunan diabetes melitus (Lee 2009);
- e. Tidak merokok (Lee 2009);
- f. Tidak sedang hamil atau menyusui (Lee 2009);
- g. Tidak mengonsumsi alkohol (Lee 2009);
- h. Tidak sedang mengonsumsi obat-obatan (Lee 2009);
- i. Aktivitas fisik sedang (Lee 2009);
- j. Tidak mengalami tekanan psikis atau stres (Radahmadi *et al.* 2006).

Apabila individu memenuhi kriteria inklusi dan bersedia menandatangani *Informed Consent*, maka individu tersebut ditetapkan sebagai subjek penelitian.

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK.03.1.23.12.11.09909 Tahun 2011 tentang Pengawasan Klaim dalam Label dan Iklan Pangan Olahan bagian Metode Standar Penentuan Indeks Glikemik Pangan yaitu diperlukan sampel sebanyak 10 orang.

2. Intervensi minuman teh daun kelor sesuai waktu pemberian

Perlakuan dalam penelitian ini adalah cara pemberian minuman teh daun kelor, yaitu: kontrol (glukosa tanpa pemberian teh), pemberian minuman teh setelah glukosa (P1), dan pemberian minuman teh sebelum glukosa (P2). Pada kelompok kontrol, subjek diberikan intervensi 50 g glukosa murni (*anhydrous D-glucose*) yang dilarutkan pada 200 ml air mineral (Brouns *et al* 2005). Pada perlakuan teh setelah, subjek diberi glukosa murni dalam 200 ml air mineral dan setelah 15 menit, subjek diberi minuman teh daun kelor dalam 200 ml. Perlakuan ini didasarkan pada saat kenaikan glukosa darah dimulai, yaitu 15 menit setelah minum glukosa murni.

Pada perlakuan teh sebelum, subjek diberi minuman teh daun kelor sebanyak 200 ml dan selang satu jam kemudian, subjek diberi glukosa murni dalam 200 ml air mineral. Perlakuan minum teh satu jam sebelum glukosa didasarkan pada bioavailabilitas EGCG di plasma darah yang mencapai puncak pada satu hingga dua jam pasca mengonsumsi teh daun kelor (Mereles dan Hunstein 2011). Sebelum mendapatkan intervensi, subjek dipuaskan selama 10 jam sebelumnya dengan makan terakhir pukul 23.00 pada hari sebelum pengambilan darah (ADA 2001). Selama waktu puasa, subjek tidak diperkenankan mengonsumsi jenis makanan apapun kecuali air minum. Pada pagi hari subjek dikumpulkan di Klinik Gizi, kemudian intervensi dilakukan pada pukul 08.00 pagi. Jeda antar intervensi (*wash-out*) minimal dua hari.

3. Pengukuran kadar glukosa darah

Tujuan dari pengambilan sampel darah adalah untuk mengetahui kadar glukosa darah subjek ketika diberikan perlakuan. Prosedur yang digunakan dalam pengukuran glukosa darah yaitu berdasarkan prosedur pengukuran indeks glikemik (Brouns *et al* 2005). Pengukuran kadar glukosa darah ini terdiri dari dua bagian, yaitu persiapan sebelum pengambilan darah dan pada saat pengambilan darah.

Berikut merupakan poin penting persiapan sebelum pengambilan darah:

- Ruangan dipastikan pada suhu ruangan yang sejuk dengan dilengkapi oleh AC pada suhu maksimal 20°C. Hal ini untuk menjaga kestabilan plasma darah yang akan diuji pada alat uji glukometer (Reinauer *et al.* 2002).
- Subjek diharuskan dalam kondisi rileks selama 5 menit sebelum pengambilan darah.
- Subjek disarankan untuk menggunakan jari tangan tengah atau jari tangan yang menurut subjek tidak terasa dingin. Hal ini untuk menghindari terjadinya hematoma.
- Subjek disarankan untuk memosisikan lengan tangan rileks menggantung ke samping selama beberapa saat untuk melancarkan aliran darah.
- Lancet* yang digunakan hanya sekali pakai untuk satu kali pengambilan darah (*disposable*).

Berikut merupakan tahapan pada saat pengambilan darah:

- a. Sebelum mendapat perlakuan intervensi, subjek diambil darahnya untuk mengetahui glukosa darah menit ke-0.
- b. Kemudian subjek diberi intervensi sesuai dengan perlakuan minuman teh daun kelor yang harus diminum dan dihabiskan dalam waktu lima menit (Brouns *et al* 2005).
- c. Selama 120 menit pasca pemberian perlakuan, sampel darah sebanyak 2 dl diambil dengan menggunakan *finger-prick capillary blood samples method*— dengan berturut-turut diambil pada menit ke 15, 30,45, 60, 90, dan 120.
- d. Tahapan yang dilakukan saat mengambil darah adalah : 1) Strip glukosa dibuka dari kemasan; 2) Strip glukosa kemudian dipasangkan pada glukometer; 3) *Lancet* sekali pakai (*disposable*) dipasangkan pada *pen lancet*, kemudian ditusukkan secara otomatis ke jari subjek; 4) Tetesan darah ditempatkan pada sensor yang terdapat pada strip glukometer; 5) Dalam hitungan sekitar 11 detik, hasil dari pengukuran dapat terbaca pada layar glukometer. Tahapan ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Tahap pengambilan darah

4. Perhitungan luas kurva AUC (*area under curve*), dan perhitungan nilai *glucose score*

Data kadar glukosa darah yang didapatkan dari setiap individu kemudian diplotkan ke dalam grafik dengan menit pengukuran pada sumbu-x dan kadar glukosa darah pada sumbu-y. Setelah itu dilakukan perhitungan luas AUC untuk setiap individu pada masing-masing perlakuan. Luas AUC digunakan untuk mengetahui luasan di bawah kurva dari grafik respon glukosa darah. Metode yang digunakan untuk mengitung luas AUC adalah *Trapezoid Method* (Brouns *et al* 2005). Perhitungan luas AUC dengan menggunakan *Trapezoid Method* menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Luas AUC} = \sum_{t=0}^{t=120} \frac{a+b}{2} \times \ell$$

Keterangan:

a dan b = dua sisi sejajar, yaitu kadar glukosa darah antar dua periode pengukuran (mg/dl)

l = lebar, yaitu jarak periode pengukuran kadar glukosa darah (menit)

Nilai *glucose score* digunakan untuk mengetahui persen perbandingan antara nilai glukosa kelompok kontrol dengan kelompok yang diberikan intervensi (Louie *et al.* 2008). Perhitungan nilai *glucose score* dilakukan untuk setiap individu dengan cara membandingkan luas AUC kelompok intervensi dibandingkan dengan luas AUC kelompok kontrol yang kemudian dikalikan dengan angka 100. Penjabaran perhitungan nilai *glucose score* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\text{Nilai } glucose \text{ score} = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan:

A = luas AUC kelompok intervensi (mg/dl.menit)

B = luas AUC kelompok kontrol (mg/dl.menit)

Pengolahan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan variabel jenis waktu pemberian teh kelor, yaitu kontrol, teh setelah (P1), dan teh sebelum (P2). Model matematika dari rancangan percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada pemberian intervensi taraf ke-i, ulangan ke-j

μ = nilai rata-rata

α_i = pengaruh pemberian intervensi taraf ke-i

ε_{ij} = galat error dari pemberian intervensi taraf ke-i, dan ulangan ke-j

i = taraf intervensi, yaitu = kontrol, P1, dan P2

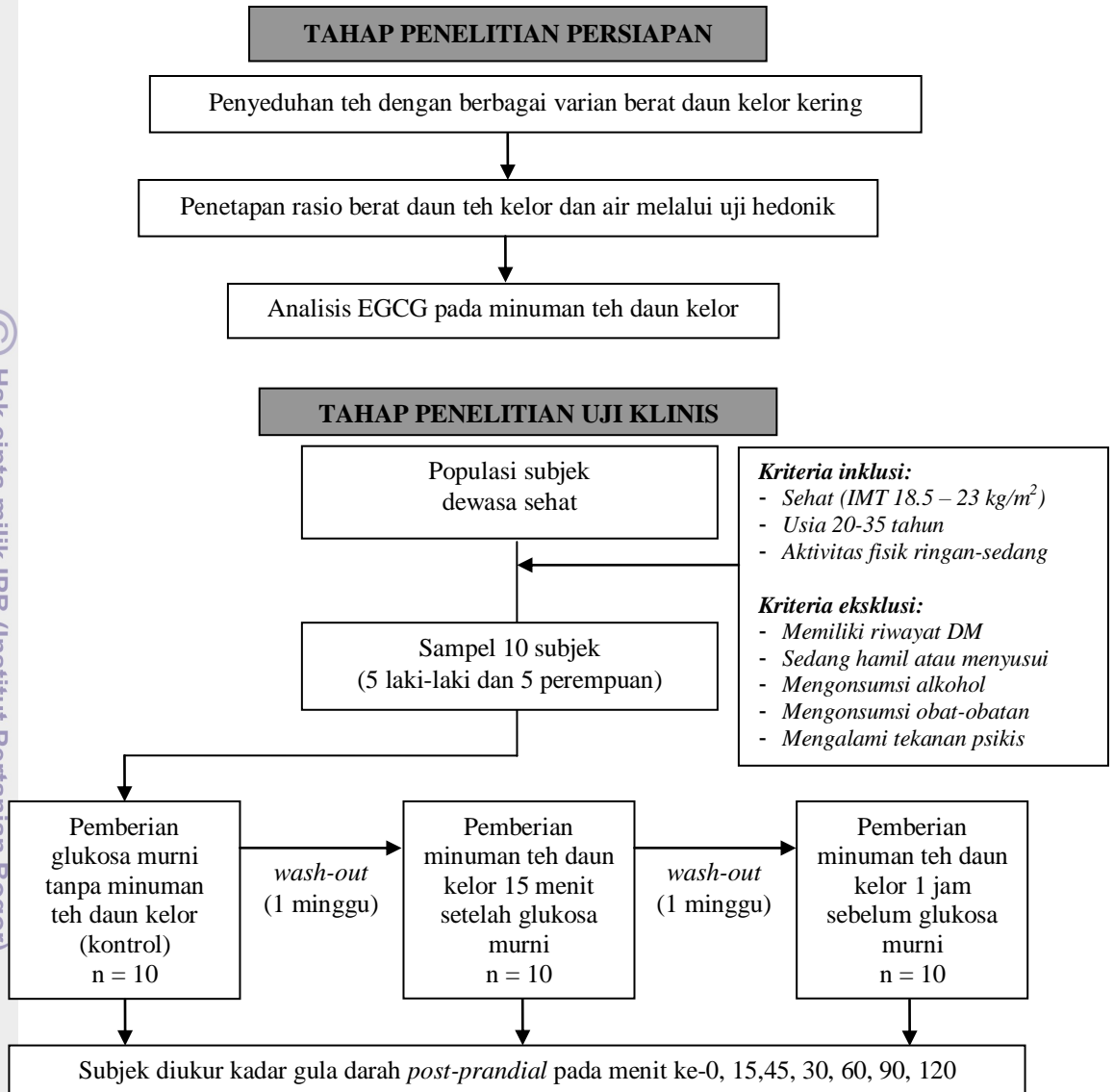
j = ulangan

Pengolahan data meliputi coding, *entry*, *editing*, dan *cleaning*. Data diolah dengan program *Microsoft excel* 2010 dan dianalisis menggunakan SPSS version 16.0 *for windows*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 4 Tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Penelitian Persiapan

Pembuatan Teh Daun Kelor

Teh daun kelor yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kebun *Moringa oleifera* milik Pusat Penelitian dan Pengembangan Kelor, Moringa Indonesia, Blora, Jawa Tengah. Prinsip pengolahan teh daun kelor merupakan modifikasi dari prosedur pengolahan teh hijau, yang melibatkan serangkaian proses fisik dan mekanis tanpa proses oksidasi enzimatis terhadap daun teh (PPTK 2008).

Prosedur pembuatan teh daun kelor dimulai dari daun kelor segar yang dipanen kurang dari 4 jam, disortasi dan dilakukan pelepasan daun dari gagang, kemudian dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Selanjutnya, dilakukan sortasi dan penirisan daun untuk menghilangkan bulir air pada daun. Tahap berikutnya adalah pengeringan yang dilakukan dalam ruang tertutup dengan suhu terkontrol antara 30-35⁰ C selama 3 hari hingga didapatkan daun teh kelor kering. Teh daun kelor kemudian dikemas dengan aluminium foil. Rendemen daun kelor adalah sekitar 10%, sehingga untuk mendapatkan 10 gram daun kelor kering, dibutuhkan sekitar 100 gram daun kelor basah.

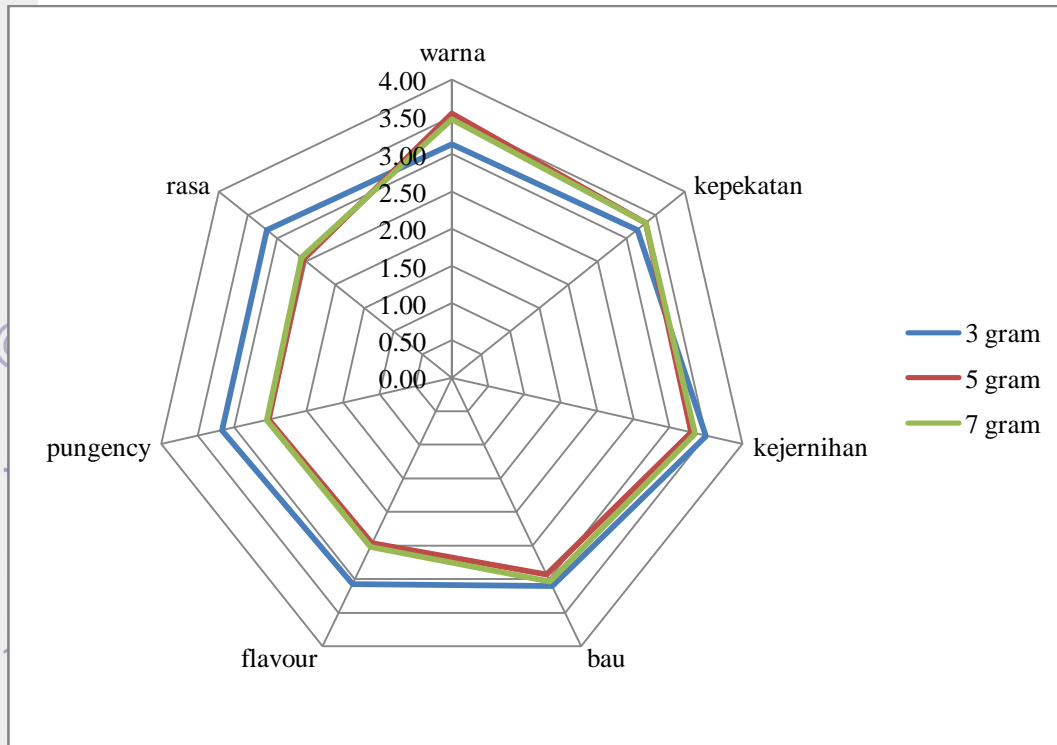
Uji Hedonik Minuman Teh Daun Kelor

Uji hedonik penting untuk dilakukan karena minuman teh daun kelor merupakan teh yang belum banyak dikonsumsi oleh masyarakat, sehingga perlu diketahui perbandingan terbaik antara berat daun kelor kering dengan air yang dapat diterima panelis. Panelis yang digunakan sebanyak 30 orang. Atribut yang dinilai pada uji hedonik ini berdasarkan standar mutu air seduhan teh hijau di Indonesia, meliputi warna, rasa, *pungency*, *flavour*, bau, kejernihan, dan kepekatan. Uji kesukaan terhadap warna harus diketahui karena warna merupakan salah satu syarat produk dapat diterima oleh konsumen. Rasa sangat menentukan tingkat kesukaan panelis terhadap bahan pangan. *Pungency* adalah atribut yang merepresentasikan air seduhan yang mempunyai rasa sepet, menggigit, segar tetapi tidak pahit dan merupakan atribut penting untuk menilai minuman teh. *Flavour* merupakan kombinasi antara rasa dan bau, teh *flavoury* berarti teh yang mempunyai rasa dan bau enak. Bau merupakan atribut yang mencakup bau khas teh dan adanya bau asing. Kejernihan dan kepekatan juga merupakan atribut yang penting digunakan untuk menilai air seduhan teh (PPTK 2008).

Minuman teh daun kelor yang diuji terdiri dari tiga formula, yaitu minuman teh daun kelor yang diseduh dari 3 gram, 5 gram, dan 7 gram daun kelor kering dalam 200 ml. Penentuan batas bawah formula didasarkan pada kebiasaan penggunaan daun teh *Camelia sinensis* untuk penyeduhan minuman teh, sedangkan batas atas formula didasarkan pada uji *threshold* dengan panelis terbatas yang berarti bahwa penyeduhan lebih dari 7 gram daun kelor dalam 200 ml air tidak dapat diterima oleh panelis. Data yang didapat dari uji hedonik diolah secara deskriptif dan disajikan dalam diagram di bawah ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 5 Hasil uji hedonik minuman teh daun kelor

Berdasarkan diagram di atas, formula yang paling disukai oleh panelis adalah teh daun kelor yang diseduh dari 3 gram daun kelor kering dalam 200 ml air dengan nilai rata-rata untuk atribut rasa sebesar 3.13, kepekatan 3.18, kejernihan 3.50, bau 3.10, *flavour* 3.07, *pungency* 3.17, dan rasa 3.18. Oleh karena itu, minuman teh daun kelor yang diseduh dari 3 gram daun kelor kering dalam 200 ml air digunakan pada tahap penelitian selanjutnya, yaitu analisis kandungan EGCG.

Analisis EGCG pada Minuman Teh Daun Kelor

Hasil analisis minuman teh daun kelor menunjukkan bahwa kandungan EGCG dari 3 g teh kering yang dilarutkan dengan 200 ml air dengan suhu 90°C yaitu 114.37 mg. Hasil analisis EGCG ini digunakan untuk menentukan dosis minuman teh daun kelor yang dapat memberi efek pada glukosa darah *post-pandrial*. Menurut Zanzer (2011), minuman teh hijau yang mengandung 100 mg dan 200 mg ECGC dapat memberikan efek *glucose score* yang lebih rendah secara nyata dibandingkan kelompok kontrol. Oleh karena itu, minuman teh daun kelor yang mengandung 114.37 mg EGCG dapat digunakan untuk tahap selanjutnya, yaitu uji klinis untuk mengetahui respon glukosa darah post-pandrial dengan perlakuan cara pemberian teh kelor.

Tahap Penelitian Klinis

Karakteristik Subjek

Karakteristik subjek penelitian yang diamati pada penelitian ini meliputi variabel jenis kelamin, usia, indeks masa tubuh, tekanan darah sistole, tekanan

darah diastole, denyut nadi, dan suhu tubuh. Semua subjek berpartisipasi dengan baik dalam penelitian ini, sehingga tidak ada subjek yang menyatakan *drop-out*.

Secara keseluruhan, rata-rata usia subjek yang berpartisipasi dalam penelitian ini yaitu 21.80 ± 0.42 tahun. Hal tersebut sesuai dengan kriteria inklusi untuk golongan usia normal yang berada pada *range* 20-35 tahun (Shephard 1998). Kemiripan usia menjadi salah satu faktor yang penting untuk menjaga validitas internal dari penelitian sehingga dengan usia pada kisaran yang tidak terlalu jauh diharapkan memiliki kemiripan dalam metabolisme secara umum walaupun tidak menutup kemungkinan metabolisme setiap individu berbeda dan sangat beragam.

Rata-rata indeks masa tubuh subjek yaitu $20.65 \pm 1.30 \text{ kg/m}^2$. Indeks masa tubuh tersebut termasuk dalam kriteria inklusi penelitian dan golongan normal untuk kategori populasi Asia yang berada pada kisaran $18.5-23.00 \text{ kg/m}^2$ (WHO 2004). Rataan keseluruhan tekanan darah sistole subjek yaitu $111.00 \pm 8.32 \text{ mmHg}$ dan tekanan darah diastole $65.20 \pm 4.54 \text{ mmHg}$. Tekanan darah (sistole/diastole) subjek tersebut termasuk dalam kelompok normal yaitu pada kisaran 90-130 mmHg untuk tekanan darah sistole dan pada kisaran 60-85 mmHg untuk tekanan darah diastole (USDHHS 2004).

Denyut nadi merupakan gelombang ritme hasil dari pergerakan darah pada saat kontraksi jantung yang dapat dirasakan atau dipalpasi pada arteri perifer. Denyut nadi diukur selama satu menit dengan menekan arteri superfisial terhadap tulang yang berada dibawahnya dengan menggunakan jari tangan (Stewart 2001). Rata-rata denyut nadi subjek dalam penelitian ini yaitu 78.50 ± 3.31 kali per menit. Denyut nadi tersebut termasuk dalam kisaran normal subjek dewasa sehat yaitu 60-100 kali per menit (Stewart 2001). Rata-rata suhu tubuh yaitu $36.94 \pm 0.18^\circ\text{C}$. Suhu tubuh tersebut termasuk dalam kisaran normal subjek dewasa sehat yaitu $36.6-38^\circ\text{C}$ (Stewart 2001). Data karakteristik subjek disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Sebaran subjek berdasarkan karakteristiknya

| Keterangan | Parameter | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | Usia (tahun) | IMT (kg/m^2) | TD sistole (mmHg) | TD diastole (mmHg) | Denyut nadi (per menit) | Suhu tubuh ($^\circ\text{C}$) |
| Subjek 1 | 22 | 19.96 | 111 | 64 | 70 | 37.2 |
| Subjek 2 | 22 | 22.79 | 112 | 64 | 60 | 37.1 |
| Subjek 3 | 22 | 19.04 | 117 | 72 | 78 | 36.8 |
| Subjek 4 | 22 | 20.87 | 129 | 73 | 78 | 36.7 |
| Subjek 5 | 22 | 20.67 | 101 | 60 | 76 | 37 |
| Subjek 6 | 21 | 19.28 | 109 | 62 | 71 | 37 |
| Subjek 7 | 22 | 21.56 | 108 | 61 | 70 | 36.7 |
| Subjek 8 | 22 | 22.49 | 101 | 63 | 76 | 36.8 |
| Subjek 9 | 21 | 20.44 | 116 | 69 | 71 | 37 |
| Subjek 10 | 22 | 19.47 | 106 | 64 | 78 | 37.1 |
| Rata-rata (mean±sd) | 21.8 ± 0.42 | 20.6 ± 1.30 | 111.0 ± 8.32 | 65.2 ± 4.54 | 72.80 ± 5.65 | 36.94 ± 0.18 |

Keterangan:

TD: Tekanan darah

Nilai normal IMT populasi Asia: $18.5-23.00 \text{ kg/m}^2$ (WHO 2004)

Nilai normal tekanan darah sistole: 90-130 mmHg (USDHHS 2004)

Nilai normal tekanan darah diastole: 60-85 mmHg (USDHHS 2004)

Nilai normal denyut nadi: 60-100 per menit (Stewart 2001)

Nilai normal suhu tubuh: $36.6-38^\circ\text{C}$ (Stewart 2001)

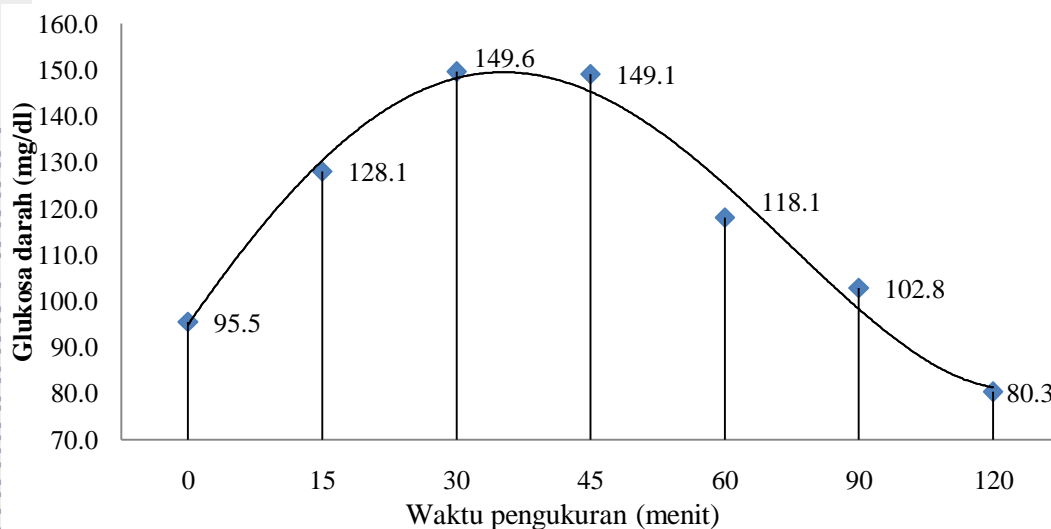
Respon Glukosa Darah *Post-prandial* Kelompok Kontrol

Data kadar glukosa darah *post-prandial* dewasa sehat pada kelompok kontrol disajikan dalam tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 2 Kadar glukosa darah *post-prandial* dewasa sehat pada kelompok kontrol

| Keterangan | Kadar glukosa darah (mg/dl) | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| | Menit 0 | Menit 15 | Menit 30 | Menit 45 | Menit 60 | Menit 90 | Menit 120 |
| Subjek 1 | 92 | 123 | 177 | 136 | 109 | 97 | 80 |
| Subjek 2 | 87 | 130 | 143 | 146 | 122 | 106 | 86 |
| Subjek 3 | 89 | 115 | 149 | 146 | 123 | 108 | 69 |
| Subjek 4 | 99 | 113 | 145 | 163 | 117 | 97 | 77 |
| Subjek 5 | 98 | 108 | 114 | 128 | 91 | 96 | 72 |
| Subjek 6 | 99 | 117 | 153 | 169 | 118 | 99 | 72 |
| Subjek 7 | 99 | 121 | 148 | 148 | 139 | 113 | 82 |
| Subjek 8 | 93 | 144 | 146 | 142 | 103 | 87 | 94 |
| Subjek 9 | 98 | 132 | 155 | 162 | 165 | 110 | 97 |
| Subjek 10 | 101 | 178 | 166 | 151 | 94 | 115 | 74 |
| Rata-rata (mean±sd) | 95.5±4.86 | 128.1±20.45 | 149.6±16.36 | 149.1±12.68 | 118.1±21.87 | 102.8±8.94 | 80.3±9.53 |

Kadar glukosa darah puasa kelompok kontrol (tanpa pemberian minuman teh) yang diukur pada menit ke-0 menunjukkan hasil rata-rata 95.50±4.86 mg/dl. Angka tersebut sesuai dengan rujukan *American Diabetes Association* (ADA) yang menyatakan bahwa dewasa sehat yang menjalani puasa selama 8 sampai 10 jam akan memiliki kadar glukosa pada kisaran 70-110 mg/dl (ADA 2001). Puncak kadar glukosa darah berada pada menit ke-30 dengan kadar glukosa darah 149.6±16.36 mg/dl. Puncak kadar glukosa darah pada dewasa sehat penelitian ini termasuk dalam kriteria WHO untuk subjek yang tidak menderita diabetes melitus, yaitu setelah diberikan *Oral Glucose Tolerance Test* (OGTT) dengan 75 g glukosa akan terjadi peningkatan kadar glukosa darah yang tidak melebihi 11.1 mmol/l (199.8 mg/dl). Data kadar glukosa darah kelompok kontrol menunjukkan bahwa subjek termasuk dalam golongan sehat selain juga dilihat dari indikator IMT, tekanan sistole, tekanan diastole, denyut nadi, dan suhu tubuh. Respon glukosa darah *post-prandial* dewasa sehat pada kelompok kontrol disajikan dalam grafik berikut ini.

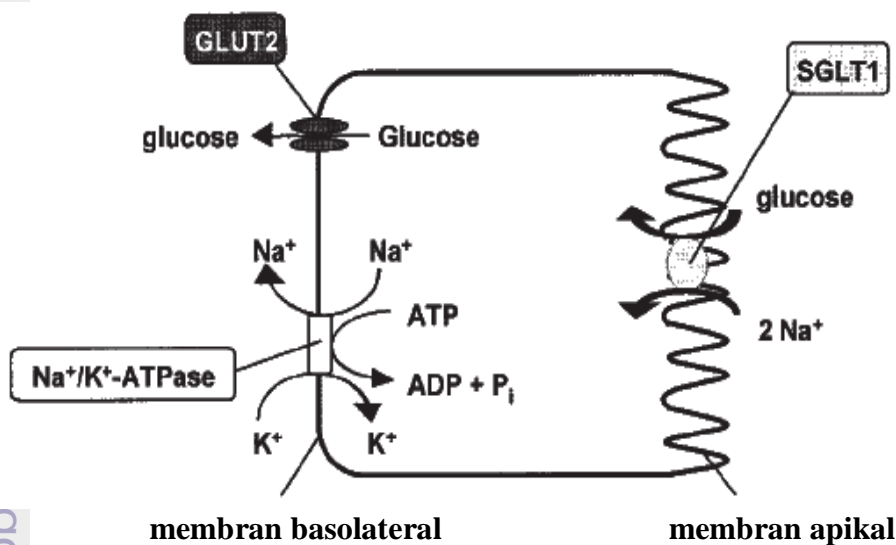


Gambar 6 Kadar glukosa darah *post-prandial* subjek normal kelompok kontrol

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Monitoring konsentrasi glukosa dalam darah merupakan hal yang sangat penting untuk mengetahui kenormalan fungsi metabolisme dan homeostasis seluler tubuh. Mekanisme pengambilan glukosa secara seluler harus melewati membran plasma dari sel. Molekul glukosa yang memiliki kepolaran tinggi tidak dapat begitu saja melintasi membran seluler yang tersusun dari matrik *non-polar lipid bilayer* dengan difusi sederhana. Oleh karena itu, supaya glukosa dapat digunakan oleh sel maka harus melewati fasilitator transpor glukosa atau *glucose carrier*. Terdapat dua jenis fasilitator transpor glukosa atau *glucose carrier* yaitu SGLT yang tergantung pada Na^+ (*Na⁺ dependent*) dan GLUT yang tidak tergantung pada Na^+ (*Na⁺ independent*) (Zierler 1999).

SGLT yang dikenal juga sebagai *co-transporters* atau *symporters* merupakan protein membran integral yang memediasi transpor glukosa dengan afinitas yang rendah serta galaktosa melewati membran plasma melalui mekanisme transport aktif (Wright 1994). Proses transpor ini merupakan ko-transport molekul glukosa dengan ion natrium. Perpindahan ion natrium melintasi membran plasma ke dalam sel didorong oleh gradien konsentrasi dan potensial membran serta akan berpasangan dengan perpindahan molekul glukosa. Pada kondisi stabil, ion natrium yang ditransportasikan ke dalam sel melintasi membran sel apikal dipompa oleh pompa Na^+/K^+ ATPase melintasi membran basolateral. Glukosa yang terkonsentrasi di dalam sel kemudian akan berpindah melintasi membran basolateral dengan difasilitasi oleh fasilitator transpor glukosa GLUT (Scheepers *et al.* 2004). Mekanisme transpor glukosa secara molekuler dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Transpor glukosa di epitel usus

Mempertahankan level glukosa pada darah merupakan salah satu pengaturan sistem homeostatik yang melibatkan organ hati, jaringan di luar organ hati, serta beberapa hormon. Dalam sistem regulasi glukosa darah, yang menjadi fokus adalah jalur proses metabolik yang memindahkan glukosa dari darah untuk sintesis glikogen dan pengeluaran energi serta jalur proses yang mengembalikan glukosa ke dalam darah seperti glikoneogenesis (Gropper *et al.*

2009). Terdapat beberapa hormon yang terlibat dalam pengaturan glukosa darah, yaitu hormon insulin, glukagon, glukokortikoid, hormon pertumbuhan, epinefrin, dan kemungkinan hormon diabetogenik lainnya.

Hormon insulin diproduksi oleh sel beta Pulau Langerhans di pankreas sebagai respon yang distimulasi oleh kondisi hiperglikemia. Sintesis dan sekresi insulin menstimulasi pengambilan Ca^{2+} ekstraseluler pada sel beta pankreas. Kation ini memicu mekanisme kontraktile pergerakan granula yang mengandung insulin menuju membran sel dimana granula dilepaskan ke ruang ekstraseluler melalui eksositosis (Greenstein dan Wood 2006). Insulin mengontrol kondisi glukosa *post-prandial* melalui tiga mekanisme aksi kerja. Mekanisme pertama, insulin mengirimkan sinyal kepada sel jaringan perifer yang sensitif terhadap insulin, khususnya otot untuk meningkatkan pengambilan glukosa ke dalam jaringan. Mekanisme kedua, insulin akan bekerja di organ untuk melakukan proses glikogenesis (konversi glukosa menjadi simpanan glikogen). Mekanisme ketiga, insulin secara simultan akan menghambat sekresi glukagon dari sel alpha pankreas, sehingga akan memberikan sinyal kepada organ hati untuk memberhentikan proses produksi glukosa melalui jalur glikogenolisis (konversi glikogen menjadi glukosa) dan glukoneogenesis (konversi asam amino dan laktat menjadi glukosa) (Aronoff *et al.* 2004).

Aksi kerja insulin lainnya yaitu dengan menstimulasi sintesis lemak, menstimulasi penyimpanan trigliserida ke dalam adiposit, menstimulasi sintesis protein di organ hati dan otot, serta proliferasi pertumbuhan sel. Mekanisme sekresi insulin sangat terkontrol dan hanya akan dikeluarkan jika konsentrasi glukosa sistem sirkulasi melebihi 3.3 mmol/l. Sekresi insulin *post-prandial* terjadi melalui dua fase, fase pertama yaitu *initial rapid release* dari *preformed* insulin yang diikuti dengan peningkatan sintesis dan pengeluaran insulin sebagai respon dari glukosa darah. Fase kedua yaitu pengeluaran insulin secara *long-term* sebagai respon jika konsentrasi glukosa dalam sistem sirkulasi masih tetap tinggi (Aronoff *et al.* 2004).

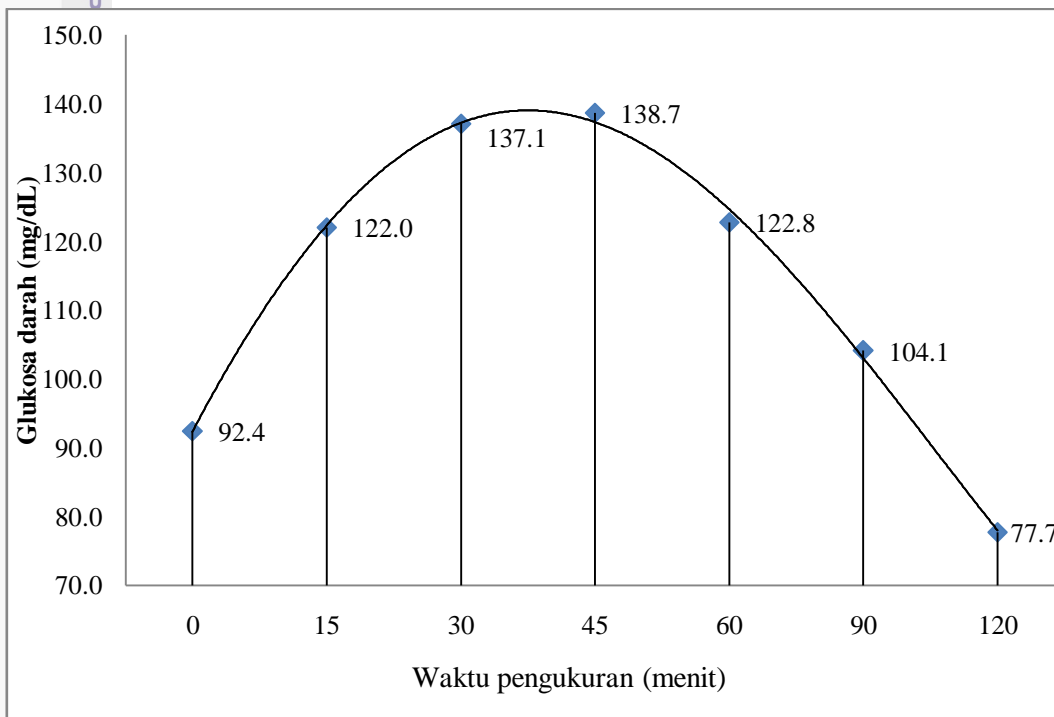
Tubuh manusia memerlukan batas-batas tertentu untuk mempertahankan kadar glukosa darahnya. Dalam keadaan puasa, kadar glukosa darah normal berada pada kisaran nilai 70-110 mg/dl, sedangkan glukosa darah sewaktu berkisar antara 110-199 mg/dl. Penurunan kadar glukosa darah hingga level 50-54 mg/dl akan menyebabkan gugup, pusing, lemas, dan lapar. Kadar glukosa darah yang naik diatas nilai kisaran normal disebut dengan hiperglikemia, sedangkan kondisi kadar glukosa darah yang turun dibawah kisaran normal atau yang memiliki nilai ambang dibawah 2.2 mmol/l (39.6 mg/dl) disebut hipoglikemia (Caballero 2005).

Respon Glukosa Darah *Post-prandial* Kelompok P1 (Teh Setelah Glukosa)

Kadar glukosa darah puasa kelompok P1 yang diukur pada menit ke-0 menunjukkan hasil rata-rata 92.40 ± 5.87 mg/dl. Hal ini menunjukkan kadar glukosa darah puasa subjek kelompok teh setelah hampir sama dengan kelompok kontrol, sehingga validitas internal dari penelitian ini telah terkontrol dengan baik. Hal tersebut dikarenakan selain memenuhi kriteria inklusi, subjek juga dikontrol kondisinya pada saat penelitian seperti tidak dalam kondisi stress dan tidak boleh begadang saat malam hari sebelum pengambilan darah pada keesokan harinya. Respon glukosa darah pada kelompok P1 disajikan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 3 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P1
Kadar glukosa darah (mg/dl)

| Keterangan | Menit 0 | Menit 15 | Menit 30 | Menit 45 | Menit 60 | Menit 90 | Menit 120 |
|------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Subjek 1 | 94 | 112 | 140 | 160 | 134 | 96 | 86 |
| Subjek 2 | 101 | 120 | 141 | 130 | 129 | 118 | 76 |
| Subjek 3 | 88 | 150 | 122 | 125 | 121 | 90 | 85 |
| Subjek 4 | 90 | 130 | 148 | 166 | 142 | 126 | 107 |
| Subjek 5 | 89 | 147 | 158 | 143 | 108 | 97 | 73 |
| Subjek 6 | 101 | 124 | 140 | 124 | 116 | 110 | 86 |
| Subjek 7 | 83 | 120 | 135 | 125 | 105 | 101 | 64 |
| Subjek 8 | 94 | 105 | 151 | 140 | 121 | 118 | 60 |
| Subjek 9 | 96 | 109 | 122 | 162 | 136 | 98 | 84 |
| Subjek 10 | 88 | 103 | 114 | 112 | 116 | 87 | 56 |
| Rata-rata±stdev | 92±5.87 | 122.0±16.34 | 137.1±14.04 | 138.7±18.68 | 122.8±12.21 | 104.1±13.14 | 77.7±15.22 |



Gambar 8 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P1

Berdasarkan grafik di atas, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan respon glukosa darah *post-prandial* pada kelompok kontrol dengan teh setelah. Puncak kadar glukosa darah pada kelompok teh setelah berada pada menit ke-45 dengan kadar glukosa darah 138.7±18.68 mg/dl, sedangkan pada menit ke-120, glukosa darah subjek sebesar 77.7± 15.22 mg/dl, lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Respon Glukosa Darah *Post-prandial* Kelompok P2 (Teh Sebelum Glukosa)

Kadar glukosa darah *post-prandial* subjek normal pada kelompok P2 disajikan pada tabel dan grafik berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

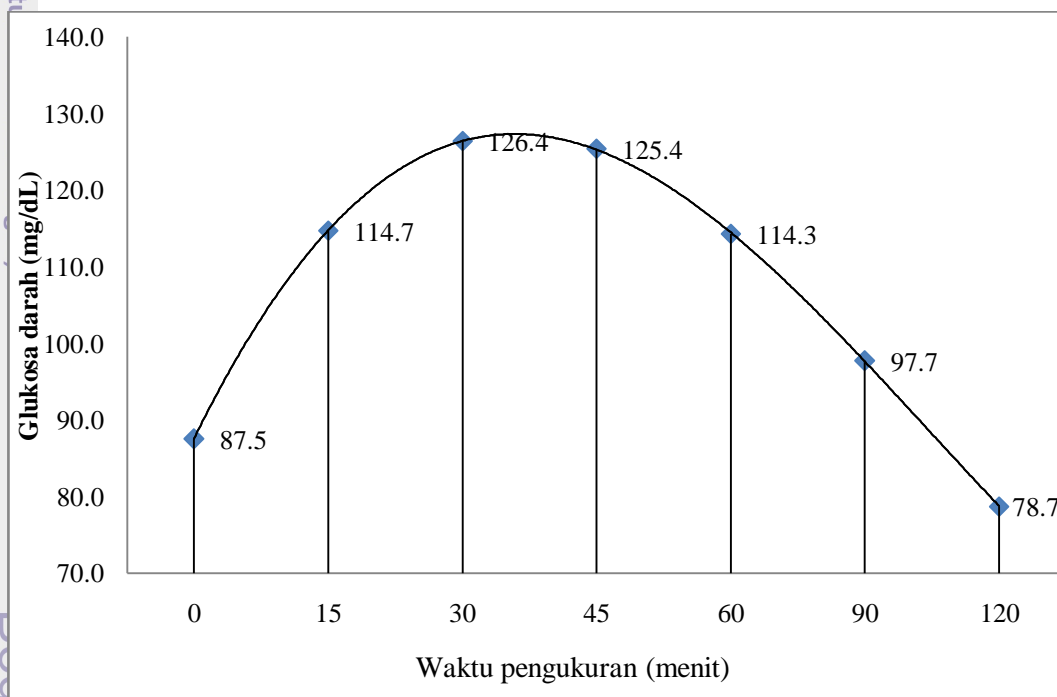
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 4 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P2

| Keterangan | Kadar glukosa darah (mg/dl) | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Menit 0 | Menit 15 | Menit 30 | Menit 45 | Menit 60 | Menit 90 | Menit 120 |
| Subjek 1 | 94 | 115 | 142 | 119 | 98 | 103 | 78 |
| Subjek 2 | 96 | 102 | 107 | 118 | 110 | 76 | 73 |
| Subjek 3 | 98 | 131 | 114 | 88 | 86 | 119 | 68 |
| Subjek 4 | 97 | 111 | 120 | 159 | 116 | 95 | 89 |
| Subjek 5 | 71 | 87 | 99 | 108 | 115 | 81 | 87 |
| Subjek 6 | 94 | 116 | 147 | 150 | 115 | 88 | 70 |
| Subjek 7 | 91 | 129 | 139 | 125 | 137 | 96 | 100 |
| Subjek 8 | 69 | 97 | 135 | 125 | 105 | 101 | 64 |
| Subjek 9 | 84 | 135 | 130 | 125 | 131 | 116 | 91 |
| Subjek 10 | 81 | 124 | 131 | 137 | 130 | 102 | 67 |
| Rata-rata±stdev | 87.5±10.74 | 114.7±15.73 | 126.4±15.83 | 125.4±20.18 | 114.3±15.69 | 97.7±13.74 | 78.7±12.27 |

Kadar glukosa darah puasa kelompok P2 yang diukur pada menit ke-0 menunjukkan hasil rata-rata 87.5±10.74 mg/dl. Hal ini menunjukkan kadar glukosa darah puasa subjek kelompok P2 lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol dan P1. Berikut ini adalah grafik respon glukosa darah kelompok P2.



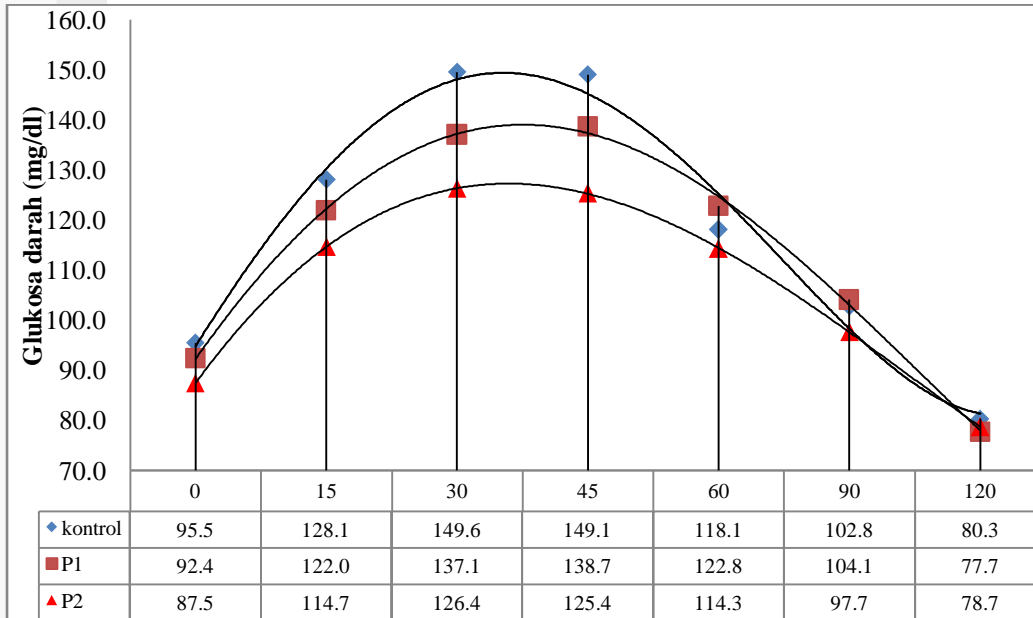
Gambar 9 Kadar glukosa darah post-prandial subjek normal pada kelompok P2

Perbandingan Respon Glukosa Darah *Post-prandial* pada Ketiga Perlakuan

Glukosa darah *post-prandial* pada subjek dewasa sehat dengan pemberian minuman teh daun kelor berdasar cara memiliki respon yang berbeda. Pada menit ke-0, glukosa darah kelompok kontrol mencapai 95.5 mg/dl, P1 mencapai 92.4, mg/dl, dan P2 mencapai 87.5 mg/dl. Berdasarkan uji *t-test*, nilai glukosa darah pada menit ke-0 pada ketiga perlakuan tersebut tidak berbeda nyata ($p>0.05$).

Respon glukosa darah *post-prandial* pada kontrol mencapai puncak pada menit ke-30 dengan glukosa darah sebesar 149.6 mg/dl, sedangkan perlakuan P1

mencapai puncak pada menit ke-45 dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan kontrol, yaitu 138.7 mg/dl. Pada perlakuan P2, puncak glukosa darah dicapai pada menit ke-30 sebesar 126.4 mg/dl, lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan P1. Pada menit ke-120, glukosa darah kelompok kontrol mencapai 80.3 mg/dl, P1 mencapai 77.7 mg/dl, dan P2 mencapai 78.7 mg/dl. Grafik berikut ini menunjukkan respon glukosa darah *post-pandrial* pada ketiga perlakuan.



Keterangan:

P1: perlakuan minum teh kelor setelah pemberian glukosa

P2: perlakuan minum teh kelor sebelum pemberian glukosa

Gambar 10 Kadar glukosa darah *post-prandial* subjek normal pada ketiga perlakuan

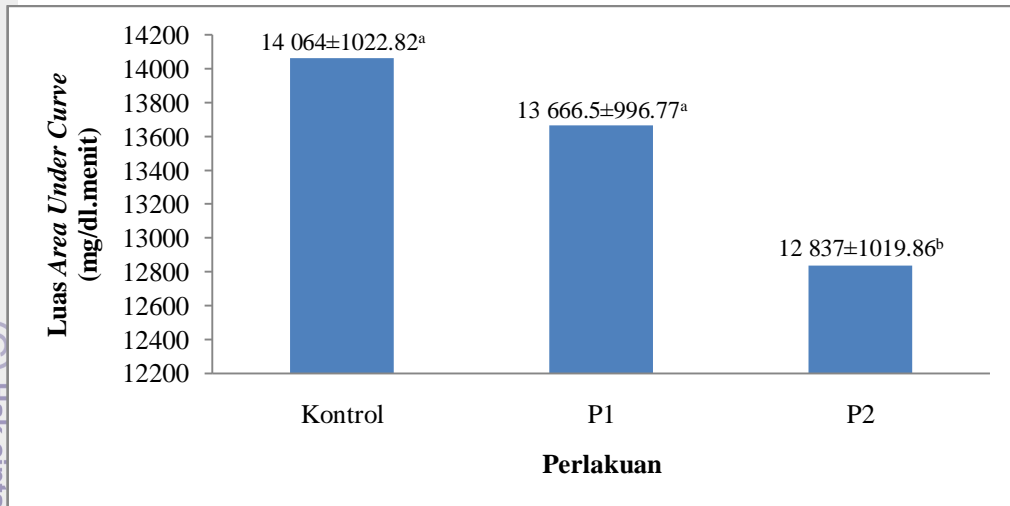
Berdasarkan grafik respon kadar glukosa darah *post-pandrial* pada ketiga subjek, dilakukan perhitungan AUC untuk mengetahui luasan di bawah grafik. Hasil perhitungan luas AUC pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Area under curve (AUC)

| Keterangan | Area Under Curve (AUC) | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Kelompok Kontrol | Kelompok P1 | Kelompok P2 |
| Subjek 1 | 14 032.5 | 14 070 | 13 177.5 |
| Subjek 2 | 14 745 | 14 205 | 14 040 |
| Subjek 3 | 13 860 | 13 807.5 | 12 255 |
| Subjek 4 | 15 937.5 | 15 465 | 14 272.5 |
| Subjek 5 | 14 857.5 | 13 822.5 | 13 477.5 |
| Subjek 6 | 13 792.5 | 13 777.5 | 12 810 |
| Subjek 7 | 14 152.5 | 12 675 | 11 475 |
| Subjek 8 | 13 515 | 13 312.5 | 12 225 |
| Subjek 9 | 13 755 | 13 875 | 13 372.5 |
| Subjek 10 | 11 992.5 | 11 655 | 11 265 |
| Rata-rata (mean±sd) | 14 064±1022.82^a | 13 666±996.77^a | 12 837±1019.86^b |

Keterangan:

Nilai yang diikuti oleh huruf *superscript* yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0.05$)



Keterangan:

P1: perlakuan minum teh kelor setelah pemberian glukosa

P2: perlakuan minum teh kelor sebelum pemberian glukosa

Gambar 11 Grafik luas AUC

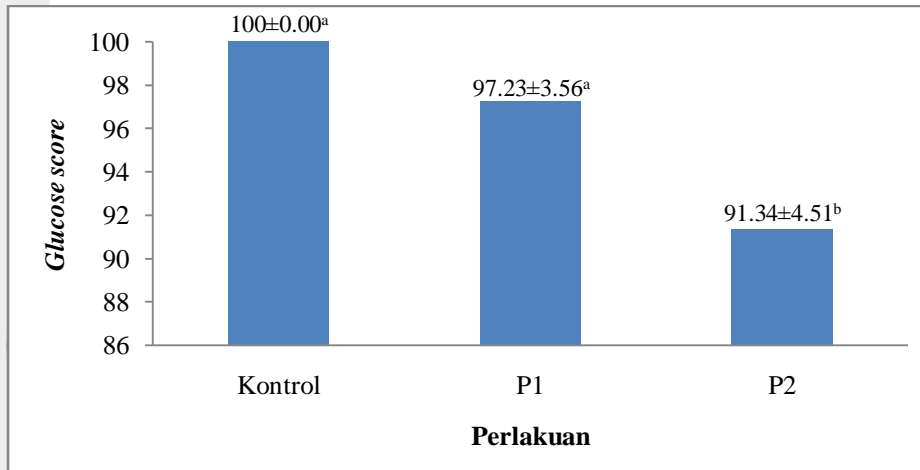
Hasil uji statistik menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap luasan grafik atau *area under curve* (AUC) ($p < 0.05$). Perbedaan respon glukosa darah yang nyata juga ditunjukkan oleh penelitian Zanzer (2011) yang mengujikan 100 mg dan 200 mg EGCG pada subjek normal. Hal tersebut menunjukkan bahwa regulasi glukosa darah dapat secara nyata diturunkan oleh EGCG.

Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa luas AUC kelompok perlakuan minum teh setelah glukosa (P1) tidak berbeda nyata namun lebih rendah dibandingkan dengan luas AUC kelompok kontrol ($p > 0.05$). Kelompok perlakuan minum teh sebelum glukosa (P2) berbeda nyata dan lebih rendah dibandingkan dengan luas AUC kelompok kontrol ($p < 0.05$).

Hasil analisis nilai *glucose score* dengan menggunakan *one way ANOVA* menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai *glucose score* ($p < 0.05$). Hasil perhitungan nilai *glucose score* pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Tabel 6 *Glucose score*

| Keterangan | <i>Glucose Score</i> | | |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Kontrol | P1 | P2 |
| Subjek 1 | 100 | 100.27 | 93.91 |
| Subjek 2 | 100 | 96.34 | 95.22 |
| Subjek 3 | 100 | 99.62 | 88.42 |
| Subjek 4 | 100 | 97.04 | 89.55 |
| Subjek 5 | 100 | 93.03 | 90.71 |
| Subjek 6 | 100 | 99.89 | 92.88 |
| Subjek 7 | 100 | 89.56 | 81.08 |
| Subjek 8 | 100 | 98.50 | 90.46 |
| Subjek 9 | 100 | 100.87 | 97.22 |
| Subjek 10 | 100 | 97.19 | 93.93 |
| Rata-rata (mean±sd) | 100±0.00 ^a | 97.23±3.56 ^a | 91.34±4.51 ^b |



Keterangan:

P1: perlakuan minum teh kelor setelah pemberian glukosa

P2: perlakuan minum teh kelor sebelum pemberian glukosa

Gambar 12 Grafik *glucose score*

Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa *glucose score* kelompok perlakuan minum teh setelah glukosa tidak berbeda nyata namun lebih rendah dibandingkan dengan *glucose score* kelompok kontrol ($p > 0.05$). Kelompok perlakuan minum teh sebelum glukosa berbeda nyata dan lebih rendah dibandingkan dengan *glucose score* kelompok kontrol ($p < 0.05$).

Berdasarkan hasil penelitian di atas, pemberian minuman teh daun kelor yang mengandung EGCG sebesar 114.37 mg dalam 200 ml air dapat memberikan efek yang signifikan pada penekanan respon glukosa darah *post-pandrial* subjek dewasa sehat dengan waktu pemberian satu jam sebelum makan. Efek kesehatan dari teh daun kelor terutama dikaitkan dengan kandungan polifenol, khususnya EGCG.

Grafik respon glukosa darah pada penelitian ini menunjukkan bahwa kadar glukosa darah *post-pandrial* dengan menggunakan metode OGTT akan mengalami puncak peningkatan pada menit ke-30 dan menit ke-45. Selanjutnya kadar glukosa darah akan turun secara bertahap hingga menit ke-120. Pola grafik respon glukosa darah pada penelitian ini sejalan dengan grafik respon glukosa darah pada penelitian Louie *et al.* (2008), Wolever (2006), dan Tsuneki *et al.* (2004). Grafik perbandingan respon glukosa darah yang disajikan pada Gambar 10 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan konsentrasi glukosa darah pada kontrol dengan perlakuan P1 (teh setelah). Hal tersebut diduga merupakan awal dari blokade pengambilan glukosa oleh EGCG yang berinteraksi dengan SGLT1 dan GLUT2 di lumen usus halus. Penurunan level glukosa darah terus terjadi pada menit ke-60 hingga menit ke-120. Hal tersebut seiring dengan bukti penelitian farmakokinetik EGCG yang dilakukan oleh Chen *et al.* (1997).

Penelitian yang dilakukan oleh Chen *et al.* (1997) menunjukkan bahwa EGCG yang diberikan pada mencit akan mencapai puncak pada sistem sirkulasi pada menit ke-70 hingga menit ke-120, sehingga mekanisme penghambatan pengambilan glukosa selanjutnya akan bermanifestasi pada sistem endokrin yang melibatkan beberapa organ seperti hati dan otot. Organ hati memainkan peranan yang sangat penting bagi regulasi glukosa darah karena kemampuannya yang

dapat mengonsumsi dan memproduksi glukosa pada tingkat yang substansial (Moore *et al.* 2003).

Grafik perbandingan respon glukosa darah yang disajikan pada Gambar 10 juga menunjukkan bahwa terjadi perbedaan konsentrasi glukosa darah pada kontrol dengan perlakuan P2. Peningkatan glukosa darah pada kelompok P2 lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol dan P1. Nilai AUC dan *glucose score* pada kelompok perlakuan teh sebelum berbeda nyata dengan kedua perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena bioavailabilitas EGCG di plasma darah yang mencapai puncak pada satu hingga dua jam pasca mengonsumsi teh daun kelor (Mereles dan Hunstein 2011).

Hasil dari penelitian Waltner-Law *et al.* (2002) menunjukkan bahwa EGCG merupakan *insulinomimetic* yang dapat menurunkan level produksi glukosa pada hepatoma *cell lines* (H4IIE) dan dapat menurunkan ekspresi gen dari enzim yang mengontrol glukoneogenesis seperti PEPCK dan G6Pase. Pada penelitian tersebut diperlihatkan bahwa EGCG bekerja menyerupai insulin, yaitu meningkatkan fosforilasi tirosin dari reseptor insulin dan substrat reseptor insulin, serta mengurangi ekspresi gen dari enzim glukoneogenik PEPCK (*phosphoenolpyruvate carboxykinase*). Penelitian lain menunjukkan bahwa polifenol pada teh, khususnya EGCG, dapat meningkatkan fungsi endotelial dan sensitivitas insulin (Potenza *et al.* 2007). Penelitian yang dilakukan Collins *et al.* 2007 menyatakan bahwa EGCG menekan glukoneogenesis hepatic dengan memblokir aktivitas 5' AMP-activated protein kinase (AMPK).

EGCG teh yang dikonsumsi akan masuk ke dalam tubuh melewati beberapa mekanisme fisiologis. Mekanisme awal adalah EGCG akan mencapai sistem gastrointestinal tepatnya pada usus halus. Di usus halus, EGCG akan berinteraksi dengan *glucose transporter* yang terekspresikan pada usus halus. Setelah itu EGCG akan masuk ke vena porta menuju organ hati yang kemudian akan dilanjutkan dengan sirkulasi ke jaringan serta organ-organ dalam tubuh. EGCG yang tidak terserap di usus halus akan menuju *cecum* dan usus besar yang kemudian akan didegradasi oleh bakteri intestinal menjadi 5-(3',5'-dihydroxyphenil)- γ -valerolactone (M-1) dengan EGC (*epigallocatechin*) sebagai intermediate (Kohri *et al.* 2001).

Mekanisme interaksi EGCG dengan sistem pencernaan terjadi di vili usus halus. EGCG akan berinteraksi dengan *glucose transporter* (SGLT1 dan GLUT2) yang secara luas terekspresikan di vili usus halus. Interaksi EGCG dengan SGLT1 tersebut didukung oleh penelitian Johnston *et al.* (2005) yang menguji polifenol teh hijau (EGCG-*epigallocatechin gallate*, ECG-*epicatechin gallate*, EGC-*epigallocatechin*) pada *human intestinal Caco-2 cells*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa EGCG dapat secara efektif menurunkan pengambilan glukosa sebesar 48 persen pada kondisi *Na⁺ dependent*.

Selain dengan SGLT1, EGCG juga akan berinteraksi dengan GLUT2 yang terekspresikan pada membran basolateral. Pada kondisi puasa atau sebelum makan, tidak didapati glukosa yang banyak di lumen sehingga GLUT2 berperan sebaliknya yaitu mensuplai dan menjaga kebutuhan internal energi enterosit dengan glukosa. Glukosa yang beredar di dalam sistem sirkulasi tubuh berasal dari luar sistem (pemecahan karbohidrat kompleks dari makanan yang dikonsumsi) dan dalam sistem (produksi glukosa oleh organ hati). Dalam proses metabolisme glukosa, organ hati berperan dalam proses glikolisis (pemecahan glukosa untuk

menghasilkan energi), glukoneogenesis (pembentukan glukosa dari sumber non-karbohidrat untuk dikeluarkan ke dalam sistem sirkulasi), dan glikogenolisis (proses konversi glikogen menjadi glukosa untuk digunakan pada kondisi yang mendesak seperti pada kondisi puasa), dan glikogenesis (proses konversi glukosa menjadi dalam bentuk simpanan yaitu glikogen) (Mann & Truswell 2007).

Peningkatan glukoneogenesis merupakan sumber utama peningkatan produksi glukosa hepatis. Hal tersebut berhubungan erat dengan kemampuan insulin dalam meregulasi transkripsi tingkat pengontrolan enzim glukoneogenik yaitu PEPCK (*phosphoenolpyruvate carboxykinase*) dan G6Pase (*glucose-6-phosphatase*) dalam proses glukoneogenesis. G6Pase memainkan peranan yang penting dalam *intra hepatic glucose cycling* (*glucose* → *glucose-6-phosphate* [G-6-P] → *glucose*). Penggunaan spesifik kinase inhibitor menjelaskan bahwa PI3K (*phosphoinositide 3-kinase*) terlibat dalam respon insulin gen PEPCK (Waltner-Law *et al.* 2002).

Selain EGCG, daun kelor juga mengandung berbagai macam zat bioaktif yang bersifat sebagai antioksidan dan berpotensi sebagai antidiabetik, seperti coumarin, flavonoid, terpenoid, metabolit sekunder seperti arginin dan asam glutamat (Tende *et al.* 2010), quercetin, asam klorogenat, dan moringinine (Mbikay 2012). Quercetin merupakan zat antioksidan yang dapat berfungsi untuk melindungi produksi insulin dari sel beta pankreas dari stress oksidatif dan apoptosis yang terjadi pada tikus diabetes (Coskun *et al.* 2005). Asam klorogenat juga dapat memengaruhi metabolisme glukosa dengan mekanisme yang mirip dengan EGCG, yaitu melalui penghambatan translokasi *glucose-6-phosphate* di liver, menghambat glukoneogenesis di hati dan glikogenolisis (Karthikesan *et al.* 2010).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Teh daun kelor yang paling disukai panelis merupakan air seduhan dari 3 gram daun kelor kering dalam 200 ml air yang mengandung EGCG 114.37 mg. Pemberian minuman teh daun kelor dapat menurunkan nilai *Area Under Curve* (AUC) dan *glucose score* pada subjek dewasa sehat. Hasil analisis uji lanjut pada AUC menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada luas AUC kelompok kontrol dengan perlakuan minum teh setelah pemberian glukosa (P1) ($p > 0.05$). Terdapat perbedaan yang nyata perbandingan antara luas AUC kelompok kontrol dengan kelompok minum teh sebelum pemberian glukosa (P2) ($p < 0.05$). Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa *glucose score* kelompok perlakuan minum teh setelah glukosa tidak berbeda nyata namun lebih rendah dibandingkan dengan *glucose score* kelompok kontrol ($p > 0.05$). Kelompok perlakuan minum teh sebelum glukosa berbeda nyata dan lebih rendah dibandingkan dengan *glucose score* kelompok kontrol ($p < 0.05$). Konsumsi teh daun kelor dapat mempengaruhi metabolisme glukosa dengan menghambat pengambilan glukosa oleh EGCG yang berinteraksi dengan SGLT1 dan GLUT2 di lumen usus halus dan bersifat *insulinomimetic*, serta menghambat glukoneogenesis hepatis.

Saran

Untuk mengetahui efikasi teh daun kelor dalam kaitannya dengan respon glukosa darah pada metabolisme diabetes melitus tipe 2, maka perlu dilakukan penelitian dengan subjek penelitian penderita diabetes melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboderin I, Kalache A, Ben-Shlomo Y, Lynch JW, Yajnik CS, Kuh D, Yach D. 2001. Life Course Perspectives on Coronary Heart Disease, Stroke and Diabetes: Key Issues and Implications for Policy and Research. Geneva, World Health Organization
- [ADA] American Diabetes Association. 2001. Post-prandial blood glucose. *Diabetes Care* 24 (4):775–778.
- Anwar F, Latif S, Ashraf, M. 2007. *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytotherapy Research* 21: 17 – 25.
- Aronoff SL, Berkowitz K, Shreiner B, Want L. 2004. Glucose metabolism and regulation: Beyond insulin and glukagon. *Diabetes Spectrum* 17(3):183-190.
- Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, Wolever. 2005. Glycaemic Index Methodology. Nutrition Research Reviews Volume 18 ISSN:0954-4224. DOI: 10.1079/NRR2005100
- Caballero B, Allen L, Prentice A. 2005. *Encyclopedia of Human Nutrition*. Oxford: Elsevier.
- Chen L, Lee MJ, Li HE, Yang CS. 1997. Absorption, distribution, and elimination of tea polyphenols in rats. *Drug Metabolism and Disposition* 25(9):1045-1050.
- Collins QF, Hui-Yu L, Jinbo P, Zhenqi L, Michael JQ, Wenhong C. 2007. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a green tea polyphenol, suppresses hepatic gluconeogenesis through 5'-AMP-activated protein kinase. *The Journal of Biological Chemistry*. 282:41, pp30143-30149.
- Coskun O, Kanter M, Korkmaz A, Oter S. 2005. Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and beta-cell damage in rat pancreas. *Pharmacol.Res.* 51, 117–123.
- Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. 2005. The metabolic syndrome. *The Lancet* 365:1415-1428.
- Greenstein B, Wood D. 2006. *The Endocrine System at a Glance*. London: Blackwell Publishing Ltd.
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL. 2009. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. California: Wadsworth Cengage Learning.

- Howel H, Ples M. 2009. Comparative Effects of *Moringa Oleifera* Lam. Tea on Normal and Hyperglycemic Patients. *eHealth international*: 41: 319-323.
- Johnston K, Sharp P, Clifford M, Morgan L. 2005. Dietary polyphenols decrease glucose uptake by human intestinal Caco-2 cells. *FEBS Letters* 579:1653-1657.
- Karthikesan K, Pari L, Menon V. 2010. Anti hyperlipidemic effect of chlorogenic acid and tetrahydrocurcumin in rats subjected to diabetogenic agents. *Chem.Biol. Interact.* 188, 643–650.
- Kohri T, Matsumoto N, Yamakawa M, Suzuki M, Nanjo F, Hara Y, Oku N. 2001. Metabolic fate of (-)-[4-³H]epigallocatechin gallate in rats after oral administration. *J Agric Food Chem* 49:4102-4112.
- Komes D, Horzic D, Belščak A, Kovacevic GK, Vulic I. 2010. Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds. *Food Research International* 43:167-176.
- Lee M. 2009. *Basic Skills in Interpreting Laboratory Data*. Bethesda: American Society of Health-System Pharmacists.
- Louie JCY, Atkinson F, Petocz P, Brand-Miller JC. 2008. Delayed effects of coffee, tea, and sucrose on postprandial glycemia in lean, young, healthy adults. *Asia Pac J Clin Nutr* 17(4):657-662.
- Mann J, Truswell AS. 2007. *Essentials of Human Nutrition*. Oxford: Oxford University Press.
- Marcu M. 2005. *Miracle Tree*. KOS Health Publications, 466 Foothill Blvd. 251, La Canada, CA. 91011.
- Mbikay M. 2012. Therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia: a review. *Front Pharmacol.* 3:24. doi: 10.3389/fphar.2012.00024
- Mereles D, Hunstein W. 2011. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) for Clinical Trials: More Pitfalls than Promises?. *International Journal of Molecular Sciences* ISSN 1422-0067-12, 5592-5603. 10.3390/ijms12095592
- Moore MC, Cherrington AD, Wasserman DH. 2003. Regulation of hepatic and peripheral glucose disposal. *Best Pract and Res Clin Endocrinol and Metabol* 17(3):343-364.
- Morewitz SJ. 2006. *Chronic Diseases and Health Care: New Trends in Diabetes, Arthritis, Osteoporosis, Fibromyalgia, Low Back Pain, Cardiovascular Disease, and Cancer*. New York: Springer+Business Media, Inc.
- Potenza MA, Flora LM, Mariela T, Edy T, Giuseppe C, Antonio F, Jeong-a K, Michael JQ, Monica M. 2007. EGCG, a green tea polyphenol, improves endothelial function and insulin sensitivity, reduces blood pressure and protects against myocardial I/R injury in SHR. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 292:E1378:1387.
- [PPTK] Pusat Penelitian Teh dan Kina. 2008. *Petunjuk Teknis Pengolahan Teh*. PPTK Gambung.

- Radahmadi M, Farrokh S, Karimian SM, Shahab-e-din Sadr S, Nasimi A. 2006. Effects of stress on exacerbation of diabetes mellitus, serum glucose and cortisol levels and body weight in rats. *Pathophysiology* 13(1):51-55.
- Reinauer H, Home PD, Kanagasabapathy AS, Heuck C. 2002. *Laboratory Diagnosis and Monitoring of Diabetes Mellitus*. Geneva: World Health Organization.
- Scheepers A, Joost H-G, Schürmann A. 2004. The Glucose Transporter Families SGLT and GLUT: Molecular Basis of Normal and Aberrant Function. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 28:364-371.
- Shephard RJ. 1998. *Aging and Exercise*. In: Encyclopedia of Sports Medicine and Science, (Fahey TD, Ed.). Toronto: Internet Society for Sport Science.
- Stewart JV. 2001. Vital Sign and Resuscitation. Georgetown Texas (USA). Landes Biosciences.
- Tende JA, Ezekiel I, Dikko AAU, Goji ADT. 2010. Effect of Ethanolic Leaves Extract of *Moringa oleifera* on Blood Glucose Levels of Streptozocin-Induced Diabetics and Normoglycemic Wistar Rats. *British Journal of Pharmacology and Toxicology* 2(1): 1-4. Maxwell Scientific Organization.
- Tsuneki H, Ishizuka M, Terasawa M, Wu J-B, Sasaoka T, Kimura I. 2004. Effect of green tea on blood glucose levels and serum proteomic patterns in diabetic (db/db) mice and on glucose metabolism in healthy humans. *BMC Pharmacology* 4:18.
- [USDHHS] U.S. Dept of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Heart, Lung and Blood Institute. 2004. *The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*. NIH Publication No. 04-5230.
- Venditti E, Bacchetti T, Tiano L, Carloni P, Greci L, Daminani E. 2010. Hot vs. cold water steeping of different teas: Do they affect antioxidant activity?. *Food Chem.* 119:1597-1604.
- Waltner-Law ME, Wang XL, Law BK, Hall RK, Nawano M, Granner DK. 2002. Epigallocatechin gallate, a constituent of green tea, represses hepatic glucose production. *J Biol Chem* 38(20):34933-34940.
- [WHO] World Health Organization Technical Report Series. 2003. *Diet, Nutrition, and The Prevention of Chronic Diseases*. Geneva: WHO.
- [WHO] World Health Organization Expert Consultation. 2004. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet* 363(9403):157-163.
- Wolever TMS. 2006. *The Glycaemic Index-A Physiological Classification of Dietary Carbohydrate*. Oxfordshire: CABI Publishing.
- Wright EM, Loo DD, Panayotova-Heiermann M. 1994. Active sugar transport in eukaryotes. *J Exp Biol* 196:197-212.
- Zanzer YC. 2011. Studi Pengaruh Variasi Pemberian Kadar EGCG (*Epigallocatechin gallate*) Teh Hijau dalam Mengontrol Level Glukosa



Plasma Darah *Post-Prandial* pada Subjek Dewasa Muda Sehat [skripsi].
Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Zierler K. 1999. Whole body glucose metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*276:409-426.Scheepers *et al.* 2004

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Ethical clearance*



**Komite Etik Penelitian Kesehatan
Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo**

Health Research Ethics Committee
Faculty of Medicine Universitas Indonesia
Cipto Mangunkusumo Hospital



Jalan Salemba Raya No. 6, Jakarta Pusat 10430. Telp. 021-3157008. E-mail: ec_fkui@yahoo.com

Nomor : 485 /H2.F1/ETIK/2014

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK

ETHICAL APPROVAL

Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul:

The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, University of Indonesia, with regards of the Protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the research protocol entitled:

"Studi Respon Level Glukosa Plasma Darah *Post-Pandrial* pada Subjek Dewasa Muda Sehat dengan Pemberian Minum Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*)".

Peneliti Utama : Novi Luthfiana Putri
Principal Investigator

Nama Institusi : Institut Pertanian Bogor
Name of the Institution

dan telah menyetujui protokol tersebut di atas.
And approved the above-mentioned protocol.



21 JUL 2014

Ketua
Chairman



Prof. Dr. dr. Rianto Setiabudy, SpFK

**Ethical approval* berlaku satu tahun dari tanggal persetujuan

**Peneliti berkewajiban

1. Menjaga kerahasiaan identitas subyek penelitian
2. Memberitahukan status penelitian apabila
 - a. Setelah masa berlakunya keterangan lolos kaji etik, penelitian masih belum selesai, dalam hal ini *ethical clearance* harus diperpanjang
 - b. Penelitian berhenti di tengah jalan
3. Melaporkan kejadian serius yang tidak diinginkan (*serious adverse events*)
4. Peneliti tidak boleh melakukan tindakan apapun pada subyek sebelum penelitian lolos kaji etik dan *informed consent*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Data glukosa darah

Tabel 7 Data glukosa darah kontrol

| Keterangan | Kadar Glukosa Darah (menit ke-) | | | | | | |
|------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| Subjek 1 | 99 | 117 | 153 | 169 | 118 | 99 | 72 |
| Subjek 2 | 99 | 121 | 148 | 148 | 139 | 113 | 82 |
| Subjek 3 | 89 | 115 | 149 | 146 | 123 | 108 | 69 |
| Subjek 4 | 98 | 132 | 155 | 162 | 165 | 110 | 97 |
| Subjek 5 | 101 | 178 | 166 | 151 | 94 | 115 | 74 |
| Subjek 6 | 92 | 123 | 177 | 136 | 109 | 97 | 80 |
| Subjek 7 | 87 | 130 | 143 | 146 | 122 | 106 | 86 |
| Subjek 8 | 93 | 144 | 146 | 142 | 103 | 87 | 94 |
| Subjek 9 | 99 | 113 | 145 | 163 | 117 | 97 | 77 |
| Subjek 10 | 98 | 108 | 114 | 128 | 91 | 96 | 72 |
| Rata-rata | 95.5 | 128.1 | 149.6 | 149.1 | 118.1 | 102.8 | 80.3 |

Tabel 8 Data glukosa darah P1

| Keterangan | Kadar Glukosa Darah (menit ke-) | | | | | | |
|------------|---------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| Subjek 1 | 94 | 112 | 140 | 160 | 134 | 96 | 86 |
| Subjek 2 | 101 | 120 | 141 | 130 | 129 | 118 | 76 |
| Subjek 3 | 94 | 105 | 151 | 140 | 121 | 118 | 60 |
| Subjek 4 | 90 | 130 | 148 | 166 | 142 | 126 | 107 |
| Subjek 5 | 89 | 147 | 158 | 143 | 108 | 97 | 73 |
| Subjek 6 | 101 | 124 | 140 | 124 | 116 | 110 | 86 |
| Subjek 7 | 83 | 120 | 135 | 125 | 105 | 101 | 64 |
| Subjek 8 | 88 | 150 | 122 | 125 | 121 | 90 | 85 |
| Subjek 9 | 96 | 109 | 122 | 162 | 136 | 98 | 84 |
| Subjek 10 | 88 | 103 | 114 | 112 | 116 | 87 | 56 |
| Rata-rata | 92.4 | 122 | 137.1 | 138.7 | 122.8 | 104.1 | 77.7 |

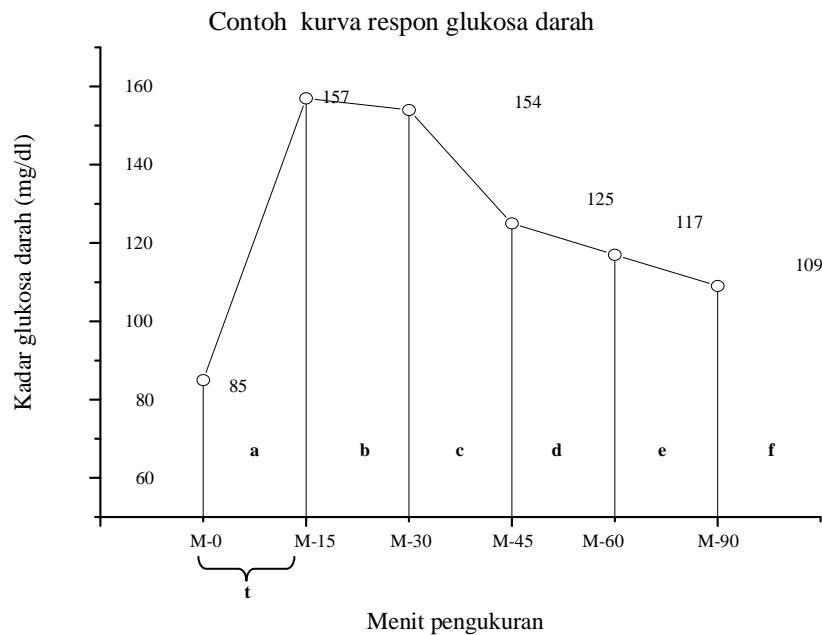
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 9 Data glukosa darah P2

| Keterangan | Kadar Glukosa Darah (menit ke-) | | | | | | |
|------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 |
| Subjek 1 | 94 | 116 | 147 | 150 | 115 | 88 | 70 |
| Subjek 2 | 91 | 129 | 139 | 125 | 137 | 96 | 100 |
| Subjek 3 | 98 | 131 | 114 | 88 | 86 | 119 | 68 |
| Subjek 4 | 84 | 135 | 130 | 125 | 131 | 116 | 91 |
| Subjek 5 | 81 | 124 | 131 | 137 | 130 | 102 | 67 |
| Subjek 6 | 94 | 115 | 142 | 119 | 98 | 103 | 78 |
| Subjek 7 | 96 | 102 | 107 | 118 | 110 | 76 | 73 |
| Subjek 8 | 69 | 97 | 135 | 125 | 105 | 101 | 64 |
| Subjek 9 | 97 | 111 | 120 | 159 | 116 | 95 | 89 |
| Subjek 10 | 71 | 87 | 99 | 108 | 115 | 81 | 87 |
| Rata-rata | 87.5 | 114.7 | 126.4 | 125.4 | 114.3 | 97.7 | 78.7 |

Lampiran 3 Contoh perhitungan luas AUC dengan menggunakan *trapezoid rules*



$$\text{Luas AUC} = \sum_{t=0}^{t=120} \frac{a+b}{2} \times \ell$$

Keterangan:

a dan b = dua sisi sejajar, yaitu kadar glukosa darah antar dua periode pengukuran (mg/dl)

ℓ = lebar, yaitu jarak periode pengukuran kadar glukosa darah (menit)

$$\text{Trapezoid 1} = \frac{a+b}{2} \times \ell = \frac{85+157}{2} \times 15 = 1815$$

$$\text{Luas AUC} = \sum_{t=0}^{t=120} \text{Luas trapezoid}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 *Informed consent***Surat Persetujuan Untuk Berpartisipasi Dalam Penelitian
(INFORMED CONSENT)**

Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan
Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Setelah memperoleh penjelasan tentang tujuan, manfaat, prosedur, dan kemungkinan risiko, serta jawaban atas pertanyaan saya yang diberikan oleh tim peneliti pada **penelitian Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat**, maka saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : _____
Jenis Kelamin : _____
Umur : _____
Alamat : _____

dengan ini menyatakan dengan penuh kesadaran bersedia untuk berpartisipasi dalam penelitian tersebut di atas dan bersedia untuk menjalani pemeriksaan darah sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dalam penelitian Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Setelah dan Sebelum terhadap Glukosa Darah *Post-pandrial* Dewasa Sehat dengan catatan semua data mengenai diri saya dirahasiakan. Selanjutnya, bila suatu ketika, dalam masa penelitian, saya merasa dirugikan dalam penelitian ini, saya berhak mengundurkan diri dari keterlibatan saya serta membatalkan persetujuan ini, tanpa sanksi apapun dari pihak manapun.

Yang Menyetujui,
Peserta Kegiatan,

Bogor, _____ 2014
Mengetahui,
Penanggungjawab Kegiatan

Novi Luthfiana Putri
NIM. I14100150

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang, pada tanggal 11 November 1991 dari ayah M. Sjuhud (alm) dan ibu Inti Ma'iyah. Penulis merupakan putri ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah di SMA Negeri 3 Malang pada tahun 2010. Penulis diterima untuk melanjutkan pendidikan tinggi di mayor Ilmu Gizi, Fakultas Ekologi Manusia, IPB melalui jalur SNMPTN pada tahun 2010. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai kegiatan bidang akademik dan non-akademik.

Di bidang non-akademik, pada tahun 2012-2013 penulis pernah menjadi bendahara CLC HIMAGIZI pada tahun 2011-2012. Penulis juga pernah aktif sebagai ketua divisi Peduli Pangan dan Gizi HIMAGIZI pada tahun 2012-2013 dan ketua divisi BKG pada tahun 2013-2014. Penulis juga pernah menjadi delegasi Indonesia dalam acara *Asean in 60 Days* yang diselenggarakan oleh *Chulalongkorn University* di Bangkok, Thailand pada tahun 2012.

Di bidang akademik, pada tahun 2013 penulis memperoleh penghargaan sebagai inovator dalam 104 Inovasi Indonesia yang diselenggarakan oleh BIC-RISTEK. Penulis juga aktif mengikuti lomba karya tulis ilmiah tingkat mahasiswa. Prestasi yang diraih penulis antara lain ialah Juara 2 Lomba Artikel Ilmiah Nasional FKM UNAIR tahun 2012 dan Juara 2 Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Gizi pada tahun 2013.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi asisten praktikum Fisiologi Manusia pada tahun ajaran 2012/2013, asisten praktikum Ilmu Gizi Dasar pada tahun ajaran 2013/2014 dan 2014/2015, dan asisten praktikum Pendidikan Gizi pada tahun ajaran 2013/2014. Penulis mendapatkan beasiswa dari Pikiran Rakyat pada tahun 2012/2013 dan beasiswa Korean Exchange Bank pada tahun 2013/2014. Pada bulan Maret 2014, penulis melaksanakan *Internship Dietetics* di RSU Tangerang.

Pada tahun 2014, penulis mendapat penghargaan sebagai mahasiswa berprestasi ke-1 di Fakultas Ekologi Manusia. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif dalam mempublikasikan karya ilmiah di forum ilmiah internasional. Beberapa karya ilmiah yang dipublikasikan antara lain: (1) *Formulation of Moringa Leaf Flour Crackers (Moringa oleifera) as an Alternative Prevention of Protein Energy Malnutrition (PEM) in Indonesia* yang dipresentasikan pada *The 20th TRI-University International Joint Seminar and Symposium* diselenggarakan oleh *Mie University*, Jepang 2013; (2) *Sensory Evaluation of Herb Tea from Moringa oleifera as an Alternative Prevention of Diabetes* yang dipresentasikan pada *The 21st TRI-University International Joint Seminar and Symposium*, diselenggarakan oleh *Chiang Mai University*, Thailand 2014, (3) Optimalisasi Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) untuk Mendukung Gerakan 1000 Hari Pertama Kehidupan Menuju Indonesia Sehat dan Mandiri.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.