



POTENSI TEH DAUN BAMBU TALI TERHADAP PERUBAHAN INDEKS MASSA TUBUH DAN KADAR TRIGLISERIDA TIKUS SINDROM METABOLIK

The Potential of Tali Bamboo Leaf Tea on Changes in Body Mass Index and Triglyceride Levels in Rat Metabolic Syndrome

Ani Rosa Putri Ayu Mujayanah¹, Yulia Sari², Shanti Listyawati³

¹Pascasarjana Ilmu Gizi, Universitas Sebelas Maret, Jl. Sutami No. 36A Surakarta, 57126, Indonesia

²Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Jl. Sutami No. 36A Surakarta, 57126, Indonesia

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Jl. Sutami No. 36A Surakarta, 57126, Indonesia

E-mail: anirosa385@gmail.com

Diterima: 21-05-2023

Direvisi: 02-07-2023

Disetujui terbit: 18-07-2023

ABSTRACT

Metabolic syndrome is a metabolic disorder such as obesity, hyperglycemia, hypertension, and dyslipidemia that occur simultaneously. The prevalence of metabolic syndrome globally is increasing and the risk of T2DM, cardiovascular, stroke, and death. Metabolic syndrome is related to dyslipidemia due to excess energy intake which can cause oxidative stress and hypertriglyceridemia. Tali bamboo (*Gigantochloa apus Kurz.*) leaf tea contains antioxidants such as flavonoids, tannins, and saponins which have the potential to reduce BMI and triglyceride levels. This study aims to determine the potency of tali bamboo leaf tea on BMI and triglyceride levels in rats metabolic syndrome. This type of research is laboratory experimental with a control group pre-post test design. 30 male Wistar rats, aged 8 weeks, with a weight of 150 – 250 g, which were induced by High Fat High Fructose (HFHFr) for 14 days, then continued with STZ-NA. Rats were divided into 5 groups namely K- (aquades), K+ (metformin), and 3 doses steeping tali bamboo leaf (150, 300, and 450 mg/100 g BW) for 28 days. The BMI of rats was measured using the index Lee and triglyceride levels using the GPO-PAP method. Data were analyzed using paired t-test and One Way ANOVA. The results showed that there was a significant difference ($p < 0,05$) between BMI and triglyceride levels before and after treatment. The effective dose to reduce BMI and triglyceride levels is 300 and 450 mg/100 g BW. Tali bamboo leaf tea has the potential to improve BMI and triglyceride levels so that it can be developed as a therapy for metabolic syndrome.

Keywords: antioxidant, bamboo leaf, dyslipidemia, index Lee, metabolic syndrome

ABSTRAK

Sindrom metabolik merupakan gangguan metabolisme tubuh seperti obesitas, hiperglikemia, hipertensi, dan dislipidemia yang terjadi secara bersamaan. Prevalensi sindrom metabolik secara global semakin meningkat dan berisiko terjadinya DM2, kardiovaskular, stroke dan kematian. Sindrom metabolik berkaitan dengan dislipidemia akibat asupan energi berlebih yang menyebabkan stress oksidatif dan hipertrigliserida. Teh daun bambu tali (*Gigantochloa apus Kurz.*) mengandung antioksidan seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi dalam menurunkan IMT dan kadar trigliserida. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi teh daun bambu tali terhadap IMT dan kadar trigliserida tikus sindrom metabolik. Jenis penelitian ini penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan pre-post test kelompok kontrol. Subjek penelitian ini adalah 30 ekor tikus Wistar, jantan, umur 8 minggu dengan BB 150 – 250 g yang diinduksi *High Fat High Fructose* (HFHFr) selama 14 hari, kemudian dilanjutkan STZ-NA. Tikus dibagi menjadi 5 kelompok yaitu K- (aquades), K+(metformin), dan 3 dosis seduhan teh daun bambu tali (150, 300, dan 450 mg/100 g BB) selama 28 hari. Indeks massa tubuh tikus diukur menggunakan rumus indeks Lee dan kadar trigliserida menggunakan metode GPO-PAP. Data dianalisis menggunakan *paired t-test* dan *One Way ANOVA*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara IMT dan kadar trigliserida sebelum dan setelah perlakuan selama 28 hari. Dosis efektif untuk menurunkan IMT dan kadar trigliserida adalah 300 dan 450 mg/100 g BB. Pemberian teh daun bambu tali berpotensi dalam memperbaiki IMT dan kadar trigliserida sehingga dapat dikembangkan sebagai terapi untuk sindrom metabolik.

Kata kunci: antioksidan, daun bambu, dislipidemia, indeks Lee, sindrom metabolik

Doi: 10.36457/gizindo.v46i2.889

www.persagi.org/ejournal/index.php/Gizi_Indon

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik merupakan kondisi dimana seseorang mengalami beberapa masalah kesehatan yang dapat mengganggu proses metabolisme tubuh, seperti obesitas, hiperglikemia, tekanan darah tinggi, dan dislipidemia.^{1,2} Prevalensi sindrom metabolik meningkat cukup pesat di seluruh dunia, terutama di negara berkembang.³ Menurut *International Diabetic Federation* (IDF), prevalensi sindrom metabolik adalah 20 – 25 persen di seluruh dunia, dan diperkirakan akan terus bertambah pada tahun 2035 hingga mencapai 53 persen.⁴ Berdasarkan data NHANES, prevalensi sindrom metabolik 60 persen lebih banyak terjadi pada orang obesitas dan 22 persen pada orang *overweight*. Prevalensi sindrom metabolik di Indonesia adalah 23,3 persen dari total penduduk, dimana 46 persen terjadi pada wanita dan 28 persen pada pria.⁵

Penyebab sindrom metabolik belum diketahui secara pasti, namun obesitas menjadi salah satu faktor penyebab sindrom metabolik. Obesitas digambarkan sebagai kelebihan berat badan yang dihasilkan dari keseimbangan energi positif, dimana asupan energi lebih tinggi dibandingkan dengan pengeluaran energi.¹ Asupan energi berlebih akan disimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk lemak. Sehingga menyebabkan akumulasi lemak yang abnormal dalam jaringan adiposa.⁶ Akumulasi lemak yang berlebih menyebabkan pengendapan lipid dan menghasilkan lipotoksitas yang menyebabkan terjadinya resistensi insulin. Resistensi insulin meningkatkan radikal bebas yang dapat menyebabkan stress oksidatif. Stress oksidatif akan mengaktifkan intraseluler lipase sensitif hormon yang dapat meningkatkan *Non-Esterified Fatty Acids* (NEFA) sehingga terjadi peningkatan kadar trigliserida.^{7,8} Sindrom metabolik berhubungan dengan dislipidemia, akibat adanya peningkatan penyimpanan lemak dalam adiposit dari asam lemak bebas menjadi trigliserida.⁹ Hipertrigliserida utamanya disebabkan karena peningkatan produksi VLDL oleh hati akibat degradasi apolipoprotein B terhambat dan penurunan kecepatan bersihan akibat kinerja enzim lipoprotein lipase.^{10,11}

Sindrom metabolik meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2,

stroke dan kematian, sehingga perlu untuk ditangani.¹² Penanganan sindrom metabolik meliputi pengendalian berat badan, profil lipid, tekanan darah, dan kadar glukosa darah. Beberapa cara untuk mengatasi sindrom metabolik antara lain terapi farmakologi, non farmakologi, dan terapi bedah.¹³ Terapi farmakologi merupakan terapi dengan menggunakan obat-obatan, salah satunya metformin yang digunakan untuk memperbaiki sensitivitas insulin dan menurunkan berat badan. Namun, penggunaan obat ini menimbulkan efek samping seperti mual, konstipasi, ISK, dan lain sebagainya.^{14,15} Terapi non farmakologi yaitu tanpa menggunakan obat-obatan, dengan cara mengatur pola makan dan melakukan aktivitas fisik. Namun, penderita obesitas mempunyai tingkat kepatuhan yang rendah untuk merubah gaya hidup, sehingga terjadi peningkatan berat badan kembali.¹⁶ Selain itu, terapi bedah merupakan cara terakhir untuk menangani obesitas pada penderita sindrom metabolik, namun bedah tidak bisa dilakukan pada semua penderita obesitas dan berisiko untuk mengalami obstruksi lambung, malabsorpsi, infeksi bakteri, meningkatkan morbiditas dan mortalitas perioperatif.^{15,16}

Berbagai cara untuk menangani sindrom metabolik masih terus dikembangkan, namun belum mampu untuk menekan peningkatan prevalensi sindrom metabolik. Oleh karena itu, diperlukan cara lain untuk mengatasi sindrom metabolik yaitu menggunakan bahan alami yang murah, mudah ditemukan, memiliki efek samping dan toksisitas yang rendah dan dinilai lebih efektif. Salah satu tanaman yang digunakan untuk mengatasi sindrom metabolik adalah daun bambu tali. Daun bambu tali tersebar luas di Indonesia. Indonesia merupakan negara ketiga penghasil bambu terbesar di dunia setelah Cina dan Thailand.¹⁷ Daun bambu tali mempunyai bentuk lanset runcing, panjang 20 – 30 cm dan lebar 4 – 6 cm yang mempunyai banyak manfaat untuk kesehatan seperti obesitas, diabetes melitus, hipertensi, dan kolesterol.^{18,19} Daun bambu tali mengandung antioksidan yang cukup tinggi. Antioksidan yang terkandung dalam daun bambu antara lain flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, steroid dan triterpenoid. Antioksidan utama daun bambu adalah flavon dan fenol. Senyawa flavonoid pada daun bambu adalah flavon C-glikosida seperti orientin, isoorientin,

vitexin dan homovitexin.^{19,20} Senyawa fenolik pada daun bambu adalah asam p-coumaric, asam chlorogenic, asam ferulat dan asam klorogenik.²¹ Senyawa ini dapat digunakan untuk menurunkan kadar trigliserida dan membantu untuk menurunkan berat sehingga dapat menurunkan IMT.²²

Flavonoid efektif melawan obesitas karena dapat menghambat enzim lipase pankreas, yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida serta berat badan. Enzim lipase merupakan enzim yang berperan dalam hidrolisis lemak menjadi monogliserida yang dapat meningkatkan asam lemak. Monogliserida diserap di usus kecil dan disimpan di simpanan lemak di jaringan adiposa. Semakin aktif aktivitas enzim lipase, semakin banyak lemak yang terhidrolisis sehingga menghasilkan asam lemak bebas yang lebih banyak. Kondisi ini dapat memicu penimbunan lemak pada jaringan dan menyebabkan obesitas.²³ Tanin dapat menurunkan kadar trigliserida dan berat badan, karena dapat mengganggu berbagai aspek dalam proses pencernaan. Selain itu, saponin dapat menekan nafsu makan sehingga dapat menurunkan berat badan dan indeks massa tubuh.²⁴ Penelitian sebelumnya, membahas mengenai aktivitas antiobesitas teh daun bambu tali pada tikus wistar yang diberi pakan *High Fat Diet* (HFD) terhadap BB, kadar kolesterol dan trigliserida.²² Kebaruan penelitian ini adalah tikus dibuat menjadi sindrom metabolik dengan diberi pakan HFHFr, diinduksi dengan *Nicotinamide* dan *Streptozotocin* untuk mengetahui perubahan IMT dan kadar trigliserida tikus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi teh daun bambu tali terhadap perubahan indeks massa tubuh dan kadar trigliserida tikus sindrom metabolik.

METODE PENELITIAN

Desain, Waktu, dan Tempat

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis potensi teh daun bambu tali pada IMT dan kadar trigliserida, dengan menggunakan rancangan *pre-posttest with control group*. Teknik pengambilan sampel menggunakan randomisasi acak sederhana. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari

sampai Maret 2023 di dua tempat yaitu untuk pembuatan teh daun bambu tali dilaksanakan di laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Negeri Sebelas Maret dan untuk pemeliharaan serta perlakuan hewan coba dilaksanakan di laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret nomor 20/UN27.06.11/KEP/EC/2023.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah tikus putih jantan wistar (*Rattus norvegicus*), umur 8 minggu, berat badan 150 – 250 g. Tikus diperoleh dari laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) Universitas Gadjah Mada di Departemen Pelayanan Pratinik dan Pengembangan Hewan Coba. Sampel penelitian ini minimal 20 ekor dan maksimal 30 ekor tikus. Pada penelitian ini menggunakan 30 ekor tikus yang dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan secara acak sehingga pada setiap kelompok berjumlah 6 ekor tikus. Adapun kriteria untuk pemilihan sampel terbagi menjadi 3 kriteria yaitu kriteria inklusi, eksklusi, dan drop out. Kriteria inklusi antara lain tikus wistar, jantan, umur 8 minggu, berat badan 150 – 250 g, tikus kondisi sehat dimana dapat dilihat berdasarkan aktivitas dan tingkah laku tikus normal serta tidak terdapat kelainan anatomis. Kriteria eksklusi antara lain tikus mengalami perubahan perilaku seperti tidak mau makan minum dan lemas, tikus sakit, mengalami penurunan berat badan > 10 persen setelah adaptasi serta tikus diare. Kriteria tikus yang drop out adalah tikus mati saat penelitian berlangsung.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah kandang tikus, wadah pakan, timbangan, penggaris, oven, pisau, telenan, blender, spuit injeksi, glucometer, jarum suntik, tikus wistar, pakan tikus, sekam untuk alas, daun bambu tali, kapas, tisu, alkohol, aquades, pakan *High Fat High Fructose* (HFHFr) terbuat dari campuran pakan Comfeed, kuning telur bebek, hati ayam dan mentega yang dikeringkan menggunakan oven, mengandung lemak 54,46 persen dan fruktosa 10 persen streptozotocin, nicotinamide, dan reagen GPO-PAP (*goods buffer* pH 7,2, 4

chlorophenol, ATP, *glycerokinase*, *lipoprotein lipase*, *gliserol 3 phosphate oxidase*, *peroxidase*, *Aminoantipyrinel Aminopheazone*).

Pembuatan Teh Daun Bambu Tali

Teh daun bambu tali terbuat dari daun bambu tali (*Gigantocloa apus Kurz.*) segar yang dicuci, disortir dan dikeringkan dengan udara. Kemudian daun bambu dipotong kecil – kecil dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C hingga kering dan diblender. Dosis pemberian teh daun bambu tali pada tikus yaitu 150, 300, dan 450 mg/100 g berat badan tikus diseduh dengan 2,7 ml air. Penentuan dosis ini ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang menggunakan teh daun bambu tali sebagai antiobesitas, dimana terbukti bahwa dosis 1440 mg/Kg BB merupakan dosis efektif teh daun bambu dalam menurunkan BB, kadar kolesterol total dan trigliserida pada tikus obesitas.²²

Perlakuan Hewan Coba

Tikus wistar sebanyak 30 ekor diadaptasi selama 7 hari untuk mengecek kondisi hewan coba. Pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum*,. Kandang tikus harus memiliki pencahayaan dan ventilasi yang memadai, suhu sekitar 25 – 29°C, siklus terang gelap 12 jam dan kelembapan 70 – 90 persen. Tikus dipelihara dalam kandang kotak berbahan polypropylene berukuran 42 x 21 x 20 cm, dengan masing masing kandang besar menampung 6 ekor tikus yang diberi batas transparan.²⁵ Setelah dilakukan adaptasi, tikus dirandomisasi untuk menetapkan kelompok perlakuan secara acak, dimana tikus dibagi menjadi 5 kelompok yang masing-masing kelompok terdiri dari 6 ekor tikus. Kelompok perlakuan dalam penelitian ini yaitu kelompok kontrol negatif (aquades), kontrol positif (metformin 4,5 mg/100 g BB), TDB1 (teh daun bambu tali dosis 150 mg/ 100 g BB), TDB2 (300 mg/ 100 g BB), dan TDB3 (450 mg/100 g BB). Setelah dikelompokkan, tikus dibuat model sindrom metabolik dengan diberi pakan *High Fat High Fructose* (HFHFr) selama 14 hari, kemudian diinduksi dengan 110 mg/Kg BB *Nicotinamide* dan setelah 15 menit dilanjutkan dengan induksi 45 mg/Kg BB *Streptozotocin*, diadaptasi hingga 3 hari. Parameter yang diamati

adalah indeks massa tubuh dan kadar trigliserida tikus sindrom metabolik. Pengukuran indeks massa tubuh tikus menggunakan rumus indeks Lee.²⁶ Berat badan tikus ditimbang menggunakan timbangan digital dan panjang nasoanal tikus menggunakan penggaris atau roll weiji yang dilakukan setiap satu minggu sekali. Panjang nasoanal merupakan panjang badan mulai dari hidung hingga anus.

$$\text{Indeks Lee} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{BB (g) \times 1000}{\text{Panjang nasoanal (cm)}}}$$

Pengambilan sampel darah tikus menggunakan metode plexus retro orbitalis melalui sinus orbitalis dilakukan sebanyak 2 kali yaitu sebelum dan setelah pemberian teh daun bambu tali. Pengambilan sampel darah tikus dilakukan dengan cara tikus dikondisikan dalam keadaan nyaman, kemudian tikus dipegang dan dijepit dengan jari. Selanjutnya, mikrohmatokrit digoreskan pada bawah bola mata ke arah foramen poticus, diputar sebanyak 4 kali sampai melukai plexus dan sampel darah ditampung pada eppendorf.²⁷ Pemeriksaan kadar trigliserida menggunakan metode GPO-PAP.^{28,29} Sampel darah tikus dicampur dengan reagen GPO hingga homogen, diinkubasi pada suhu 37°C dan diukur menggunakan spektrofotometer λ 546 nm. Kadar trigliserida menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Tg} = \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi standar}} \times \text{Kons. standar}$$

Setelah dilakukan pengukuran IMT dan kadar trigliserida sebelum perlakuan, diberi intervensi sesuai dengan kelompok selama 28 hari. Pada hari 29 dilakukan posttest. Tikus dikatakan sindrom metabolik apabila mengalami minimal 3 dari 5 kondisi yaitu kadar GDP > 150 mg/dl, pertambahan BB 8% dari BB awal atau indeks Lee > 300, HDL-C < 50 mg/dl, trigliserida > 104 mg/dl, dan kolesterol total > 140 mg/dl.^{30,31}

Analisis Data

Hasil data dianalisis dengan SPSS versi 16 menggunakan uji *Shapiro wilk* untuk normalitas dan uji *Lavene* tes untuk homogenitas. Data dianalisis menggunakan uji *paired t test* dan *one way ANOVA*, kemudian dilanjutkan *post hoc*, signifikan apabila $p < 0,05$.

HASIL

Indeks Massa Tubuh (IMT)

Tabel 1 menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) antara sebelum perlakuan (*pretest*) dan setelah perlakuan (*posttest*). Hal ini menunjukkan terdapat potensi teh daun bambu tali terhadap IMT pada tikus sindrom metabolik. Untuk mengetahui perbedaan antar kelompok dilakukan uji *One Way ANOVA*. Hasil *One Way ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$) pada kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan. Namun, pada kelompok sebelum perlakuan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa setelah 28 hari perlakuan, kelompok kontrol dan kelompok perlakuan mengalami penurunan IMT. Penurunan IMT paling besar terjadi pada kelompok perlakuan teh daun bambu tali dosis 450 mg/100 g BB yaitu 9,3 persen ($-29,69 \pm 2,15$), diikuti oleh kelompok kontrol positif dan perlakuan teh daun bambu tali dosis 300 mg./100 g BB sebesar 9,2 persen ($-28,75 \pm 0,57$), kemudian diikuti oleh kontrol negatif yaitu sebesar 4,9 persen ($-15,47 \pm 1,30$). Penurunan IMT paling rendah terjadi pada kelompok perlakuan teh daun bambu tali dosis 150 mg/100 g BB tikus yaitu 3,5 persen ($-11,13 \pm 0,66$).

Hasil analisis *Post Hoc* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan, kecuali pada kelompok kontrol positif dengan TDB2 dan TDB3, serta TDB2 dengan TDB3 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p = 0,198$). Hal ini berarti potensi teh daun bambu tali dosis 300 mg/100 g BB dan 450 mg/100 g BB mempunyai efek yang sama dengan metformin dosis 4,5 mg/100 g BB terhadap penurunan IMT pada tikus sindrom metabolik.

Kadar Triglisierida

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa pada kelompok kontrol, TDB2 dan TDB3 terdapat perbedaan kadar triglisierida yang bermakna antara sebelum dan setelah perlakuan ($p < 0,05$) yang artinya terdapat potensi pemberian teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB terhadap kadar triglisierida tikus sindrom metabolik. Namun,

pada kelompok TDB1 tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p = 0,211$) yang berarti bahwa pemberian teh daun bambu tali dosis 150 mg/100 g BB tidak berpotensi terhadap kadar triglisierida pada tikus sindrom metabolik. Hasil *One Way ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$) baik pada kelompok kontrol maupun perlakuan. Namun, pada kelompok sebelum perlakuan tidak terdapat perbedaan yang bermakna ($p = 0,321$). Hasil analisis *post hoc* menunjukkan bahwa $p < 0,05$ artinya terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan, kecuali pada kelompok kontrol negatif dengan kelompok TDB1 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini berarti teh daun bambu tali dosis 150 mg/100 g BB tidak mempunyai efek untuk menurunkan kadar triglisierida. Pada kelompok kontrol positif dengan TDB3 menunjukkan $p > 0,05$ yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa teh daun bambu tali dosis 450 mg/100 g BB mempunyai efek yang sama dengan metformin untuk menurunkan kadar triglisierida.

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa setelah 28 hari perlakuan, kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan kadar triglisierida. Hal ini berbeda dengan kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan yang menunjukkan penurunan kadar triglisierida. Penurunan kadar triglisierida paling besar terjadi pada kelompok TDB3 (teh daun bambu tali dosis 450 mg/100 g BB) sebesar 38,61 persen ($-50,38 \pm 3,31$), diikuti oleh kelompok kontrol positif sebesar 33,86 persen ($-44,55 \pm 5,32$), kelompok TDB2 mengalami penurunan 25,28 persen ($-31,90 \pm 9,21$), dan penurunan kadar triglisierida paling kecil terjadi pada kelompok TDB1 yaitu sebesar 1,74 persen ($-2,23 \pm 3,81$).

Tabel 1
Perbedaan Rerata Indeks Massa Tubuh (IMT) Sebelum dan Setelah Perlakuan

Kelompok	Mean $\pm$ SD (mg ^{1/3} /cm)		Δ mean	Pa
	Sebelum Perlakuan (Pretest)	Setelah Perlakuan (Posttest)		
K-	314,42 $\pm$ 1,26	298,96 $\pm$ 1,96	-15,47 $\pm$ 1,30 ^b	<0,001*
K+	314,88 $\pm$ 3,84	285,79 $\pm$ 3,36	-29,09 $\pm$ 0,65 ^a	<0,001*
TDB1	314,17 $\pm$ 2,62	303,04 $\pm$ 2,52	-11,13 $\pm$ 0,66 ^c	<0,001*
TDB2	314,22 $\pm$ 1,49	285,46 $\pm$ 1,45	-28,75 $\pm$ 0,57 ^a	<0,001*
TDB3	318,55 $\pm$ 6,04	288,86 $\pm$ 4,08	-29,69 $\pm$ 2,15 ^a	<0,001*
Pb	0,185	<0,001*	<0,001*	
Keterangan:				
	K-	: Kontrol negatif (aquades)		
	K+	: Kontrol positif (metformin 4,5 mg/100 g BB tikus)		
	TDB1	: Teh daun bambu tali dosis 150 mg/100 g BB tikus		
	TDB2	: Teh daun bambu tali dosis 300 mg/100 g BB tikus		
	TDB3	: Teh daun bambu tali dosis 450 mg/100 g BB tikus		
	*	: Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)		
	Pa	: Hasil analisis <i>paired t-test</i> (perbedaan sebelum dan setelah perlakuan)		
	Pb	: Hasil analisis <i>One Way ANOVA</i> untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan		
	a,b,c	: Hasil analisis <i>post hoc</i> , notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan		

Tabel 2
Perbedaan Rerata Kadar Trigliserida Tikus Sindrom Metabolik

Kelompok	Mean $\pm$ SD (mg/dl)		Δ mean	Pa
	Sebelum Perlakuan (Pretest)	Setelah Perlakuan (Posttest)		
K-	131,05 $\pm$ 5,22	132,71 $\pm$ 5,49	1,67 $\pm$ 0,82 ^a	0,004*
K+	131,62 $\pm$ 4,47	87,06 $\pm$ 1,61	-44,55 $\pm$ 5,32 ^b	<0,001*
TDB1	128,47 $\pm$ 3,71	126,24 $\pm$ 1,86	-2,23 $\pm$ 3,81 ^a	0,211
TDB2	126,18 $\pm$ 7,08	94,28 $\pm$ 5,39	-31,90 $\pm$ 9,21 ^c	<0,001*
TDB3	130,47 $\pm$ 3,07	80,10 $\pm$ 2,82	-50,38 $\pm$ 3,31 ^{b,c}	<0,001*
Pb	0,321	<0,001*	<0,001*	
Keterangan:				
	K-	: Kontrol negatif (aquades)		
	K+	: Kontrol positif (metformin 4,5 mg/100 g BB tikus)		
	TDB1	: Teh daun bambu tali dosis 150 mg/100 g BB tikus		
	TDB2	: Teh daun bambu tali dosis 300 mg/100 g BB tikus		
	TDB3	: Teh daun bambu tali dosis 450 mg/100 g BB tikus		
	*	: Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)		
	Pa	: Hasil analisis <i>paired t-test</i> (perbedaan sebelum dan setelah perlakuan)		
	Pb	: Hasil analisis <i>One Way ANOVA</i> untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan		
	a,b,c	: Hasil analisis <i>post hoc</i> , notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan		

BAHASAN

Teh daun bambu tali merupakan minuman herbal yang berasal dari daun bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz) yang telah dikeringkan. Pemilihan daun bambu tali adalah daun yang berwarna hijau, helai ketiga dan keempat, dan tidak terdapat bercak. Pemilihan helai urutan ketiga dan keempat dari pucuk daun yang berada dalam satu cabang dikarenakan kandungannya paling bagus jika usia pertengahan dan diambil saat siang hari karena tumbuhan mengalami fotosintesis, zat kandungan daun bambu akan muncul lebih banyak.¹⁹ Pembuatan teh daun bambu tali

menggunakan oven suhu 70°C, karena menurut penelitian sebelumnya menghasilkan teh bambu dengan karakteristik dan kandungan kimia terbaik.³² Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan, maka proses inaktivasi enzim polifenol oksidase semakin tinggi, sehingga aktivitas enzim dan kerusakan senyawa polifenol semakin sedikit. Namun, apabila melebihi suhu optimum, maka akan mengganggu stabilitas senyawa polifenol sehingga dapat menyebabkan penurunan kandungan polifenol pada teh daun bambu tali.³³ Dosis teh daun bambu tali dibagi menjadi 3 yaitu 150, 300, dan 450 mg/100 g BB. Penentuan dosis ini berdasarkan penelitian

sebelumnya yang menggunakan teh daun bambu tali untuk tikus wistar obesitas yang diberi pakan *High Fat Diet* (HFD), terbukti bahwa teh daun bambu tali dosis 1440 mg/Kg BB dapat menurunkan berat badan, kolesterol dan trigliserida, yang dijadikan sebagai dasar penentuan dosis.²² Dosis tersebut diseduh dengan 2,7 ml air panas suhu 100°C selama 10 menit yang akan menghasilkan antioksidan dan tanin yang tinggi.³⁴

Penelitian ini menggunakan tikus wistar, jantan, dan umur 8 minggu. Pemilihan tikus galur wistar karena tikus wistar banyak digunakan di laboratorium dan responsif untuk pemodelan sindrom metabolik. Tikus jantan karena mempunyai hormon lebih stabil dibandingkan tikus betina.³⁵ Selain itu, pemilihan umur tikus juga perlu diperhatikan. Pemilihan tikus berumur 8 minggu dianggap lebih efektif untuk berkembang menjadi obesitas dengan diberi pakan tinggi lemak.³⁰

Tikus wistar dibuat menjadi sindrom metabolik dengan diberi pakan HFHFr selama 14 hari, dilanjutkan induksi 110 mg/Kg BB *Nicotinamide* dan 45 mg/Kg BB *Streptozotocin*. Pemberian pakan HFHFr ini menyebabkan tikus mengalami peningkatan BB dan dislipidemia. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa pemberian pakan HFHFr dapat meningkatkan kadar kolesterol, trigliserida, LDL serta menurunkan kadar HDL dalam darah.³⁶ *High Fat High Fructose* dinilai dapat meningkatkan berat badan, profil lipid dan adipositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang hanya diberi diet tinggi lemak.³⁷ *Streptozotocin* adalah zat toksin yang bertindak sebagai agen diabetes yang menyebabkan diabetes melitus pada hewan laboratorium.³⁸ *Streptozotocin* bekerja melalui GLUT-2 pada sel β pankreas, menyebabkan akilasi DNA dan mengaktifkan PARP yang menyebabkan PARP meningkat sebagai penanda kerusakan DNA. Aktivasi PARP menyebabkan penurunan NAD⁺ (*nicotinamide adenine dinucleotide*), penurunan ATP seluler yang dapat menghambat sintesis dan sekresi insulin, mengakibatkan hiperglikemia dan nekrosis sel β pankreas.³⁹ Pemberian STZ menyebabkan kerusakan pada jantung, hati, ginjal dan jaringan adiposa, menyebabkan inflamasi, disfungsi endotel dan meningkatkan stress oksidatif. Untuk meminimalkan efek toksik STZ

diperlukan nicotinamide yang dapat melindungi sel β pankreas, sehingga tidak terjadi kerusakan massif dan mencegah perkembangan DM.³⁹ Tikus dikatakan sindrom metabolik apabila mengalami minimal 3 dari 5 kondisi, antara lain kadar GDP > 150 mg/dl, indeks lee > 300, HDL < 50 mg/dl, trigliserida > 104 mg/dl, kolesterol total > 140 mg/dl dan perubahan BB bertambah 8% dari BB awal.⁴⁰

Pemberian teh daun bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz.) selama 28 hari berpotensi terhadap indeks massa tubuh dan kadar trigliserida tikus sindrom metabolik. Pada kelompok perlakuan yang diberikan teh daun bambu tali dosis 150, 300, dan 450 mg/100 g BB mampu menurunkan indeks massa tubuh pada tikus sindrom metabolik. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, bahwa teh daun bambu tali dosis 720 dan 1440 mg/Kg BB dapat menghambat peningkatan berat badan pada tikus wistar obesitas.²² Teh daun bambu tali mengandung antioksidan berupa saponin dan flavonoid yang dapat menghambat enzim lipase di saluran pencernaan, sehingga mencegah penyerapan lemak di usus. Lemak yang tidak terserap akan keluar bersama feses.²³ Enzim lipase berperan dalam hidrolisis lemak menjadi monogliserida yang akan diserap dan disimpan sebagai cadangan lemak dalam jaringan adiposa. Semakin aktif enzim lipase, maka semakin banyak lemak yang terhidrolisis sehingga lemak bebas yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Hal ini dapat memicu terjadinya obesitas. Selain itu, teh daun bambu tali juga mengandung tanin. Tanin terbukti berperan dalam menangani obesitas melalui penekanan asupan makan dan meningkatkan pengeluaran energi dengan memediasi kadar leptin.^{41,42} Pemberian teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB tidak terdapat perbedaan dengan pemberian metformin pada tikus sindrom metabolik. Hal ini dapat dikatakan bahwa teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB mempunyai potensi yang sama dengan metformin dalam menurunkan IMT. Metformin dapat menurunkan berat badan dengan merangsang neuron hipotalamus, meningkatkan sensitivitas leptin dan GLP-1 serta memodulasi flora usus yang dapat menurunkan asupan makan.⁴² Semakin tinggi dosis yang digunakan maka semakin besar penurunan IMT, namun pemberian teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g

BB tidak terdapat perbedaan yang signifikan atau mempunyai efek yang sama. Hal ini disebabkan karena daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB merupakan dosis yang optimum, sehingga efeknya pada IMT tikus tidak berbeda signifikan. Selain itu, beberapa faktor yang dapat mempengaruhi IMT tikus seperti asupan makan, faktor stress dan kondisi kesehatan tikus.⁴³

Teh daun bambu tali juga berpotensi dapat menurunkan kadar trigliserida pada tikus sindrom metabolik. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa teh daun bambu tali dosis 1440 mmg/Kg BB selama 35 hari dapat menurunkan kadar trigliserida pada tikus wistar obesitas.²² Pemberian teh daun bambu tali dosis 300 mg/100 g BB dan 450 mg/100 g BB dapat menurunkan kadar trigliserida tikus sindrom metabolik, namun tidak pada dosis 150 mg/100 g BB. Hal ini disebabkan karena TDB2 dan TDB3 mengandung flavonoid, saponin dan tanin yang lebih banyak dibandingkan TDB1. Artinya untuk menurunkan kadar trigliserida diperlukan antioksidan yang lebih tinggi.⁴⁴ Flavonoid yang terkandung dalam teh daun bambu tali dapat meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase, yang akan meningkatkan hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan melepaskan gliserol kedalam pembuluh darah. Flavonoid juga menghambat beberapa aktivitas enzim lipogenik seperti *diacylglycerol acyltransferase* (DGAT), yang menghambat biosintesis trigliserida sehingga dapat menurunkan kadar trigliserida darah.²² Metformin juga dapat menurunkan kadar trigliserida dengan menghambat sintesis trigliserida.⁴⁵

Teh daun bambu tali dosis 150 mg/dl dapat menurunkan IMT sebesar 3% ($-11,13 \pm 0,66$) namun belum mampu untuk menurunkan kadar trigliserida pada tikus sindrom metabolik. Hal ini dikarenakan penurunan IMT rendah sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar trigliserida. Penelitian sebelumnya mengatakan bahwa penurunan IMT 5 – 10% berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan kadar trigliserida.⁴⁶ Indeks massa tubuh berhubungan dengan kadar trigliserida. Individu yang mempunyai IMT berlebih, berisiko 3 kali lebih tinggi untuk mengalami hipertrigliserida. Kelebihan berat badan menyebabkan terjadinya gangguan regulasi asam lemak yang akan menyebabkan peningkatan kadar trigliserida.⁴⁷

Keterbatasan penelitian ini adalah penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol normal sehingga hasil penelitian tidak dapat dibandingkan dengan tikus normal dan tidak diketahui apakah perubahannya sudah mencapai batas normal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Teh daun bambu tali (*Gigantochloa apus Kurz.*) berpotensi terhadap IMT dan kadar trigliserida pada tikus sindrom metabolik. Teh daun bambu tali dosis 150, 300, dan 450 mg/100 g BB dapat menurunkan IMT. Namun, hanya teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB yang dapat menurunkan kadar trigliserida. Teh daun bambu tali dosis 300 dan 450 mg/100 g BB mempunyai efek yang sama dengan metformin untuk menurunkan IMT dan kadar trigliserida, sehingga dapat dikatakan sebagai dosis efektif. .

Saran

Penggunaan daun bambu tali dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai terapi untuk menurunkan kadar trigliserida pada sindrom metabolik, dan perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait uji organoleptik dan daya terima.

RUJUKAN

1. Susanto WHA, Mufarokhah H, Setiyadi A, Hansur L, Laila W, Darni Z, et al. Dietika Penyakit Degeneratif. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi; 2023.
2. Barorah I, Maslikhah. Buku Ajar Gizi Dalam Kesehatan Reproduksi. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management; 2021.
3. Noor NN, Arsin AA. Epidemiologi Dasar: Disiplin dalam Kesehatan Masyarakat. Makassar: Unhas Press; 2022.
4. IDF. The IDF Consensus Worldwide Definition of The Metabolic Syndrome. Vol. 28, IDF Communications. 2018. 186–191 p.
5. Gartika N, Rismawati D, Wulandari SA. Pendampingan Kader Kesehatan Dalam Pencegahan Komplikasi Penyakit Kardiovaskular dan Sindrom Metabolik Melalui Pemberdayaan Posbindu Di Wilayah RW 08 Desa Cangkuang Kulon Kecamatan Dayeuhkolot Kabupaten Bandung. J Pengabdian Masy. 2023;6(3):1070–5. doi:10.24269/adi.v4i1.2439.

6. Saad B, Zaid H, Shanak S, Kadan S. Anti-diabetes and Anti-obesity Medicinal Plants and Phytochemicals: Safety, Efficacy, and Action Mechanisms. *Anti-Diabetes and Anti-Obesity Medicinal Plants and Phytochemicals: Safety, Efficacy, and Action Mechanisms*. Springer International Publishing; 2017. 1–257 p.
7. Thahir AIA, Masnar A. *Obesitas Anak dan Remaja: Faktor Risiko, Pencegahan, dan Isu Terkini*. Edugizi Pratama Indonesia; 2021. Available from:
8. Putri EP, Gofur A, Lestari SR. Pengaruh Variasi Campuran Ekstrak Tempe Kedelai Hitam dan Ubi Jalar Ungu terhadap Aktivitas Lipid Peroxidation dan Reactive Oxygen Species (ROS) Total pada Tikus Model Diabetes Melitus Tipe 2. *Ilmu Hayat [Internet]*. 2017;1(2):76–85. Available from: Universitas Negeri Malang. doi:10.17977/um061v1i22017p76-85.
9. Klop B, Elte JWF, Cabezas MC. Dyslipidemia in Obesity: Mechanisms and Potential Targets. *Nutrients*. 2013;5(4):1218–40. <https://doi.org/10.3390/nu5041218>.
10. Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, Herder WW de, Dhatariya K, et al. Obesity and Dyslipidemia. In: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, Chrousos G, de Herder WW, Dhatariya K, et al., editors. *Endotext* MDText.com. South Dartmouth (MA); 2020.
11. Rosandi R. Dislipidemia Aterogenik pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 : Patofisiologi dan Pilihan Terapi. *Lead Artic*. 2021;34(1):3–12. <http://dx.doi.org/10.56951/medicinus.v34i1.47>.
12. Belete R, Ataro Z, Abdu A, Sheleme M. Global Prevalence of Metabolic Syndrome Among Patients with Type I Diabetes Mellitus: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Diabetol Metab Syndr [Internet]*. 2021;13(1):1–13. doi:10.1186/s13098-021-00641-8
13. Ahmed MM, Samir ESA, El-Shehawi AM, Alkafafy ME. Anti-obesity effects of Taif and Egyptian pomegranates: Molecular study. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2015;79(4):598–609. doi:10.1080/09168451.2014.982505.
14. Perry RJ, Rabin-Court A, Song JD, Cardone RL, Wang Y, Kibbey RG, et al. Dehydration and insulinopenia are necessary and sufficient for euglycemic ketoacidosis in SGLT2 inhibitor-treated rats. *Nat Commun*. 2019;10(1). doi:10.1038/s41467-019-08466-w.
15. Soelistijo S. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. *Global Initiative for Asthma*. PB. Perkeni; 2021. 46 p.
16. Leung AWY, Chan RSM, Sea MMM, Woo J. An overview of factors associated with adherence to lifestyle modification programs for weight management in adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(8). doi:10.3390/ijerph14080922.
17. Ilmi T. *Potensi dan Pemanfaatan Bambu di Indonesia*. Bekasi: Elementa Media; 2021.
18. Goyal AK, Brahma BK. Antioxidant and nutraceutical potential of bamboo : an overview. *Int J Fundam Appl Sci*. 2014;3(1):2–10. doi:10.59415/ijfas.v3i1.55.
19. Novitasari A. Pengaruh Ekstrak Daun Bambu Tali (*Gigantochloa apus* (Schult. & Shult. f.) Kurz.) Terhadap Penurunan Kadar Asam urat Darah Mencit Jantan Balb-C (*Mus musculus* L.) Hiperurisemia dan Pemanfaatannya Sebagai Karya Ilmiah Populer. Skripsi. Universitas Jember. 2015.
20. Kimura I, Kagawa S, Tsuneki H, Tanaka K, Nagashima F. Multitasking bamboo leaf-derived compounds in prevention of infectious, inflammatory, atherosclerotic, metabolic, and neuropsychiatric diseases. *Pharmacol Ther [Internet]*. 2022;235:108159. doi:10.1016/j.pharmthera.2022.108159
21. Made N, Wahyuni S, Wrasati LP, Hartiati A. Analisis Korelasi Antara Kandungan Senyawa Bioaktif dengan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Bambu Duri (*Bambusa blumeana*). *Agrointek, Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2021;15(4):1062–70. doi:10.21107/agrointek.v15i4.985
22. Ambarwati D, Yuliani S, Pratiwi A. Antiobesity activity of bambu tali (*Gigantochloa apus* (Schult.) Kurz) leaves tea in wistar rats. *Pharmaciana*. 2020;10(3):325. doi:10.12928/pharmaciana.v10i3.18091
23. Hidayat M, Soeng S, Wahyudiansih R, Ery Ladi J, Ari Krisetya Y, Elviora V. Ekstrak Kedelai Detam 1, Daun Jati Belanda Serta Kombinasinya Terhadap Berat Badan Dan Histopatologis Hepar Tikus Wistar. *J Kedokt dan Kesehat Indones*. 2015;6(4):167–78. doi:10.20885/JKKI.Vol6.Iss4.art2
24. Patonah, Susilawati E, Riduan A. Aktivitas Antiobesitas Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr). *Pharmacy*. 2017;14(1):43. doi:10.30595/pharmacy.v14i2.1715
25. Kusumawati D. *Bersahabat dengan Hewan Coba*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2016.
26. Metalisa A. Evaluasi Pemberian Minyak Nabati Terhadap Profil Lipida Darah Secara In Vivo. Universitas Jember, editor. Jember: Skripsi; 2018.
27. Nugroho RA. *Mengenal Mencit Sebagai Hewan Laboratorium*. Samarinda: Mulawarman University Press; 2018.
28. Kurniawati. Pengaruh Ekstrak Etanol Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) Dan Daun Pepaya Gunung (*Carica Pubescens*) Terhadap Kadar Ldl-C Dan Hdl-C Serum Mencit (*Mus*

- musculus) secara in vivo dan in silico. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang; 2018.
29. Mustikawati R. Profil Lipid Mencit Hiperlipidemia setelah Pemberian Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Fakultas P. Skripsi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia; 2015.
 30. Ghasemi A, Khalifi S, Jedi S. Streptozotocin-nicotinamide-induced rat model of type 2 diabetes (review). *Acta Physiol Hung*. 2014;101(4):408–20. doi:10.1556/aphysiol.101.2014.4.2
 31. Kim J, An J, Lee H, Kim K, Lee SJ, Choi HR, et al. Multifaceted effect of *Rubus occidentalis* on hyperglycemia and hypercholesterolemia in mice with diet-induced metabolic diseases. *Nutrients*. 2018;10(12):1–11. doi:10.3390/nu10121846.
 32. Dewi IGAK, Wrasati LP, Ganda Putra GP. Karakteristik Teh Daun Bambu Tali (*Gigantochloa apus Kurz.*) pada Metode Blansir dan Suhu Pengeringan. *J Rekayasa Dan Manaj Agroindustri*. 2020;8(3):388. doi:10.24843/JRMA.2020.v08.i03.p08.
 33. Lagawa INC, Kencana PKD, Aviantara IGNA. Pengaruh Waktu Pelayuan dan Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Teh Daun Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata BUSE-KURZ*). *J BETA (Biosistem dan Tek Pertanian)* [Internet]. 2020;8(2):223. doi:10.24843/JBETA.2020.v08.i02.p05.
 34. Sasmito. Pengaruh Suhu Dan Waktu Penyeduhan Teh Hijau Daun *Sonneratia Alba* Terhadap Aktivitas Antioksidannya. *Jfmr-Journal Fish Mar Res*. 2020;4(1):109–15. doi:10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.16.
 35. Bisala FK, Ya'la UF, T D. Uji Efek Antidiabetes Ekstrak Etanol Daun Talas Pada Tikus Putih Jantan Hiperkolesterolemia-Diabetes. *Farmakol J Farm*. 2019;XVI(1):13–24.
 36. Octavia ZF, Djamiatun K, Suci N. Pengaruh pemberian yogurt sinbiotik tepung pisang tanduk terhadap profil lipid tikus sindrom metabolik. *J Gizi Klin Indones*. 2017;13(4):159. doi:10.22146/ijcn.19369.
 37. Della Vedova MC, Muñoz MD, Santillan LD, Plateo-Pignatari MG, Germanó MJ, Rinaldi Tosi ME, et al. A mouse model of diet-induced obesity resembling most features of human metabolic syndrome. *Nutr Metab Insights*. 2016;9:93–102. doi:10.1007%2F978-1-61779-430-8_27.
 38. Husna F, Suyatna FD, Arozal W, Purwaningsih EH. Model Hewan Coba pada Penelitian Diabetes. *Pharm Sci Res*. 2019;6(3):131–41. <http://dx.doi.org/10.7454/psr.v6i3.4531>.
 39. Goud BJ, V D, Swamy BKC. Streptozotocin -A Diabetogenic Agent in Animal Models. *Int J od Pharm Pharm Res*. 2015;3(31):253–
 69. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:28930636>
 40. Eleazu CO, Eleazu KC, Chukwuma S, Essien UN. Review of the mechanism of cell death resulting from streptozotocin challenge in experimental animals, its practical use and potential risk to humans. *J Diabetes Metab Disord*. 2013;12(1):1–7. doi:10.1186/2251-6581-12-60
 41. Afifah, I., & Sopiany HM. Efek Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Terhadap Glukosa Darah Sewaktu, Kadar Profil Kolesterol Dan Diabetik Kardiomiopati Pada Tikus Diabetes Melitus. Laporan Penelitian Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta; 2017.
 42. Chen F, Wang H, Zhao J, Yan J, Meng H, Zhan H, et al. Grape seed proanthocyanidin inhibits monocrotaline-induced pulmonary arterial hypertension via attenuating inflammation: in vivo and in vitro studies. *J Nutr Biochem*. 2019;67:72–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.01.013>
 43. Dyahnugra AA, Widjanarko SB. Pemberian Ekstrak Bubuk Simplisia Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Menurunkan Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Strain Wistar Jantan Kondisi Hiperlikemik. *J Pangan dan Agroindustri*. 2015;3(1):113–23. <http://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/116>.
 44. Rahmat RR, Suyono B, Risma R. Pengaruh Pemberian Jus Buah Apel Manalagi (*Malus Sylvestris*) Terhadap Kadar Trigliserida Darah Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Jantan Galur Wistar Yang Diberi Diet Tinggi Lemak. *Med Heal Sci J*. 2019;3(2):6. doi:10.33086/mhsj.v3i2.866
 45. Lestari U, Meliyani D, Helmi A. Kajian Interaksi Obat Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Hiperlipidemia di RSUD Raden Mattaher Jambi [Internet]. Prosiding Seminar Nasional & Workshop “Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik 5” Padang. 2015. Available from: <https://www.academia.edu/download/55997106/3.pdf>
 46. Brown JD, Buscemi J, Milsom V, Malcolm R, O'Neil PM. Effects on cardiovascular risk factors of weight losses limited to 5–10 %. *Transl Behav Med*. 2015;6(3):1–8. doi:10.1007/s13142-015-0353-9
 47. Iswanto Y. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT), Usia Dan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar Kolesterol Total Dan Trigliserida Pada Anggota TNI AU di RSPAU Dr S. Hardjolukito Yogyakarta. Tesis: Univ Alma Ata Yogyakarta. 2017;4–19.