

**PENGARUH PEMBERIAN SARI BUAH BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi L.*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH
TIKUS *SPRAGUE DAWLEY***

Artikel Penelitian

disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada
Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro



disusun oleh :

RIKHANA DWI RAHMAWATI

2203011130068

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Artikel penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Kadar Glukosa Darah tikus *Sprague Dawley*” telah dipertahankan di hadapan penguji dan telah direvisi.

Mahasiswa yang mengajukan

Nama : Rikhana Dwi Rahmawati
NIM : 22030111130068
Fakultas : Kedokteran
Program Studi : Ilmu Gizi
Universitas : Diponegoro Semarang
Judul Proposal :Pengaruh Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus *Sprague Dawley*

Semarang, 17 September 2015
Pembimbing,

dr. Aryu Candra. M.Kes, Epid

NIP 197809182000801

EFFECT OF BILIMBI JUICE (*AVERRHOA BILIMBI L.*) ON BLOOD GLUCOSE LEVEL OF SPRAGUE DAWLEY RATS

Rikhana Dwi Rahmawati¹, Aryu Candra K²

ABSTRACT

Background: Hyperglycemia is a condition that can cause a variety of both macro and microvascular complication. Insulin resistance is one of the underline factors of hyperglycemia. Flavonoid and vitamin C are antioxidants which found in plants and fruits, are used as hyperglycemic medicine. For instance, one of fruits that contain high flavonoid and vitamin C is bilimbi.

Method: This research is true experimental design with pre-post test randomized controlled group design. The subject consisted of 21 Sprague Dawley rats ages 2-3 month were divided into 3 groups. Positive control group and treatment group were given high feed fructose and fat diet for 15 days. After that, treatment group was given bilimbi juice 2 mL/200g weight for 14 days. The blood glucose levels was analyzed used glucose oxidase (GOD PAP). Normality of the data was tested by Shapiro wilk then analyzed with paired t test.

Results: Feeding high-fructose and fat diet for 15 days can increase blood glucose levels on both positive control and treatment groups significantly ($p=0,000$). The increasing number of blood glucose levels after fed with high fructose and fat in the positive and treatment group were $77,72\pm 4,63$ and $76,26\pm 5,77$ mg/dL. Being given bilimbi juice for 14 days in treatment group may lower blood glucose levels in rat significantly ($p=0,000$). The number of decrease is $-36,49\pm 5,46$ mg/dL.

Conclusion: Bilimbi juice dosage 2ml/200g weight for 14 days can lower blood glucose levels significantly.

Keywords: bilimbi juice, *Averrhoa bilimbi L.*, blood glucose level, hyperglycemia, fructose, fat

¹ Student of Nutrition Science Department, Medical Faculty, Diponegoro University, Semarang

² Lecturer of Nutrition Science Department, Medical Faculty, Diponegoro University, Semarang

PENGARUH PEMBERIAN SARI BUAH BELIMBING WULUH (*AVERRHOA BILIMBI L.*) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH TIKUS *SPRAGUE DAWLEY*

Rikhana Dwi Rahmawati¹, Aryu Candra K²

ABSTRAK

Latar Belakang: Hiperglikemia merupakan kondisi yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi baik makro maupun mikrovaskuler. Resistensi insulin merupakan salah satu faktor yang mendasari terjadinya hiperglikemia. Senyawa antioksidan berupa flavonoid dan vitamin C yang terdapat pada tanaman dan buah-buahan dapat digunakan sebagai obat antihiperglikemia. Buah yang mengandung tinggi flavonoid dan vitamin C adalah belimbing wuluh.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan rancangan *pre-post test with randomized controlled group design*. Subyek penelitian terdiri dari 21 ekor tikus *Sprague Dawley* jantan berusia 2-3 bulan yang dibagi kedalam 3 kelompok. Kelompok kontrol positif dan perlakuan diberikan pakan tinggi fruktosa dan lemak selama 15 hari kemudian kelompok perlakuan diberikan sari buah belimbing wuluh sebanyak 2 mL/200gBB selama 14 hari. Analisis kadar glukosa darah menggunakan metode glukosa oksidase (GOD PAP). Normalitas data diuji dengan *Shapiro Wilk* kemudian dianalisis dengan uji *paired t test*.

Hasil: Pemberian pakan tinggi fruktosa dan lemak selama 15 hari dapat meningkatkan kadar glukosa darah secara signifikan baik kelompok kontrol positif maupun perlakuan ($p=0,000$). Rerata peningkatan kadar glukosa darah setelah diberi pakan tinggi fruktosa dan lemak pada kelompok kontrol positif dan perlakuan adalah $77,72\pm 4,63$ dan $76,26\pm 5,77$ mg/dL. Pemberian sari buah belimbing wuluh selama 14 hari pada kelompok perlakuan dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus secara signifikan ($p=0,000$) dengan rerata penurunan sebesar $-36,49\pm 5,46$ mg/dL.

Kesimpulan: Pemberian sari buah belimbing wuluh dosis 2mL/200gBB selama 14 hari dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus hiperglikemia secara signifikan.

Kata kunci: sari belimbing wuluh, *Averrhoa bilimbi L.*, kadar glukosa darah, hiperglikemia, fruktosa, lemak

¹ Mahasiswa, Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro Semarang.

² Dosen, Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro Semarang.

PENDAHULUAN

Glukosa merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kadar glukosa darah normal adalah terjadinya keseimbangan antara glukosa yang masuk dari usus ke dalam darah dan berpindahnya glukosa dari darah ke dalam jaringan tubuh.¹ Kadar glukosa darah yang berada diatas nilai normal disebut dengan hiperglikemia. Hiperglikemia merupakan kondisi yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi baik makro maupun mikrovaskuler yang dapat mengakibatkan kerusakan organ tubuh.^{2,3} Resistensi insulin adalah salah satu faktor yang mendasari terjadinya hiperglikemia kronis yang juga merupakan risiko penyakit diabetes mellitus dan sindrom metabolik.⁴ Kadar glukosa darah puasa yang normal berkisar antara 50 – 109 mg/dL.^{3,5}

Pemberian fruktosa dan juga margarin dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian fruktosa sebanyak 20 ml selama 6 minggu dapat menyebabkan tikus mengalami diabetes mellitus (> 135 mg/dL).⁶ Pemberian margarin yang telah dicairkan juga diketahui dapat meningkatkan kadar glukosa darah.⁷ Hal ini dikarenakan asupan asam lemak trans yang tinggi dapat menyebabkan inflamasi sistemik yang dapat mempengaruhi jaringan adiposa sehingga menjadi salah satu faktor risiko terjadinya penyakit diabetes mellitus tipe 2.^{8,9} Konsumsi makanan tinggi lemak trans dilaporkan dapat menyebabkan berkurangnya sensitivitas kadar insulin untuk mengontrol kadar glukosa darah.⁷

Saat ini sudah berkembang berbagai penelitian mengenai pemanfaatan tanaman dan buah-buahan sebagai obat antihiperglikemia. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya masyarakat yang menginginkan pengobatan secara alami serta pemanfaatan berbagai macam jenis tanaman serta buah-buahan yang ada di sekitar. Senyawa yang terdapat pada tanaman dan buah-buahan yang sering digunakan sebagai penurun kadar glukosa darah adalah senyawa flavonoid dan juga vitamin C. Flavonoid memiliki kemampuan untuk meregenerasi dan merangsang pelepasan insulin pada sel beta pankreas.¹⁰ Sedangkan vitamin C berperan dalam mengurangi

toksisitas glukosa yang berkontribusi mencegah terjadinya penurunan sel β dan kadar insulin di dalam tubuh.¹¹

Belimbing wuluh merupakan salah satu jenis buah-buahan yang banyak mengandung flavonoid, saponin, dan vitamin C.¹² Belimbing wuluh banyak tumbuh dan berkembang di Indonesia. Buah ini dapat berbuah sepanjang musim sehingga sangat mudah untuk didapatkan. Keunggulan lain dari buah ini adalah harganya yang murah bahkan tidak perlu membeli karena buah ini sangat mudah untuk dijumpai.

Peneliti tertarik untuk menggunakan buah belimbing wuluh sebagai intervensi, selain mempunyai kandungan flavonoid dan vitamin C, tanaman ini juga banyak tumbuh dan berkembang di Indonesia, pemanfaatan buah belimbing wuluh selama ini belum banyak dilakukan. Buah belimbing wuluh selama ini hanya digunakan sebagai campuran dalam pembuatan sayur saja. Sehingga selama ini banyak buah belimbing wuluh yang dibiarkan hingga masak dan jatuh terbang begitu saja.

Penelitian dari Armenia menyatakan bahwa pemberian air perasan belimbing wuluh dengan dosis 30ml/kgBB dapat menurunkan kadar glukosa darah pada mencit dalam waktu 5 hari.¹³ Apabila dikonversikan ke dalam dosis manusia, maka manusia harus mengkonsumsi air perasan belimbing wuluh sebanyak 235,2 mL atau \pm 1 gelas belimbing. Untuk itu dibutuhkan \pm 18 buah belimbing wuluh setiap hari. Hal itu dianggap masih terlalu banyak untuk dikonsumsi sehari-hari.

Terdapat beberapa kasus pada manusia yang mengkonsumsi 15 – 20 buah belimbing wuluh setiap harinya diketahui dapat terjadi penumpukan kristal oksalat.¹⁴ Penelitian dari Armenia juga menyebutkan bahwa konsumsi belimbing wuluh dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan ginjal. Hal ini dikarenakan adanya kandungan oksalat pada buah belimbing wuluh yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada ginjal apabila dikonsumsi secara berlebihan.

Penelitian kali ini akan menguji efek penurunan glukosa darah sari belimbing wuluh pada tikus dengan dosis yang lebih rendah dan sesuai dengan konsumsi manusia sehari-hari agar tidak menimbulkan efek samping.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *true experimental* dengan rancangan *pre-post test with randomized control group design*. Variabel bebas (*independent variabel*) dalam penelitian ini adalah pemberian sari buah belimbing wuluh yang diberikan dengan dosis 2 ml/200gBB tikus. Variabel terikat (*dependent variabel*) dalam penelitian ini adalah kadar glukosa darah setelah pemberian sari buah belimbing wuluh. Variabel terkontrol (*control variable*) adalah galur tikus, umur, jenis kelamin, pakan, kandang, dan sistem perkandangan hewan coba. Pelaksanaan penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro dengan terbitnya *Ethical Clearance* No. 434/EC/FK-RSDK/2015. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Penelitian dilakukan dalam kurun waktu 1 bulan.

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) setelah dipanen, dipisahkan dari daun yang masih menempel kemudian dicuci hingga bersih dengan air mengalir. Sari buah belimbing wuluh diperoleh dengan cara menghaluskan buah belimbing wuluh tersebut dengan menggunakan *juicer* yang kemudian disaring dan dipisahkan dari ampasnya. Sari buah belimbing wuluh yang sudah didapatkan tidak ditambahkan dengan air kemudian disimpan kedalam refrigerator.

Perhitungan sampel minimal hewan coba menggunakan rumus Federeer yaitu sebanyak 6 ekor setiap kelompok, untuk mengantisipasi terjadinya *drop out* maka jumlah sampel tiap kelompok menjadi 7 ekor setiap kelompok. Hewan coba yang digunakan adalah tikus jantan galur *Sprague dawley* dengan usia 2-3 bulan, sehat, tingkah laku dan aktivitas normal. Tikus akan masuk kedalam kriteria eksklusi apabila mati selama masa adaptasi dan perlakuan, mengalami penurunan berat badan sebesar 10% dari awal, dan mengalami perubahan perilaku (menolak makan dan lemas).

Subyek dalam penelitian kali ini adalah 21 ekor tikus. Masing-masing tikus akan ditempatkan pada kandang individu yang telah dibersihkan. Suhu ruangan berkisar antara 25-28⁰ C dengan sirkulasi pencahayaan 12 jam. Selama masa

adaptasi, tikus akan diberikan pakan standar sebanyak 20g/hari. Sebanyak dua puluh satu ekor tikus dibagi menjadi 3 kelompok secara acak, yaitu kelompok kontrol negatif (K-), kelompok kontrol positif (K+), dan kelompok perlakuan (P).

Ketiga kelompok tersebut diadaptasi selama 3 hari. Setelah melalui masa adaptasi, tikus-tikus tersebut akan diambil sampel darahnya guna pemeriksaan kadar glukosa darah awal. Kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan setelah melalui masa aklimasi akan diberikan pakan standar, air minum *ad libitum*, larutan fruktosa 66%, dan margarin yang telah dipanaskan sebanyak 1,7 gram selama 15 hari. Sedangkan untuk kelompok kontrol negatif akan diberikan pakan standar dan air minum *ad libitum*. Setelah itu dilakukan pengambilan darah untuk analisis kadar glukosa darah sebelum perlakuan. *Eksperimen* dilakukan pada kelompok perlakuan dengan cara pemberian sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dengan dosis 2 mL/ 200g BB pada tikus dengan cara sonde 1 kali/hari selama 14 hari. Sedangkan untuk kelompok kontrol negatif dan kontrol positif hanya diberikan pakan standart dan air minum. Setelah 14 hari, tikus akan diambil darahnya kembali untuk dianalisis kadar glukosa darah setelah perlakuan. Pengambilan darah dilakukan pada *plexus retro orbitalis* setelah berpuasa 12 jam. Kadar glukosa darah dianalisis dengan menggunakan metode glukosa oksidase (GOD PAP).

Data yang diperoleh akan diuji normalitasnya dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena $n < 50$. Apabila didapatkan data terdistribusi normal maka akan dilanjutkan dengan uji *paired T test* sedangkan apabila data berdistribusi tidak normal maka akan diuji dengan uji Wilcoxon.

HASIL PENELITIAN

Penelitian mengenai pengaruh pemberian sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap kadar glukosa darah pada tikus *Sprague dawley* jantan yang mengalami hiperglikemia telah dilakukan. Sebanyak dua puluh satu

ekor tikus telah diambil sampel darah untk dianalisis kadar glukosa darah. Data awal, *pre* dan *post* yang telah didapat diuji normalitasnya menggunakan uji *Shapiro-wilk* karena sampel kurang dari 50. Data hasil uji normalitas *Shapiro-wilk* pada tiap kelompok berdistribusi normal ($p>0,05$).

Perubahan Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Pakan Tinggi Fruktosa dan Lemak

Tabel 1. Rata-Rata Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Pakan Tinggi Fruktosa dan Lemak

Kelompok	n	Sebelum ^a (mg/dL±SD)	Sesudah ^b (mg/dL±SD)	Δ (mg/dL±SD)	p
K(-)	7	57,14±2,7	57,80±2,67	0,65±0,29	0,001*
K(+)	7	57,77±3,57	135,50±3,19	77,72±4,63	0,000*
P	7	56,85±3,32	133,11±3,42	76,26±5,77	0,000*

^a = Kadar glukosa darah sebelum diberikan pakan tinggi fruktosa dan lemak

^b = Kadar glukosa darah sesudah diberikan pakan tinggi fruktosa dan lemak

* = Signifikan

Tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kadar glukosa darah pada masing-masing kelompok. Namun apabila dilihat dari nilai rerata peningkatan kadar glukosa darah, maka rerata peningkatan kadar glukosa darah yang besar terdapat pada kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan dengan nilai rerata peningkatan sebesar 77,72 mg/dL dan 76,26 mg/dL. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan tinggi fruktosa dan lemak dapat meningkatkan kadar glukosa darah tikus.

Perubahan Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh

Tabel 2. Rata-Rata Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh

Kelompok	n	Sebelum ^c (mg/dL±SD)	Sesudah ^d (mg/dL±SD)	Δ (mg/dL±SD)	p
K(-)	7	57,80±2,67	58,06±2,81	0,26±0,34	0,091
K(+)	7	135,50±3,19	136,08±3,05	0,58±0,27	0,001*
P	7	133,11±3,42	96,61±3,98	-36,49±5,46	0,000*

^c= Kadar glukosa darah sebelum diberikan sari buah belimbing wuluh

^d= Kadar glukosa darah setelah diberikan sari buah belimbing wuluh

*= Signifikan

Tabel diatas menunjukkan bahwa pada kelompok kontrol negatif tidak terdapat perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan. Sedangkan pada kelompok kontrol positif dan perlakuan terdapat perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan yaitu $p=0,001$ dan $p=0,000$. Setelah dilihat dari tabel perubahan penurunan kadar glukosa darah, kelompok perlakuan yang diberikan sari buah belimbing wuluh mengalami penurunan yang lebih besar dengan rerata penurunan sebesar 36,49 mg/dL. Maka dapat disimpulkan bahwa pada kelompok perlakuan terdapat penurunan kadar glukosa darah yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol positif.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 21 ekor tikus jantan *Sprague dawley* yang dibagi menjadi 3 kelompok secara random, yaitu kelompok kontrol negatif (K-), kelompok kontrol positif (K+), dan kelompok perlakuan (P). Terdapat peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan pada masing-masing kelompok. Rerata kadar glukosa darah setelah pemberian fruktosa pada kelompok kontrol 57,80±2,67 mg/dL, kelompok kontrol positif 135,50±3,19 mg/dL, dan kelompok perlakuan 133,11±3,32 mg/dL.

Kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan mengalami peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan ($p=0,000$) setelah diberikan perlakuan pakan

tinggi fruktosa dan lemak. Hal ini dikarenakan asupan tinggi fruktosa berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan toleransi glukosa, resistensi insulin, dan hiperinsulinemia.¹⁵ Pemberian fruktosa secara terus menerus masuk ke jalur glikolisis yang dapat menyebabkan peningkatan produksi trigliserida. Pemberian fruktosa dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan simulasi lipogenesis secara cepat dan akumulasi trigliserida. Sehingga akan berakibat pada berkurangnya sensitivitas insulin dan resistensi insulin hepatic.^{16, 17}

Fruktosa di metabolisme di hati melalui 2 tahap yang sangat teregulasi dalam glikolisis, dikatalisasi oleh glukokinase/heksokinase dan fosfofruktokinase, keduanya dapat dihambat dengan peningkatan konsentrasi produk sampingannya. Namun sebaliknya, fruktosa memasuki jalur yang tidak diregulasi yang kemudian dimetabolisme menjadi fruktosa-1-fosfat oleh fruktokinase atau ketoheksokinase.¹⁷ Fruktokinase tidak memiliki umpan balik negatif. Fruktosa mengalami fosforilasi oleh enzim ketoheksokinase (KHK) yang menghabiskan ATP sehingga dibentuk asam urat yang menimbulkan efek sistemik dengan cara menurunkan nitrit oksida (NO) sehingga terjadi vasokonstriksi dan penurunan serapan glukosa oleh otot skeletal. Selain terjadinya efek sistemik, asam urat juga menimbulkan efek seluler terhadap sel adiposit dengan cara peningkatan stres oksidatif dan penurunan adiponektin yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan oksidasi lipid hepatic. Terjadinya efek sistemik dan efek seluler asam urat tersebut akan memicu timbulnya resistensi insulin.^{17,18,19,20}

Pemberian margarin juga dapat memicu peningkatan kadar glukosa darah. Margarin mengandung asam lemak trans yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah. Mekanisme peningkatan kadar glukosa darah dengan peningkatan distribusi asam lemak di hati yang dapat meningkatkan glukoneogenesis. Akumulasi trigliserida pada hati semakin lama akan menyebabkan terjadinya resistensi insulin sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa darah.^{7,16} Hal ini juga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pemberian margarin dapat meningkatkan kadar glukosa darah puasa tikus.⁷

Hasil pada tabel 1 menunjukkan adanya peningkatan kadar glukosa darah pada tikus kontrol negatif yang tidak diberikan pakan tinggi fruktosa maupun lemak. Kenaikan tersebut kemungkinan disebabkan karena faktor usia tikus tersebut. Tikus mulai mengalami peningkatan kadar glukosa darah setelah memasuki usia 12 minggu.²¹ Peningkatan usia akan berpengaruh terhadap fungsi organ, salah satunya adalah sel beta pankreas. Sel beta pankreas semakin lama akan mengalami degradasi sehingga dapat menyebabkan penurunan hormon insulin yang dihasilkan. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap peningkatan kadar glukosa darah.²²

Tikus diberi perlakuan dengan pemberian sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) selama 15 hari. Setelah itu dilakukan kembali pengukuran kadar glukosa darah. Dari Tabel 2 diketahui bahwa kelompok perlakuan yang diberi sari buah belimbing wuluh mengalami penurunan kadar glukosa darah yang signifikan ($p=0,000$). Hasil penelitian ini dapat membuktikan bahwa pemberian sari buah belimbing wuluh dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus hiperglikemia.

Sari buah belimbing wuluh mengandung flavonoid yang dapat menurunkan kadar glukosa darah. Flavonoid merupakan senyawa seperti fenol yang berperan sebagai inhibitor glukosidase. Enzim glukosidase berlokasi di *brush border* di dalam usus halus dan dibutuhkan untuk pemecahan karbohidrat sebelum diserap sebagai monosakarida. Inhibitor α -glukosidase menunda absorpsi dari karbohidrat yang didapatkan dari makanan, sehingga dapat mengurangi kadar glukosa darah setelah makan.²³ Selain itu penelitian lain menyebutkan bahwa flavonoid dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan cara menghambat kerusakan sel β pankreas pada pulau langerhans yang menghasilkan insulin dan merangsang pelepasan insulin ke dalam darah. Flavonoid juga dapat mengembalikan sensitivitas reseptor insulin.²⁴

Pengujian kandungan flavonoid dalam sari buah belimbing wuluh telah dilakukan. Diketahui bahwa dalam 100 mL sari buah belimbing wuluh mengandung 41,0309 mg flavonoid (Lampiran 5). Setiap 2 mL sari buah belimbing wuluh mengandung flavonoid sebanyak 0,8206 mg. Pengujian kandungan flavonoid pada

buah belimbing wuluh dalam bentuk utuh belum pernah dilakukan, sehingga tidak diketahui apakah jumlah flavonoid dalam buah belimbing utuh lebih sedikit atau lebih banyak bila dibandingkan dengan sari buah belimbing wuluh. Kandungan flavonoid dalam sari buah belimbing wuluh masih dinilai lebih rendah apabila dibandingkan dengan belimbing wuluh yang dibuat dalam bentuk ekstrak.

Selain flavonoid, di dalam sari belimbing wuluh juga terdapat kandungan vitamin C yang cukup tinggi yaitu sebanyak 32,55 mg/100 mL sari (Lampiran 5). Kandungan vitamin C belimbing wuluh hampir sama dengan kandungan vitamin C yang ada pada buah utuh pada penelitian sebelumnya yaitu sebanyak 32,23 mg.^{25,26} Vitamin C merupakan antioksidan non enzimatis yang memiliki peran penting dalam melindungi kerusakan sel akibat dari radikal bebas.¹⁷ Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pemberian suplementasi vitamin C dapat menurunkan kadar glukosa darah puasa dan HbA1c.²⁷ Namun, mekanisme vitamin C dalam penurunan kadar glukosa darah belum diketahui secara pasti. Vitamin C disinyalir berperan dalam perlindungan terhadap kerusakan yang diakibatkan dari adanya radikal bebas. Vitamin C mengurangi toksisitas glukosa yang berkontribusi mencegah terjadinya penurunan massal sel β dan kadar insulin sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah.¹⁷

Pada kelompok kontrol positif terjadi peningkatan kadar glukosa darah yang signifikan ($p=0,001$). Hal ini belum diketahui secara pasti penyebabnya. Namun kemungkinan dikarenakan akibat dari pemberian pakan tinggi fruktosa dan lemak sehingga respon insulin didalam tubuh belum dapat kembali pada fungsi yang normal. Hal tersebut dapat memicu peningkatan kadar glukosa darah secara terus menerus walaupun pemberian pakan tinggi fruktosa dan lemak sudah dihentikan.

KETERBATASAN PENELITIAN

Tidak dilakukan pengujian kandungan flavonoid pada buah belimbing wuluh utuh sehingga hasil total flavonoid sari belimbing wuluh tidak dapat dibandingkan dengan buah belimbing wuluh utuh.

SIMPULAN

Pemberian sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dengan dosis 2mL/200gBB dapat mempengaruhi kadar glukosa darah tikus yang mengalami hiperglikemia. Terdapat perbedaan secara bermakna antar kelompok sehingga sari buah belimbing wuluh dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif obat antihiperglikemia.

SARAN

1. Dilakukan pengujian efek sari buah belimbing wuluh yang tidak diambil ampasnya terhadap kadar glukosa darah.
2. Dilakukan penelitian mengenai aplikasi buah belimbing wuluh pada produk makanan terhadap kadar glukosa darah.
3. Dilakukan penelitian perbandingan pemberian belimbing wuluh dalam bentuk sari dan buah utuh terhadap kadar glukosa darah.
4. Dilakukan penelitian lanjutan mengenai efek sari belimbing wuluh terhadap kadar glukosa darah manusia

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh karunia kepada penulis. Terimakasih kepada kedua orangtua serta kakak yang menjadi penyemangat utama bagi penulis dan selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil. Terimakasih kepada dr. Aryu Candra, M.Kes.Epid sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dengan baik dan memberikan arahan. Terimakasih kepada dr. Etisa Adi Murbawani, M.Si, Sp.GK dan dr. Martha Ardiaria, M.Si, Med selaku penguji yang telah memberikan masukan demi tersusunnya karya tulis ilmiah ini menjadi lebih baik. Terimakasih kepada Yuli Yulianto sebagai Kepala Laboratorium Gizi PSPG Universitas Gajah Mada atas masukan dan bimbingan selama penelitian. Tak lupa terimakasih kepada semua sahabat dan teman-teman yang telah membantu penulis selama ini.

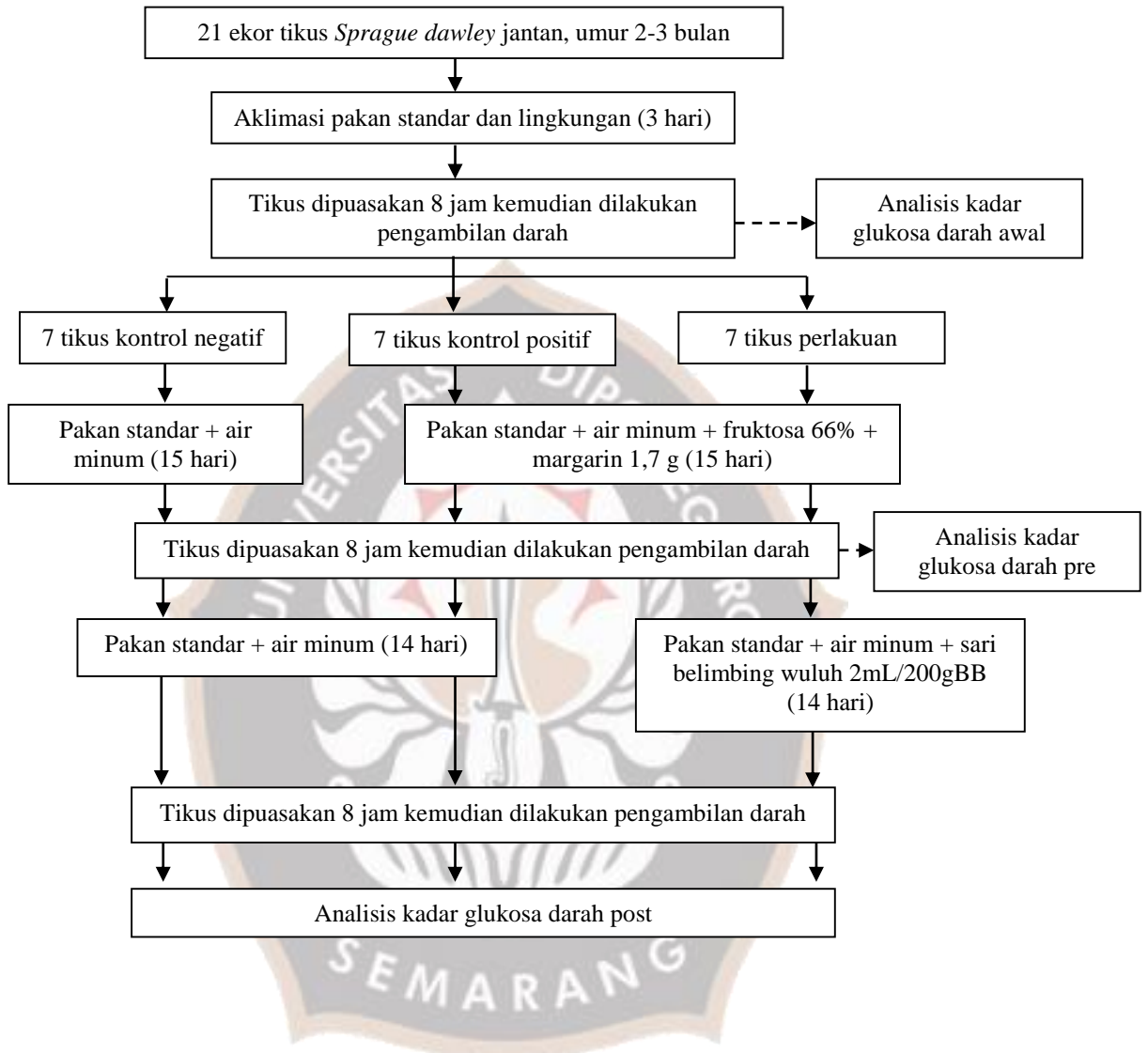
DAFTAR PUSTAKA

1. Candra S. Pengaruh Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi* L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Tikus Sprague dawley Yang Diinduksi Aloksan [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2012.
2. International Diabetes Federation. Panduan Untuk Manajemen Glukosa Pasca Makan [internet]. C2007. [cited 2015 July 9]. Available from: <http://www.idf.org>
3. The National Institute of Health Resource For Stem Cell Research. Stem Cell and Diabetes [internet]. C2009. [cited 2015 July 9]. Available from: <http://stemcell.nih.gov>
4. Kamsu S, Purwastyastuti, Lubis DU, Juwita R, Robbi YK, Besral. Prevalensi dan determinan Sindrom Metabolik pada Kelompok Eksekutif di Jakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2011;6(2):85-90.
5. Baishnab S. Effect of Aegle Marmelos Correea On Blood Glucose Level in Normal And Alloxan-Induced Diabetic Albino Rats. *The Internet Journal Of Pharmacology*. 2012;10(1).
6. Wulandari CE. Pengaruh Pemberian Ekstrak Bawang Merah (*Allium ascalonium*) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Wistar Dengan Hiperglikemia [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro. 2010.
7. Sakti M. Pengaruh Pemberian Margarin Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa Tikus Sprague Dawley. Semarang; Universitas Diponegoro. 2012.
8. Mozaffarian D, Tobias P, Susan EH, Nader R, Kaumudi J, Walter W, et al. Diatary Intake of Trans fatty Acid and Systemic Inflammation in Women. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:606-12
9. Mozumdar A, Liguori G. Persistent Increase of Prevalence of Metabolic Syndrome Among US Adult: NHANES III to NHANES 1999-2006. *Diabetes Care*. 2011;34(1):216-219
10. Dheer R, Bhatnagar P. A Study of The Antidiabetic Activity of Barleria Prionitis Linn. *Indian Journal of Pharmacology*. 2010;42(2):70-3.

11. Winarsi H, Sasongko ND, Purwanto A, Nuraeni I. Ekstrak Daun Kapulaga Menurunkan Indeks Atherogenik dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Induksi Alloxan. *Agritech*. 2013;33(3):237-280.
12. Kumar A.S, Kavimani S, Jayaveera K.N. A Review on Medicinal Plants With Potential Antidiabetic Activity. *International Journal of Phytopharmacology*. 2011;2(2):53-60.
13. Sutrisna E.M, Ermawati S, Mulyadin, Agung M. Uji Praklinis Efek Hipoglikemik Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) dan Daun Tapak Dara (*Catharanthus Roseus G.*). *Pharmacon*. 2012 Juni;13(1):37-40.
14. Nair S, George J, Kumar S, Gracious N. Case Report Acute Oxalate Nephropathy Following Ingestion of *Averrhoa bilimbi* Juice. *Hidawi Publishing Corporation*. 04 June 2014.
15. Prahastuti S. Konsumsi Fruktosa Berlebihan dapat Berdampak Buruk Bagi Kesehatan Manusia. *JKM*. 2011;10(2):173-189
16. Basciano H, Federico L, Adeli K. Fructose, Insuline Resistance, and Metabolic Dysliidemia. *Biomed Central*. 2005;2:5.
17. Khitan Z, Kim DH. Fructose: A Key Factor in the Development of Metabolic Syndrome and Hypertension. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2013:1-12.
18. Johnson RJ, Perez-Posa SE, Sautin YY, Manitius J, Lozada LG, Feig DI, et al. Hypothesis: Could Excessive Fructose Intake And Uric Acid Cause Type 2 Diabetes. *Endocr Rev*. 2009;30(1):96-16.
19. Nakagawa T, Hu H, Zharikov S, Tuttle KR, Short RA, Glushakova O, et al. A Causal Role For Uric Acid In Fructose-Induced Metabolic Syndrome. *Am J Physiol*. 2006;29::F625-F31.
20. Corry DB, Eslami P, Yamamoto K, Nyby MD, Makino D, Tuck ML. Uric Acid Stimulates Vascular Smoot Muscle Cell Proliferation And Oxidative Stress Via The Vascular Renin-Angiotensin System. *J Hypertens*. 2008;26:269-75.

21. Koricanac G, Vulovic M, Radivojsa S, Zakula Z, Ribarac-Stepic N. Age Related Change of Insulin Reseptor, Plasma Insulin, and Glucose Level. *Biogerontology*. 2004;5:345-353.
22. Darmawan I. Patofisiologi Resistensi Insulin. Resisitensi Insulin. Jakarta: PT. Otsuka Indonesia: 2009. Hal 52.
23. Havsteen, Bent H. The Biochemistry and Medical Significance of The Flavonoids. Departemen of Biochemistry, University of Kiel, Olshausenstrasse 40, D-24098 Kiel, Germany. 2002.
24. Atiqoh H. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Infusa Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih Jantan Galur Sprague dawley [Skripsi]. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang; 2006.
25. Kumar KA, Gousiana SK, Anupama, Latha MNV, Latha JMN. A Review On Photochemical Constituents and Biological Assay of Averrhoa Bilimbi. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutic Science Research*. 2-13;3(4):136-139.
26. Lim TK. Adible Medicinal and Non-Medicinal Plants Volume 1, Fruits. New York: Springer;2012.
27. Fadupin GT, Akpoghor AU, Okunade KA. A Comparative Study of Serum Ascorbic Acid Level in People With and Without Type 2 Diabetes in Ibadan, Nigeria. *African Journal of Medicine and Medical Science*. 2007;36:335-339.

LAMPIRAN 1



LAMPIRAN 2

Hasil Uji Kadar Glukosa Darah

No	Kode	Kadar Glukosa Darah (mg/dL)		
		Sebelum	Pre	Post
1	K(-)1	53,44	53,97	54,22
2	K(-)2	56,68	57,32	57,83
3	K(-)3	55,87	56,9	57,03
4	K(-)4	58,3	58,58	58,23
5	K(-)5	60,73	61,51	62,25
6	K(-)6	60,32	60,67	61,04
7	K(-)7	54,66	55,65	55,82
8	K(+1)	62,75	138,91	139,36
9	K(+2)	55,87	129,71	130,52
10	K(+3)	53,04	137,66	138,15
11	K(+4)	55,06	135,98	136,55
12	K(+5)	56,68	138,08	138,55
13	K(+6)	59,51	134,73	134,94
14	K(+7)	61,54	133,47	134,54
15	P.1	56,68	134,31	97,59
16	P.2	59,11	133,89	100,8
17	P.3	63,16	128,45	91,97
18	P.4	54,25	130,13	96,39
19	P.5	55,87	138,08	94,78
20	P.6	53,44	135,98	92,37
21	P.7	55,47	130,96	102,41

LAMPIRAN 3

Data Penimbangan Berat Badan Tikus

No	Kode	Pengukuran Berat Badan (gram)										
		Hari ke-1	Hari ke-4	Hari ke-7	Hari ke-10	Hari ke-13	Hari ke-16	Hari ke-19	Hari ke-22	Hari ke-26	Hari ke-29	Hari ke-31
1	K(-)1	128	131	133	133	137	138	140	145	148	150	154
2	K(-)2	116	119	121	123	123	126	131	134	138	141	145
3	K(-)3	132	134	135	139	140	142	147	150	153	157	163
4	K(-)4	129	130	134	135	136	140	143	148	150	153	157
5	K(-)5	133	134	138	140	140	144	148	152	155	159	162
6	K(-)6	134	137	137	138	143	145	149	154	157	161	164
7	K(-)7	129	130	134	134	137	138	141	146	150	154	157
8	K(+1)	134	140	145	148	155	159	164	170	175	181	185
9	K(+2)	140	144	150	154	158	166	170	179	185	190	196
10	K(+3)	141	146	152	154	160	168	171	182	189	192	198
11	K(+4)	138	143	149	155	159	163	168	175	181	184	190
12	K(+5)	129	135	140	146	150	155	158	166	172	177	179
13	K(+6)	130	137	139	145	151	157	164	170	176	181	185
14	K(+7)	131	135	141	144	150	156	159	168	174	179	184
15	P.1	138	144	149	154	159	163	165	171	175	179	184
16	P.2	130	136	141	145	149	156	159	163	168	173	179
17	P.3	128	133	139	142	147	152	156	160	164	168	173
18	P.4	133	139	144	149	151	159	164	167	170	175	180
19	P.5	132	136	142	148	153	157	163	165	168	171	179
20	P.6	129	135	140	145	151	155	158	161	166	169	176

21	P.7	140	144	151	154	159	166	170	175	180	183	186
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



LAMPIRAN 4

1. Hasil Uji Normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Kat_kelompok		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar_glukosa_darah_pre1	kontrol negatif	.160	7	.200*	.947	7	.701
	kontrol positif	.192	7	.200*	.950	7	.729
	perlakuan	.235	7	.200*	.896	7	.305
Kadar_glukosa_darah_pre2	kontrol negatif	.144	7	.200*	.971	7	.904
	kontrol positif	.178	7	.200*	.926	7	.521
	perlakuan	.164	7	.200*	.969	7	.888
Kadar_glukosa_darah_post	kontrol negatif	.190	7	.200*	.964	7	.850
	kontrol positif	.179	7	.200*	.920	7	.473
	perlakuan	.143	7	.200*	.941	7	.645
delta_1	kontrol negatif	.157	7	.200*	.937	7	.610
	kontrol positif	.204	7	.200*	.941	7	.647
	perlakuan	.256	7	.183	.885	7	.249
delta_2	kontrol negatif	.209	7	.200*	.964	7	.849
	kontrol positif	.231	7	.200*	.930	7	.551
	perlakuan	.198	7	.200*	.928	7	.533

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

2. Hasil uji Paired T Test

a. Kelompok kontrol negatif

1). Uji beda kadar glukosa darah sebelum dan pre

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_sblm - kadar_glukosa_pre	-,65714	,29381	,11105	-,92887	-,38541	-5,918	6	,001

2). Uji beda kadar glukosa darah pre dan post

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_pre - kadar_glukosa_post	-,26000	,34210	,12930	-,57639	,05639	-2,011	6	,091

b. Kelompok kontrol positif

1). Uji beda kadar glukosa darah sebelum dan pre

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_sblm - kadar_glukosa_pre	-77,72714	4,63059	1,75020	-82,00972	-73,44456	-44,410	6	,000

2). Uji beda kadar glukosa darah pre dan post

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_pre - kadar_glukosa_post	-,58143	,27901	,10546	-,83947	-,32339	-5,513	6	,001

c. Kelompok perlakuan

1). Uji beda kadar glukosa darah sebelum dan pre

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_sblm - kadar_glukosa_pre	-76,26000	5,77331	2,18210	-81,59942	-70,92058	-34,948	6	,000

2). Uji beda kadar glukosa darah pre dan post

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar_glukosa_pre - kadar_glukosa_post	36,49857	5,46640	2,06610	31,44300	41,55415	17,665	6	,000



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI

LAPORAN HASIL UJI


(Analysys Certificate)

No.PS/261/VIII/2015

Nomor Pengujian : PS/402/VII/2015
(Analysis Report Number)
Nama Pelanggan : Rikhana Dwi Rahmawati
(Name of client)
Alamat Pelanggan :
(Address of client)
No. Telepon Pelanggan :
(Phone No. of client)
Contoh Uji : Padatan
(Type of sample)
Tanggal Penerimaan Contoh Uji : 1 Juli 2015
Tanggal Pengujian : 2 Juli 2015
Metode Uji :
(Analysis Method)
Hasil Uji :
(Analysis Result)

No.	Kode sampel	Hasil Analisa		
		Vitamin C Mg/100g	Flavonoid Mg/100g	Kalium %
1.	Belimbing Wuluh	30.8393	40.7189	0.07
		34.2659	41.3429	0.07

Yogyakarta, 11 Agustus 2015
Ketua Devisi Pelayanan Masyarakat,


Prof. Dr. Ir. Sutardi, M.App.Sc.
NIP. 19481103197411001