

REVISI

PENGARUH PEMBERIAN PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca forma
typical*) TERHADAP KADAR KOLESTEROL TOTAL TIKUS
SPRAGUE DAWLEY
PRA SINDROMA METABOLIK

Artikel Penelitian

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



disusun oleh

SITI NUR HIDAYATI

22030111130056

PROGRAM STUDI ILMU GIZI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Artikel penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) Terhadap Kadar Kolesterol Total Pada Tikus *Sprague Dawley* Pra-Sindrom Metabolik” telah dipertahankan di hadapan penguji dan telah direvisi.

Mahasiswa yang mengajukan

Nama : Siti Nur Hidayati

NIM : 22030111130056

Fakultas : Kedokteran

Program Studi : Ilmu Gizi

Universitas : Diponegoro Semarang

Judul Artikel : Pengaruh Pemberian Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) Terhadap Kadar Kolesterol Total Pada Tikus *Sprague Dawley* Pra-Sindrom Metabolik

Semarang, 28 September 2015

Pembimbing,

Ahmad Syauqy, S.Gz, M.P.H

NIP. 198503152014041001

THE EFFECT OF “KEPOK” BANANA (*MUSA PARADISIACA FORMA TYPICAL*) ON TOTAL CHOLESTEROL LEVEL IN PRE-METABOLIC SYNDROME *SPRAGUE DAWLEY* RATS

SitiNurHidayati*, Ahmad Syauqy**

ABSTRACT

Background :Metabolic syndrome was a condition of at least three of cardiovascular risk factors. One of the cardiovascular risk factor was dyslipidemia, defined as the abnormality of lipid profile in the blood. Cholesterol level management could be treated with increase the consumption of fiber that have potential to reduce cholesterol level, for example “kepok” banana (*Musa paradisiaca forma typical*). “Kepok” banana contained fiber, inulin, and resistant starch that have the potential to reduce blood cholesterol level. The aim of study was to analyze the effect of “kepok” banana on total cholesterol level in pre metabolic syndrome rats.

Methods :The study was a true experimental with pre-post randomized control group design on the pre metabolic syndrome *Sprague Dawley*. Rats were divided into 4 groups. There were negative control group that was given standard diet, positive control group that was given standard diet and STZ(*Streptozotocin*) and NAD (*nicotinamide*) induction, and two treatment groups that were given standard diet and STZ induction also “kepok” banana at dosages 4,5g/200g and 9g/200g within 21 days. Total cholesterol level checked with CHOD-PAP(*glycerol phosphate oxydase–phenol amino phenazone*). Data were analysed by *Paired t-test* and *Anova*.

Result :The administration of “kepok” banana (*Musa paradisiaca forma typical*)) at 4,5g/200g/day and 9g/200g/day dosages can decrease total cholesterol level from 179,12±7,90 to 143,18±4,39 and 177,81±7,11 to 123,02±4,94 in pre metabolic syndrome rats, it was significant(p=0,000).

Conclusion :“Kepok” banana (*Musa paradisiaca forma typical*) at 4,5g/200g/day and 9g/200g/day dosages for 21 days can decrease total cholesterol level in pre metabolic syndrome rats.

Keyword :“Kepok” banana (*Musa paradisiaca forma typical*), fiber, total cholesterol

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

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

Pengaruh Pemberian Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) Terhadap Kadar Kolesterol Total Tikus *Sprague Dawley* Pra Sindrom Metabolik

Siti Nur Hidayati*, Ahmad Syauqy**

ABSTRAK

Latar Belakang: Sindrom metabolik merupakan kumpulan faktor risiko penyakit kardiovaskular. Salah satu faktor risiko penyakit kardiovaskular adalah dislipidemia yang ditandai dengan abnormalitas profil lipid dalam darah. Pengendalian kadar kolesterol dapat dilakukan dengan meningkatkan asupan serat yang berpotensi menurunkan kadar kolesterol salah satunya adalah buah pisang kepok kuning. Buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiacal forma typical*) mengandung serat, inulin, dan pati resisten yang berpotensi dalam menurunkan kadar kolesterol darah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh buah pisang kepok kuning terhadap kadar kolesterol total pada tikus prasinrom metabolik.

Metode : Jenis penelitian ini adalah *true experimental* dengan *pre-post test randomized control group design* terhadap 28 ekor tikus Sprague Dawley prasinrom metabolik yang kemudian dibagi secara acak dalam 4 kelompok kontrol negatif yang hanya diberikan pakan standar, kontrol positif yang diberikan pakan standar dan induksi STZ (*Streptozotocin*), serta dua kelompok perlakuan yang diberikan pakan standar, induksi STZ dan buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiacal forma typical*) dengan dosis 4,5g/200gBB dan 9g/200gBB selama 21 hari. Kadar kolesterol diperiksa dengan metode CHOD-PAP (*glycerol phosphate oxydase-phenol amino phenazone*). Data dianalisis dengan uji *Paired t-test* dan *Anova*.

Hasil : Pemberian buah kepok kuning dengan dosis 4,5g/200gBB dan 9g/200gBB dapat menurunkan kadar kolesterol total dari 179,12±7,90 menjadi 143,18±4,39 dan 177,81±7,11 menjadi 123,02±4,94 pada tikus *Sprague*

Dawley prasinrom metabolik secara statistik bermakna ($p=0,000$). Secara deskriptif penurunan kadar kolesterol total sebesar 20,06% dan 30,81%. Terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok ($p=0,000$).

Simpulan : Pemberian buah pisang kepok kuning selama 21 hari pada dosis 4,5g/200g/hari dan 9g/200gBB/hari dapat menurunkan kadar kolesterol total pada tikus prasinrom metabolik secara statistik bermakna.

Kata kunci : Pisang kepok kuning (*Musa paradisiacal forma typical*), serat, kadar kolesterol total

*Mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

**Dosen Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik merupakan gangguan metabolic yang ditandai dengan kumpulan penyakit kardiovaskular yang meliputi, obesitas, dislipidemia, resistensi insulin, dan hipertensi. Prevalensi sindrom metabolik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya usia, sebesar 7% pada kelompok usia 20-an dan 44% pada kelompok usia 60-an.¹ Sindrom metabolik diawali dengan adanya satu atau dua tanda dan gejala penyakit kardiovaskular. Keadaan ini dikatakan sebagai pra-sindrom metabolik. Salah satu faktor risiko penyakit kardiovaskular adalah dislipidemia. Dislipidemia merupakan keadaan dimana level profil lipid tidak sesuai dengan nilai normal.² Hiperkolesterolemia merupakan faktor risiko utama aterosklerosis yang mendasari penyakit kardiovaskular.³ Hiperkolesterolemia ditandai dengan terjadinya peningkatan kadar kolesterol total, kolesterol LDL dan serum trigliserida.⁴

Asupan kolesterol dan lemak jenuh yang tinggi serta asupan serat kurang dapat memicu terjadinya penyakit degeneratif.⁷ Upaya yang dilakukan untuk menangani masalah hiperkolesterolemia dapat secara farmakologis dan non farmakologis. Salah satu cara non farmakologis yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengaturan diet.^{9,10} Pengaturan diet yang dianjurkan adalah dengan mengurangi asupan lemak jenuh dan meningkatkan asupan serat.¹¹

Diet serat dapat berpengaruh terhadap pengaturan berat badan, homeostasis glukosa, sensitivitas insulin, dan menurunkan profil lipid dalam darah.¹² Diet tinggi serat dipercaya dapat membantu menurunkan kolesterol dalam darah.¹³ Hal ini terbukti pada penelitian yang dilakukan di Semarang bahwa pemberian jus kacang hijau yang mengandung serat larut air dapat menurunkan kadar kolesterol total setelah 21 hari intervensi.¹⁴ Beberapa mekanisme penurunan kolesterol oleh serat pangan antara lain, menghambat absorpsi kolesterol, mencegah sintesis kolesterol, menurunkan densitas energi makanan sehingga mengurangi sintesis kolesterol dan meningkatkan ekskresi empedu.¹⁵

Serat tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia dan diserap dalam usus kecil, namun dapat dihidrolisis oleh bakteri di dalam usus besar. Serat yang tidak dapat dicerna dalam usus halus, memiliki nilai kalori yang rendah dan difermentasikan oleh mikroflora di dalam kolon serta menstimulir *bifidobacteria*. Salah satu komponen

serat larut air yaitu inulin yang mempunyai efek positif bagi kesehatan, salah satunya dengan meningkatkan *bifidobacteri* dan *laktobacili*.¹⁶ Hal ini karena inulin merupakan prebiotik yang baik untuk pertumbuhan bakteri sehingga dapat meningkatkan proliferasi *bifidobacteria* di usus.¹⁷

Peningkatan jumlah *bifidobacteria* dalam usus akan meningkatkan proses fermentasi dalam usus besar. Hasil fermentasi bakteri dalam usus besar berupa SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) dan gas-gas(CO₂, CH₄, dan H₂).¹⁸ SCFA merupakan asam lemak rantai pendek yang dihasilkan dari fermentasi serat larut air oleh bakteri di dalam kolon.¹³ SCFA terdiri dari, asam asetat, asam propionat, dan asam butirat. SCFA yang meningkat akibat dari proses fermentasi dapat berpengaruh positif pada penurunan kejadian sindrom metabolik, karena SCFA dapat menurunkan kolesterol dalam darah dan menurunkan glukosa darah.¹⁹

Khususnya asam propionat dapat memberikan efek menurunkan kolesterol dari serat. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan di tikus, bahwa SCFA dapat menekan sintesis kolesterol di hati maupun di usus.¹⁹ Selain itu, penelitian lain juga melaporkan bahwa asam propionat dapat menekan sintesis kolesterol.²⁰ Penelitian yang dilakukan oleh Hiroshi hara menyimpulkan bahwa sampel yang diberikan campuran SCFA (asam asetat, asam propionat, dan asam butirat) mengalami penurunan sintesis kolesterol sehingga kolesterol darah menurun serta peningkatan ekskresi asam empedu.¹⁹

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang menonjol di Indonesia.²¹ Salah satu jenis pisang yang dikenal di Indonesia adalah pisang kepok (*Musa paradisiaca forma typical*). Pisang kepok termasuk jenis pisang olahan.²² Pisang merupakan salah satu prebiotik yang baik. Prebiotik merupakan nutrisi untuk bertumbuhnya bakteri baik dalam usus yang bermanfaat bagi kesehatan. Hal ini karena pisang mengandung fruktooligosakarida sebesar 0,3% sebagai prebiotik. Selain itu, pisang kepok merupakan jenis pisang *plantain* yang memiliki kandungan pati resisten dan serat yang tinggi.²³ Salah satu serat larut air yang terkandung dalam pisang adalah inulin. Kandungan inulin rata- rata pada pisang adalah sebanyak ±1g/100g.²⁴ Sedangkan untuk kandungan inulin pada ekstrak buah pisang adalah sebanyak 2,10%.²⁵

Pisang merupakan buah dengan kandungan inulin yang lebih sedikit dibandingkan umbi-umbian, namun dibandingkan dengan buah yang lain pisang merupakan buah yang memiliki kandungan inulin yang cukup tinggi.²⁶ Pisang kepok kuning memiliki buah yang lebih padat dan rasanya yang enak. Dibandingkan dengan pisang kepok putih, pisang kepok kuning memiliki rasa yang lebih manis sehingga lebih disukai oleh masyarakat.²⁷ Warna kuning pada pisang kepok kuning menunjukkan adanya kandungan karotenoid. Karotenoid yang terdapat pada buah-buahan dan sayuran memiliki peran dalam mencegah penyakit kardiovaskular.²⁸ Salah satu karotenoid dalam pisang kepok adalah β karoten. Kandungan β karoten pada pisang kepok adalah 2,4 mg/100g.²⁹

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM Yogyakarta untuk pemeriksaan kandungan inulin buah pisang kepok. Sedangkan untuk pemeliharaan hewan coba, perlakuan, pengambilan sampel, pemeriksaan biokimia sampel serta pemeriksaan kandungan proksimat dan aktivitas antioksidan buah pisang kepok dilakukan di Laboratorium Pusat Pangan dan Gizi PAU UGM Yogyakarta. Penelitian berlangsung bulan Juni-Juli 2015. Ruang lingkup penelitian ini adalah gizi klinik dengan rancangan penelitian eksperimen murni/*true experimental* dengan *randomized pre and post test control group design*. Variabel bebas (*independent variable*) adalah pemberian buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca forma typical*). Variabel terikat (*dependent variable*) adalah kadar kolesterol total.

Populasi penelitian ini adalah tikus jantan dengan galur *Sprague Dawley*. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus *Federer* dengan jumlah kelompok empat kelompok, sehingga didapatkan jumlah sampel sebanyak 28 ekor tikus. Kriteria inklusi yang digunakan adalah tikus jantan, umur tikus 8-12 minggu, tikus sehat. Kriteria eksklusi meliputi tikus sakit atau tikus mati. Beberapa ciri tikus sakit antara lain bulu rontok, gerak kurang aktif, dan berat badan turun secara drastis.

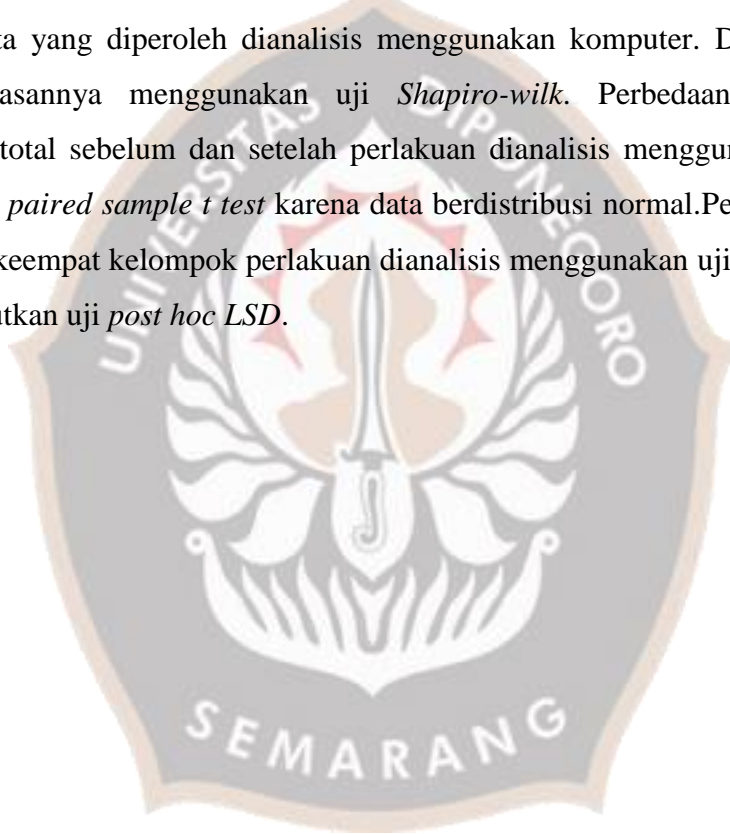
Tikus dibagi kedalam empat kelompok. Kelompok kontrol negatif merupakan tikus sehat. Kelompok kontrol positif, perlakuan 1, dan perlakuan 2 merupakan tikus yang dikondisikan pra sindrom metabolik dengan induksi STZ(*Streptozotocin*) dan NAD. Induksi STZ diberikan dengan dosis 65mg/kg dan NAD 230mg/kg secara *intraperitoneal*. Kondisi pra sindrom metabolik dengan menjadikan tikus hiperglikemia, hipertrigliserida, dan hiperkolesterol. Kadar glukosa darah normal pada tikus sebesar 55-135 mg/dL, kadar trigliserida 25-145 mg/dL,³⁰serta tikus hiperkolesterolemia jika kadar kolesterol total >110 mg/dL.³¹ Selama penelitian berlangsung semua kelompok diberikan pakan standar ADII. Komposisi dari pakan standar ADII berupa jagung kuning, *soy bean meal* (SBM), *meat bone meal* (MBM), *corn gluten meal* (CGM), *palm olein*, asam amino esensial, mineral esensial, premix, dan vitamin. Pakan standar dan air minum diberikan secara *ad libitum*. Kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2 diberikan intervensi berupa buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca forma typical*) dengan dosis masing-masing 4,5 gram/200 gram BB dan 9 gram/200 gram BB. Pemberian intervensi buah pisang kepok kuning dilakukan selama 21 hari. Buah pisang kepok kuning dihomogeniser sehingga terbentuk lumatan tanpa penambahan air. Pemberian lumatan buah pisang kepok kuning ke tikus menggunakan sonde.

Dilakukan uji proksimat, uji kandungan inulin, uji kandungan serat kasar dan uji total antioksidan pada 100g pisang kepok kuning matang. Uji kandungan proksimat meliputi air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat. Metode yang digunakan untuk menguji proksimat antara lain, analisis kadar abu menggunakan metode *Dry Ashing*, analisis kadar air total dengan metode termogravimetri, analisis kadar lemak total dengan metode soxhletasi, analisis kadar protein total dengan metode kjeldahl, dan analisis karbohidrat dengan perhitungan $100\% - (\text{abu} + \text{air} + \text{pritein} + \text{lemak})$.³² Metode untuk uji total antioksidan adalah dengan DPPH(*1,1-diphenyl-2-picrylhydrzyl*).³³ Uji kandungan inulin menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).³⁴

Data yang diambil merupakan data primer yaitu kolesterol total darah tikus. Pengambilan darah untuk pemeriksaan kolesterol total dilakukan sebanyak dua kali,

yaitu sebelum intervensi dimulai dan sesudah intervensi selesai. Pengambilan sampel darah pada tikus dengan melalui *pleksus retroorbitalis*. Pengambilan darah sebelum intervensi dilakukan 5 hari setelah tikus diinduksi STZ dan NAD. Pengambilan darah setelah intervensi dilakukan setelah 21 hari pemberian buah pisang kepok kuning. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya penurunan kolesterol total sebelum dan sesudah perlakuan. Setiap pengambilan darah, tikus dipuasakan selama 12 jam terlebih dahulu. Kadar kolesterol total diperiksa secara *enzymatic colorimetric* dengan metode CHOD-PAP (*glycerol phosphate oxydase-phenol amino phenazone*).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan komputer. Data tersebut diuji kenormalitasannya menggunakan uji *Shapiro-wilk*. Perbedaan rata-rata kadar kolesterol total sebelum dan setelah perlakuan dianalisis menggunakan uji statistik parametrik *paired sample t test* karena data berdistribusi normal. Perbedaan pengaruh dosis dari keempat kelompok perlakuan dianalisis menggunakan uji statistik ANOVA dan dilanjutkan uji *post hoc LSD*.



HASIL PENELITIAN

Kandungan proksimat, inulin, dan total antioksidan pisang kepok kuning

Berikut adalah kandungan proksimat, serat kasar, inulin, dan total antioksidan pada 100g buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca forma typical*).

Tabel 1. Kandungan proksimat, inulin, dan total antioksidan buah pisang kepok kuning

Kandungan	Hasil analisa
Kandungan proksimat :	
Air	65,94%
Abu	0,72%
Lemak	0,19%
Protein	1,75%
Karbohidrat	31,4%
Total	100%
Serat kasar	1,14%
Kandungan inulin	0,1265%
Total antioksidan	12,34%

Kondisi Subjek Setelah Induksi STZ (*Streptozotocin*) dan NAD (*Nicotinamide*)

Berikut adalah hasil pengkondisian tikus pra-sindrom metabolik berupa kadar glukosa darah puasa, kadar trigliserida, dan kadar kolesterol total.

Tabel 2. Hasil Pengkondisian Tikus Pra-Sindrom Metabolik

Kategori	Normal	Hasil Rerata±s.b.
Kadar glukosa darah puasa	55-135 mg/dL	221,18±1,29
Kadar trigliserida	25-145 mg/dL	81,6 ± 6,95
Kadar kolesterol total	<110 mg/dL	179,05±6,27

Setelah diinduksi STZ dan NAD tikus mengalami hiperglikemia dan hiperkolesterolemia. Namun, tikus tidak mengalami hipertrigliserida. Hal ini tikus tidak dapat dikategorikan sebagai pra sindrom metabolik namun berisiko terjadinya pra sindrom metabolik.

Berat badan subjek

Tabel 3 menampilkan perbedaan dan perubahan berat badan sebelum dan sesudah induksi STZ.

Tabel 3. Hasil Analisis Rerata Berat Badan Subjek Sebelum dan Sesudah Induksi STZ

Berat badan	N	Sebelum Rerata±s.b. (gram)	Sesudah Rerata±s.b. (gram)	Δ Rerata±s.b. (gram)	%Δ	p
K-	7	108,14±16,48	112,57±18,13	4,42±2,22 ^a	4,08	0,002 ^{b*}
K+	7	144,42±28,28	139,71±24,98	-4,71±3,35 ^a	-3,26	0,018 ^{c*}
P1	7	125,71±9,65	122,00±7,72	-3,71±3,03 ^a	-2,95	0,018 ^{b*}
P2	7	123,28±24,75	116,28±27,75	-7,00±4,61 ^a	-5,67	0,007 ^{b*}

^aUji *Kruskal-Wallis*

^bUji *Paired t-test*

^cUji *Wilcoxon* *berbeda bermakna

Keterangan : K- : kelompok kontrol negatif

K+ : kelompok kontrol positif

P1 : kelompok perlakuan buah pisang kepok 4,5g/200gBB

P2 : kelompok perlakuan buah pisang kepok 9g/200gBB

Berdasarkan hasil uji *Paired t-test* pada tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan berat badan secara signifikan antara sebelum dan sesudah induksi STZ pada kelompok kontrol negatif, perlakuan 1, dan perlakuan 2. Data kelompok kontrol positif berdistribusi tidak normal, sehingga berdasarkan uji *Wilcoxon* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan berat badan sebelum dan sesudah induksi STZ secara signifikan.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* untuk melihat perubahan berat badan antar kelompok diperoleh nilai signifikansi sebesar $p=0,001$ sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan perubahan berat badan secara bermakna. Terjadi penurunan berat badan pada kelompok kontrol positif, perlakuan 1, dan perlakuan 2 masing-masing sebesar 3,26%, 2,95%, dan 5,67%. Sedangkan untuk kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan berat badan yaitu sebesar 4,08%.

Tabel 4. Hasil Analisis Rerata Berat Badan Subjek Sesudah Induksi STZ dan Setelah Intervensi

Berat badan	N	Setelah induksi STZ Rerata±s.b. (gram)	Setelah Intervensi Rerata±s.b. (gram)	Δ Rerata±s.b (gram)	%Δ	P
K-	7	112,57±18,13	133,57±18,13	21,00±0,00 ^c	18,6	0,008 ^{a*}
K+	7	139,71±24,98	125,85±24,81	-13,85±0,89 ^c	-0,09	0,014 ^{a*}
P1	7	122,00±7,72	142,71±7,93	20,71±0,48 ^c	16,97	0,000 ^{b*}
P2	7	116,28±27,75	137,28±28,15	21,00±0,57 ^c	18,05	0,000 ^{b*}

^aUji *Wilcoxon*

^bUji *Paired t test*

^cUji *Kruskal-Wallis* * berbeda bermakna

Berdasarkan hasil uji *Wilcoxon* pada kelompok kontrol negatif dan kontrol positif menunjukkan adanya perbedaan berat badan yang bermakna antara sesudah induksi STZ dan setelah intervensi. Begitu juga hasil uji *paired t test* pada kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2 menunjukkan perbedaan berat badan yang bermakna.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa terdapat perubahan berat badan yang bermakna pada masing-masing kelompok dengan nilai signifikansi sebesar $p=0,000$. Terjadi penurunan berat badan pada kelompok kontrol positif sebesar 0,09%. Peningkatan berat badan terbesar terjadi pada kelompok kontrol negatif diikuti dengan kelompok perlakuan 2 dan yang terakhir kelompok perlakuan 1.

Analisis Perubahan Kadar Kolesterol Total Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Gambaran perbedaan rerata kadar kolesterol total sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan uji *paired t test*. Perbedaan kadar kolesterol total antar kelompok dan perubahan kadar kolesterol total diuji dengan *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan uji *LSD* untuk melihat masing-masing kelompok yang berbeda.

Tabel 5. Rerata Kadar Kolesterol Total Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Kelompok	N	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan	Δ	$\% \Delta$	P
		Rerata \pm s.b. (mg/dL)	Rerata \pm s.b. (mg/dL)	Rerata \pm s.b. (mg/dL)		
K-	7	87,43 \pm 3,87 ^b	87,87 \pm 4,06 ^b	0,43 \pm 0,68 ^{b*}	0,49	0,144 ^a
K+	7	180,24 \pm 3,82 ^b	180,26 \pm 3,38 ^b	0,02 \pm 0,64 ^{b*}	0,001	0,915 ^a
P1	7	179,12 \pm 7,90 ^b	143,18 \pm 4,39 ^b	-35,94 \pm 9,02 ^{b*}	-20,06	0,000 ^{a*}
P2	7	177,81 \pm 7,11 ^b	123,02 \pm 4,94 ^b	-54,79 \pm 11,04 ^{b*}	-30,81	0,000 ^{a*}

^aUji *paired t test*

^bUji *Anova* * berbeda bermakna

Uji post-hoc LSD sebelum perlakuan : K- vs K+, K- vs P1, dan K- vs P2 p<0,001; K+ vs P1 p=0,730; K+ vs P2 p=0,454; P1 vs P2 p=0,684. Setelah perlakuan : K- vs K+; K- vs P1; K- vs P2; K+ vs P1; K+ vs P2; P1 vs P2 p<0,001

Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar kolesterol total sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok kontrol. Namun, terdapat perbedaan kadar kolesterol total sebelum dan sesudah intervensi (p=0,000) pada kelompok perlakuan. Hasil uji *Anova* menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada kolesterol total antara sebelum dan sesudah perlakuan dengan signifikansi sebesar p=0,000. Sehingga, dilanjutkan uji *post hoc* untuk melihat kelompok yang berbeda. Perubahan kadar kolesterol total sebelum dan sesudah perlakuan terdapat perbedaan secara signifikan (p=0,000).

Hasil uji *post hoc* menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada kadar kolesterol total sebelum perlakuan antara kelompok kontrol negatif dengan kelompok kontrol positif (p=0,000), kelompok kontrol negatif dengan perlakuan 1 (p=0,000), dan kelompok kontrol negatif dengan perlakuan 2 (p=0,000). Uji *post hoc* setelah perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar masing-masing kelompok (p=0,000).

Hasil uji *Anova* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perubahan kadar kolesterol total antar kelompok secara bermakna. Kelompok perlakuan 1 dengan buah kelok kuning dosis 4,5g/200gBB dapat menurunkan kadar kolesterol total yaitu sebesar 20,06% dan kelompok perlakuan 2 dengan dosis 9g/200gBB dapat menurunkan kadar kolesterol total yaitu sebesar 30,81%.

PEMBAHASAN

Kondisi pra-sindrom metabolik ditandai dengan adanya satu atau dua faktor risiko penyakit kardiovaskular. Pada penelitian ini untuk mengkondisikan tikus menjadi pra sindrom metabolik adalah dengan menggunakan induksi STZ sebesar 65mg/kg dan NAD 230mg/kg. Induksi STZ dan NAD ini akan membuat tikus menjadi hiperglikemia dan hiperkolesterolemia. STZ masuk ke sel β Langerhans melalui transporter glukosa GLUT 2 menghasilkan perubahan DNA sel β pankreas yang mengakibatkan kerusakan pada sel β pankreas.

Kerusakan sel β pankreas akibat dari sifat STZ sebagai donor NO (*nitric oxide*) yang berkontribusi dalam peningkatan aktivitas guanilil siklase dan pembentukan cGMP. Adanya kerusakan sel β pankreas mengakibatkan produksi insulin sangat rendah. Hal tersebut mengakibatkan penurunan *uptake* glukosa dalam otot dan jaringan adiposa sehingga kadar glukosa darah tinggi tetapi tidak dimanfaatkan secara optimal untuk membentuk energi. Oleh karena itu, energi diperoleh melalui peningkatan katabolisme protein dan lemak sehingga terjadi perangsangan lipolisis serta peningkatan asam lemak bebas dan gliserol darah.³⁵ Peningkatan lipolisis mengakibatkan peningkatan konsentrasi NEFA (*Non-Esterified Fatty Acids*). Peningkatan NEFA akan memberikan kontribusi terjadinya dislipidemia, peningkatan konsentrasi trigliserida plasma, menurunnya kolesterol HDL (*High-Density-Lipoprotein*), peningkatan konsentrasi kolesterol LDL (*Low-Density-Lipoprotein*).³⁶ Namun, pada penelitian ini pemberian induksi STZ tidak dapat membuat tikus hipertrigliserida. Hal ini ini karena defisiensi insulin dapat menghambat terbentuknya acil Co-A yang merupakan bagian dari terbentuknya trigliserida.³⁷ Sehingga walaupun trigliserida meningkat akibat dari lipolisis tetapi tidak terjadi hipertrigliserida.

Penurunan *uptake* glukosa dalam otot dan jaringan adiposa berakibat pada penurunan berat badan. Hal ini dikarenakan tubuh tidak dapat memanfaatkan glukosa secara optimal untuk energi sehingga terjadi perubahan metabolisme katabolisme protein dan lemak. Ciri khas penderita diabetes mellitus yang tidak terkontrol adalah adanya penurunan berat badan.³⁵ Hal ini terlihat pada tabel 3 yang menunjukkan adanya

perbedaan perubahan berat badan antar kelompok secara statistik yang bermakna. Terdapat tiga kelompok yang diinduksi STZ. Ketiga kelompok yang diinduksi STZ mengalami penurunan berat badan masing-masing sebesar 3,26%, 2,95%, dan 5,67%. Penelitian yang berlangsung di Korea menyebutkan bahwa tikus yang diinduksi STZ selama 14 hari mengalami penurunan berat badan rata-rata sebesar $2,9 \pm 0,50 \text{g/hari}$.³⁸ Namun, terjadi peningkatan berat badan pada kelompok kontrol negatif sebesar 4,08%. Hal ini disebabkan karena pada kelompok ini tidak diinduksi STZ sehingga tidak terjadi perubahan metabolisme protein dan lemak.

Perubahan berat badan tikus terjadi selama intervensi berlangsung. Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan berat badan pada kelompok kontrol positif. Terjadi peningkatan berat badan pada kelompok kontrol negatif, kelompok perlakuan 1 dan kelompok perlakuan 2. Peningkatan berat badan terbesar terjadi pada kelompok kontrol negatif kemudian diikuti kelompok perlakuan 2. Kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan berat badan karena tikus tidak mengalami gangguan metabolisme protein dan lemak, sehingga glukosa dapat dimanfaatkan tubuh sebagai energi. Kelompok perlakuan 2 mengalami peningkatan lebih besar dibandingkan kelompok perlakuan 1 karena terjadi perbaikan penggunaan nutrisi oleh tubuh sehingga terjadi perbaikan massa otot dan peningkatan berat badan.⁴⁹ Selain itu, kandungan karbohidrat yang ada pada buah pisang kepok berperan dalam penambahan kalori.⁴⁰ Kandungan karbohidrat dan vitamin B kompleks yang terkandung dalam buah pisang merupakan sumber energi yang dapat digunakan secara cepat.⁴¹ Hal ini didukung dengan hasil uji kandungan karbohidrat yang ada pada buah pisang kepok kuning sebesar 31,4% per 100g buah pisang kepok kuning.

Buah pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca forma typical*) diharapkan dapat menurunkan kadar kolesterol total. Pada penelitian ini, setelah dilakukan intervensi menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna kadar kolesterol total pada kelompok perlakuan. Kadar kolesterol total setelah intervensi pada kedua kelompok perlakuan mengalami penurunan.

Penurunan kadar kolesterol total disebabkan adanya kandungan serat dalam buah pisang kepok kuning. Kandungan serat kasar pada buah pisang kepok dua kali

lipat lebih tinggi dibandingkan serta kasar pada pisang pada umumnya yang hanya sebesar 0,5%.³⁵ Serat tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia dan diserap dalam usus kecil, namun dapat dihidrolisis oleh bakteri di dalam usus besar. Serat yang tidak dapat dicerna dalam usus halus, memiliki nilai kalori yang rendah dan difermentasikan oleh mikroflora di dalam kolon serta menstimulir *bifidobacteria*. Salah satu komponen serat larut air yaitu inulin yang mempunyai efek positif bagi kesehatan, salah satunya dengan meningkatkan *bifidobacteri* dan *laktobacili*.¹⁵ Hal ini karena inulin merupakan prebiotik yang baik untuk pertumbuhan bakteri sehingga dapat meningkatkan proliferasi *bifidobacteria* di usus.¹⁶ Selain itu, kandungan pati resisten yang ada pada buah pisang kepok dimana pati resisten adalah jenis pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan usus halus, sehingga setelah sampai di usus besar akan difermentasi oleh mikroflora kolon.²⁴

Peningkatan jumlah *bifidobacteria* dalam usus akan meningkatkan proses fermentasi dalam usus besar. Hasil fermentasi bakteri dalam usus besar berupa SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) dan gas-gas(CO₂, CH₄, dan H₂).¹⁷ SCFA yang meningkat akibat dari proses fermentasi dapat berpengaruh positif pada penurunan kejadian sindrom metabolik, karena SCFA dapat menurunkan kolesterol dalam darah, menurunkan glukosa darah, dan menurunkan obesitas. Khususnya asam propionat dapat memberikan efek menurunkan kolesterol dari serat. Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan di tikus, bahwa SCFA dapat menekan sintesis kolesterol di hati maupun di usus.¹⁹ Selain itu, penelitian lain juga melaporkan bahwa asam propionat dapat menekan sintesis kolesterol.¹⁹ Penelitian yang dilakukan oleh Hiroshi hara menyimpulkan bahwa sampel yang diberikan campuran SCFA (asam asetat, asam propionat, dan asam butirrat) mengalami penurunan sintesis kolesterol sehingga kolesterol darah menurun serta peningkatan ekskresi asam empedu.²¹ Penurunan kolesterol melalui pencegahan sintesis kolesterol terjadi pada tahap penghambatan aktivitas enzim *HMG-co A reductase*. Enzim ini berperan dalam pembentukan mevalonat yang merupakan produk utama dalam pembentukan kolesterol. Dengan dihambatnya aktivitas enzim *HMG-co A reductase* maka tidak terbentuk mevalonat sehingga tidak terbentuk pula kolesterol.¹⁴

Sifat serat pangan dapat mengikat kolesterol yang berasal dari makanan secara langsung yang selanjutnya akan diekskresikan bersama feses, sehingga kolesterol yang diabsorpsi menjadi berkurang. Kolesterol yang diekskresi tubuh melalui sekresi empedu dalam bentuk tidak teresterifikasi kemudian dikonversi sebagai asam empedu. Asam empedu primer di dalam kantung empedu akan terbentuk garam empedu setelah bergabung dengan glisin dan taurin. Asam empedu primer yang diekskresi empedu ke dalam intestinum akan diabsorpsi kembali ke dalam hati. Asam empedu primer sebagian diubah oleh bakteri menjadi asam empedu sekunder. Asam empedu primer dan sekunder akan bergabung di kolon sebagai kolesterol feses. Kemampuan serat mengikat cairan empedu dalam usus akan membuat hati secara terus menerus mengambil kolesterol dari darah untuk dimetabolisme dan disekresi ke dalam kantung empedu. Akibat dari peristiwa ini, maka kadar kolesterol dalam darah akan berkurang.¹⁴

KETERBATASAN PENELITIAN

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukan uji serat pangan, kandungan pati resisten, dan jenis antioksidan yang ada pada buah pisang kepok kuning. Selain itu, peneliti tidak melakukan tes kadar kolesterol awal sebelum diinduksi STZ.

SIMPULAN

Pemberian buah pisang kepok kuning dengan dosis 4,5g/200gBB/hari dan 9g/200gBB/hari dapat menurunkan kadar kolesterol total pada tikus pra sindrom metabolik secara signifikan.

SARAN

Perlu dilakukan uji kandungan serat pangan, pati resisten, dan jenis antioksidan yang ada dalam buah pisang kepok kuning sehingga diketahui keunggulan kandungan buah pisang kepok kuning untuk membahas lebih dalam mekanisme penurunan kolesterol total.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti sampaikan kepada pembimbing dan penguji atas bimbingan dan saran yang membangun dalam penulisan karya tulis ilmiah ini. Selain itu juga kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saifur R. Patogenesis dan Terapi Sindrom Metabolik. *Jurnal Kardiologi Indonesia*. 2007; 28(2):160-168
2. Nelms M, Kathryn P S, Karen L. Sara L R. *Nutrition Therapy & Pathophysiology Second Edition*. 2010: 805
3. Wresdiyati T, Astawan M, Lusya YH. Super Oxide Dismutase(SOD) Immunohistochemical Profile in Liver Tissue of Rats with Hypercholesterolemia Condition. *Hayati J Biosci*. 2006;13: 85-89
4. Luley C, Ronquist G, Reuter W, Paal V, Gottschling H D, Westphal S, Hattemer A. Point of Care Testing of Triglycerides, Evaluation of the Accutrend Triglycerides System. *Clinical Chemistry*. 2000;46:287-291
5. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Riset Kesehatan Dasar Nasional 2007*. Diunduh dari <http://www.kesehatan.kebumenkab.go.id/data/lapriskesdas.pdf>
6. Soemantri S, Budiarmo LR, Sandjaja. *Survey Kesehatan Rumah Tangga, Status kesehatan masyarakat Indonesia*. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan Replubik Indonesia, 2004. hal 34– 36
7. Waluya T, Nuri A. Hubungan Antara Konsumsi Pangan dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Kolesterol Darah Pria dan Wanita Dewasa di Bogor. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 2013;8(1):9-16
8. Sargowo D, Andarini S. The Relationship Between Food Intake and Adolescent Metabolic Syndrome. *Jurnal Kardiologi Indonesia*. 2011;32:14-23

9. Anwar T B. Dislipidemia sebagai Faktor Risiko Penyakit Jantung Koroner. Universitas Sumatera Utara. 2004
10. Segrest J P. The Role of Non LDL:Non HDL Particles in Atherosclerosis. *Currents Diabetes Reports*. 2002;2(3):282-288
11. Sunita A. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 2002
12. Hijova E, Chmelarova A. Short Chain Fatty Acids and Colonic Health. *Bratislavské lekárske listy*. 2007; 108(8):354-358
13. Yustinus M. Serat Pangan dalam Perspektif Ilmu Gizi. Universitas Gadjah Mada. 2004:2.
14. Amalia R F, Ahmad S. Perbedaan Kadar Kolesterol Total Sebelum dan Sesudah Pemberian Jus Kacang Hijau (*Phaseolus radiates* Linn) Pada Pria Hiperkolesterolemia.[skripsi]. Universitas Diponegoro. 2014
15. Maryanto S, Fatimah S, Marsono Y. Efek Pemberian Jambu Biji Merah terhadap Produksi SCFA dan Kolesterol Caecum Tikus Hiperkolesterolemia. *Jurnal Agritech Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. 2013;33(3)
16. Yustinus M. Prospek Pengembangan Makanan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 2008;7(1)
17. Kaur N, Gupta A K. Applications of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition. *Journal of Biosciences*. 2002;27 (7):703-14
18. Topping D L, Clifton P M. Short-Chain Fatty Acids And Human Colonic Function: Roles Of Resistant Starch And Nonstarch Polysaccharides. *Physiological reviews*. 2001;81(3):1031-64
19. Hara H, Haga S, Aoyama Y, Kiriya S. Short-Chain Fatty Acids Suppress Cholesterol Synthesis in Rat Liver and Intestine. *The Journal of Nutrition*. 1999; 129(5): 942-948
20. Brownlee I A, Dettmar P W, Strugala, V, Pearson J P. The Interaction Of Dietary Fibres With The Colon. *Current Nutrition and Food Science*. 2006;2(3) 243-264
21. Lestari N P A. Formulasi Yoghurt Sinbiotik dengan Penambahan Puree Pisang dan Inulin. Institut Pertanian Bogor. 2011
22. Biro Pusat Statistik. Produktivitas Hortikultura Buah. <http://www.bps.go.id>. 2010

23. Umam M F, Utami R, Widowati E. Kajian Karakteristik Minuman Sinbiotik Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* forma typical) Dengan Menggunakan Strater *Lactobacillus acidophilus* IFO 13951 dan *Bifidobacterium longum* ATCC 15707. *Jurnal Teknisains Pangan*. 2012;1(1)
24. Roberfroid M B. Inulin-Type Fructans : Functional Food Ingredients. *The Journal of Nutrition*. 2007;137(11):2493S-2502S.
25. Retnaningtyas Y, Wulandari L, Rahayu M. Penentuan Kadar Inulin dalam Ekstrak Buah Pisang (*Musa paradisiaca* forma typical.) sebagai prebiotik dengan Metode KLT-Densitometri. Universitas Jember. 2014
26. Minda A. Inulin Sebagai Prebiotik. *Sainstek*. 2009;12(1):1-8
27. Prabawati S, Suyanti, Setyabudi A D. *Teknologi Pasca Panen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. 2008
28. Efraim S, Haryono S, Ferdy S R. Analisis Kandungan Karotenoid Ekstrak Kasar Buah Pisang Tongkat Langit (*Musa troglodytarum*) dengan Menggunakan Spektroskopi NIR(Near Infrared). *Traditional Medicine Journal* .2013;18(1)
29. Wahyuningtyas N. Laporan Praktek Produksi Pembuatan Kerupuk dengan Substitusi Pisang Kepong Kuning. Universitas Sebelar Maret. 2011
30. Mitruka B M. *Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal experimental Animals and Norml Humans*. Second Edition. 1981
31. Maryanto S. Pengaruh Pemberian Serat Buah Jambu Biji terhadap Profil Lipid Serum Tikus Sprague dawley Hiperkolesterolemia. Universitas Diponegoro. 2003
32. Muffiroh I., Indriyati W., Muchtaradi, Setiya Y. Analisis Proksimat dan Penetapan Kadar β -karoten dalam Selai Lembaran Terung Belanda dengan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak. Universitas Padjadjaran
33. Musa K H, Abdullah A, Jusoh K, Subramaniam V. Antioxidant Activity of Pink-Flesh Guava(*Psidium guajava* L.): Effect of Extraction Techniques and Solvent. *Food Analytical Methods*. 2011;4(1):100-107

34. Retananingtyas Y. Determination of Inulin From Multivitamin Syrup Product by High Performance Liquid Chromatography with RI Detector. Indonesian Journal of Chemistry. 2012;12(2):201-205
35. Nugroho A E. Hewan Percobaan Diabetes Mellitus:Patologi Dan Mekanisme Akdi Diabetogenik. Biodiversitas. 2006;7(4):378-382
36. Galisteo M, Duarte J, Zarzuelo A. Effects Of Dietary Fibers On Disturbances Clustered In The Metabolic Syndrome. Journal of Nutritional Biochemistry. 2008,19(2):71-84
37. Koolman J., Roehm KH. Color Atlas og Biochemistry Second edition. Thieme. 2005
38. Hwang H J, Kim S W, Lim J M, Joo J H, Kim H O, Kim H M, Yun J W. Hypoglycemic effect of crude exopolysaccharides produced by a medical mushroom *Phellinus baumii* in streptozotocin-induced diabetic rats. Life Sciences. 2005;76(26):3069-3080
39. Sathishsekar D, Subramanian S. Antioxidant Propoerties of Momordica Charantia (bitter gourd) seeds on Streptozotocin induced diabetic rats. Asia Pacific journal of clinical nutrition. 2005;14(2):153-158
40. Cressey R, Kumsaiyai W, Mangklabruks A. Daily Consumption of Bnana Marginally Improves Blood Glucose and Lipid Profile in Hypercholesterolemic Subject and Increases Serum Adiponectin in Type 2 diabetic patients. Indian Journal of Experimental Biology. 2014;52
41. Rozana C R, Syauqy A. Pengaruh Pemberian Pisang(*Musa paradisiacal*) Terhadap Kelelahan Otot Aerob Pada Atlet Sepak Takraw.[skripsi]. Universitas Diponegoro. 2014