

EFEK ANTIHIPERGLIKEMIK TEPUNG KULIT KOPI PARCHMENT DAN KULIT KOPI PULP PADA TIKUS WISTAR DIABETES TIPE 2 YANG DIINDUKSI DENGAN NICOTINAMIDE-STREPTOZOTOCIN

Antihyperglycemic Effect of Parchment Coffee Husk and Coffee Husk Pulp Flour on Type 2 Diabetic Wistar Rats Induced with Nicotinamide-Streptozotocin

Windy Rizkaprilisa*, Joshua C. N. Luwidharto, Linda F. Sari

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pangan dan Ilmu Kesehatan, Universitas Sugeng Hartono, Sukoharjo, 57552

**)Penulis korespondensi: windyrizkaprilisa@gmail.com*

Submisi: 29.9.2025; Penerimaan: 10.1.2026; Dipublikasikan: 1.3.2026

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2) adalah penyakit metabolik dengan hiperglikemia akibat resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas. Pencegahan dan pengendalian dapat dilakukan dengan pangan fungsional berbasis bahan lokal. Limbah pengolahan kopi, yaitu pulp dan parchment kulit kopi, kaya serat pangan dan senyawa bioaktif seperti asam klorogenat, fenol, flavonoid, dan kafein yang berpotensi menurunkan glukosa darah. Penelitian ini mengevaluasi efek antihiperqlikemik tepung pulp dan parchment kulit kopi pada tikus Wistar model DMT2. Penelitian terdiri dari lima kelompok: normal, kontrol negatif, kontrol positif glibenklamid, perlakuan tepung pulp, dan tepung parchment. Induksi diabetes dengan nicotinamide-streptozotocin, intervensi selama 14 hari. Parameter yang diamati: berat badan, kadar glukosa darah puasa, analisis serat pangan, dan senyawa bioaktif pada tepung kulit kopi. Hasil menunjukkan tepung parchment memiliki serat pangan total lebih tinggi (76,78%) dibanding pulp (57,47%), sedangkan pulp memiliki aktivitas antioksidan, fenol, flavonoid, dan kafein lebih tinggi. In vivo, pemberian tepung pulp dan parchment menurunkan glukosa darah puasa tikus lebih signifikan dibanding kontrol positif glibenklamid, sekaligus meningkatkan berat badan yang menurun akibat induksi diabetes. Efek antihiperqlikemik diduga berasal dari kombinasi serat pangan dan senyawa bioaktif yang meningkatkan sensitivitas insulin, memperlambat penyerapan glukosa, serta melindungi sel β pankreas dari stres oksidatif.

Kata kunci: Diabetes melitus, kulit kopi, antihiperqlikemik, pangan fungsional

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a metabolic disease characterized by hyperglycemia due to insulin resistance and pancreatic β -cell dysfunction. Prevention efforts can be achieved through functional foods from local ingredients. Coffee processing waste as pulp and parchment skin contains dietary fiber and bioactive compounds like chlorogenic acid, phenols, flavonoids, and caffeine that can lower blood glucose levels. This study evaluates the antihyperglycemic effects of coffee pulp and parchment skin flour on Wistar rats with T2DM. The study included five groups: normal group, negative control, positive control glibenclamide, pulp flour treatment, and parchment flour. Diabetes induction used nicotinamide-streptozotocin, followed by intervention for 14 days. Parameters included body weight, fasting blood glucose levels, and analysis of dietary fiber and bioactive compounds. Results showed parchment flour had higher total dietary fiber content (76.78%) than pulp (57.47%), while pulp had higher antioxidant, phenol, flavonoid, and caffeine activity. Administration of pulp and parchment flour reduced fasting blood glucose levels more significantly than glibenclamide, while increasing body weight loss from diabetes induction. The antihyperglycemic effect likely stems from dietary fiber and bioactive compounds that increase insulin sensitivity, slow glucose absorption, and protect pancreatic β cells from oxidative stress.

Keywords: Diabetes mellitus, coffee pulp, antihyperglycemic, functional food

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa darah melebihi batas normal (kadar gula darah puasa >125 mg/dL atau kadar gula darah sewaktu >200 mg/dL) yang dikenal sebagai hiperglikemia. Berdasarkan Organisasi International Diabetes Federation (IDF), tahun 2021 menunjukkan bahwa sekitar 28,6 juta penduduk Indonesia berusia 20-79 tahun terkena Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) dengan prevalensi 10,6%. Indonesia menduduki peringkat kelima negara terbesar di dunia dengan jumlah penderita diabetes sebanyak 19,47 juta jiwa (Kemenkes, 2025). Tipe-tipe diabetes melitus (DM) terdiri dari diabetes melitus tipe 1 (DMT1), diabetes melitus tipe 2 (DMT2), diabetes gestasional, dan diabetes melitus tipe lain. Diantara keempat tipe DM tersebut yang paling banyak terjadi di Indonesia adalah DMT2.

Penderita diabetes melitus tipe 2 mengalami defisiensi insulin relatif yang disebabkan oleh disfungsi sel beta pankreas dalam mensekresikan insulin yang cukup dalam upaya mengontrol peningkatan kadar glukosa darah. Hal ini disebut dengan resistensi insulin yang bisa terjadi karena adanya kelainan sekresi insulin, cara kerja insulin, ataupun kelainan pada keduanya (Widiasari et al., 2021). DMT2 ini tidak hanya terjadi pada orang dewasa dan lansia, tetapi juga diderita oleh anak-anak dan remaja. Gaya hidup tidak sehat seperti kurangnya aktivitas fisik dan pola makan yang buruk dapat menyebabkan terjadinya obesitas dan DMT2. Kurang aktivitas fisik menyebabkan zat makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak dibakar tetapi ditimbun dalam tubuh sebagai lemak dan gula dalam bentuk glukosa. Apabila insulin tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi maka akan menyebabkan terjadinya DM tipe 2 (ANRI, 2022).

Dalam pengolahan biji kopi dihasilkan juga limbah berupa kulit kopi yaitu husk, pulp, parchment, dan silverskin (Machado et al., 2023). Kulit kopi husk diperoleh setelah proses pengeringan dengan metode pengolahan kopi kering (*dry processing method*). Pulp diperoleh setelah proses

pembersihan, sedangkan parchment diperoleh setelah proses fermentasi dan pengeringan pada dengan metode basah (*wet processing method*). Silverskin diperoleh setelah proses roasting biji kopi (Pyrzynska, 2024). Kulit kopi tersebut memiliki kandungan antioksidan dan serat pangan yang tinggi sehingga berpotensi sebagai pangan fungsional. Kandungan serat pangan yang dimiliki oleh kulit kopi antara lain husk 26–32 g/100 g, pulp 16–24 g/100 g, parchment 89–92,6 g/100 g, dan silver skin 55–74 g/100 g (Santos et al., 2021). Kulit kopi juga memiliki kandungan komponen bioaktif antara lain husk mengandung fenol 384–455 mg GAE/100 g dan total flavonoid 7–8,47 mg QE/100 g, pulp mengandung fenol 255–453 mg GAE/100 g, parchment mengandung fenol 228–284 mg GAE/100 g, serta silverskin mengandung fenol 10,75–17,3 g GAE/100 g dan flavonoid 2,73 mg QE/g (Gemechu, 2020). Antioksidan berperan dalam mengurangi radikal bebas, mengatur metabolisme glukosa dengan mengurangi resistensi insulin, sedangkan serat pangan dapat mengurangi laju penyerapan glukosa yang dapat menurunkan risiko resistensi insulin sehingga kulit kopi berpotensi sebagai antihiperglikemik yang dapat menurunkan kadar glukosa darah dan mencegah obesitas (Sia et al., 2024). Serat pangan dan antioksidan yang tinggi dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan menghambat penyerapan glukosa dan membantu meningkatkan kontrol glikemik sehingga direkomendasikan untuk penderita diabetes tipe 2 (Silva et al., 2024).

Kulit kopi dapat dimanfaatkan dalam diversifikasi pangan menjadi berbagai bentuk olahan pangan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan mendukung ketahanan pangan dengan memanfaatkan potensi lokal, serta pemberdayaan limbah menjadi produk yang bermanfaat. Berbagai olahan produk pangan yang dibuat dengan menggunakan kulit kopi seperti tepung, cookies, roti, dan minuman. Penambahan kulit parchment dan silverskin pada pembuatan roti telah terbukti dapat meningkatkan kandungan serat pangan dan antioksidan (Rizkaprilisa et al., 2023a; Rizkaprilisa et al., 2023b). Produknya juga memiliki cita rasa yang dapat diterima oleh panelis. Oleh karena itu, potensi kulit kopi

sebagai antihiperglikemik dapat dimanfaatkan menjadi olahan pangan yang berperan dalam menurunkan prevalensi diabetes melitus di Indonesia. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian tepung kulit kopi (pulp dan parchment) pada tikus diabetes tipe 2 yang diinduksi streptozotocin-Na untuk mengetahui efek antihiperglikemiknya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah kulit kopi pulp dan parchment jenis Arabika yang diperoleh dari petani kopi di Wonosobo, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah streptozotocin (Sigma-Aldrich Ireland Ltd), nicotinamide (Merck, Jerman), etanol (Merck, Jerman), dan strip uji glukosa (Merk Easy Touch GTS: 2477).

Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan *pre-post test control group design*. Penelitian dilaksanakan pada laboratorium di Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu pemberian tepung kulit pulp dan tepung kulit parchment kopi. Variabel terikat penelitian ini efek antihiperglikemik yaitu aktivitas antioksidan, kandungan kafein, asam klorogenat, flavonoid, fenol, serat pangan dari tepung kulit kopi pulp dan parchment serta pengaruhnya terhadap nya yang ditunjukkan dari berat badan dan kadar glukosa darah yang diukur pada hari ke 7 dan 14.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Kulit Kopi Pulp dan Parchment

Pembuatan tepung kulit kopi dilakukan sesuai prosedur paten WO 2013/004873 (del Castillo et al., 2013) dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 50 g kulit kopi (pulp dan parchment) diekstraksi dengan 1 L aquades selama 10 menit. Ekstrak disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C hingga berat konstan. Ekstrak kering digiling menggunakan mesin penggiling (4MFJ - Huang Cheng-800g, China) hingga membentuk tepung.

Analisis Komposisi Kimia Tepung Kulit Pulp dan Parchment

Analisis kadar antioksidan akan menggunakan metode DPPH (Mokoginta et al., 2020). Analisis kadar kafein dan asam klorogenat akan menggunakan menggunakan spektrofotometer UV Vis (Genesys 150, USA) berdasarkan metode Putri, et al., (2024). Analisis total fenol menggunakan metode kolorimetri Folin-Ciocalteu (Laela, 2025). Analisis flavonoid menggunakan spektrofotometer UV Vis (Genesys 150, USA) berdasarkan metode (Yusuf, 2022). Analisis serat pangan total menggunakan metode AOAC-991.43 dan AACC-32.07.01 (McCleary, et al., 2012).

Analisis efek antihiperglikemik secara in vivo

Persiapan hewan coba

Hewan coba yang digunakan adalah tikus putih jantan galur Wistar (*Rattus norvegicus*) berumur 2-3 bulan yang diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM. Penggunaan hewan coba ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret No: 132/UN27.06.11/KEP/EC/2025.

Jumlah tikus yang digunakan dihitung berdasarkan rumus Federer yaitu 6 ekor per kelompok. Penelitian ini menggunakan 5 kelompok tikus yang dikenakan perlakuan, yaitu normal (tidak diinjeksi SZN-NA dan tanpa intervensi), kontrol negatif (diinjeksi SZN-NA tanpa intervensi), kontrol positif (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi glibenklamid dosis 0,45 mg/kg), intervensi tepung pulp (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi 3,375 g tepung pulp per 200 g bb), dan intervensi tepung parchment (diinjeksi SZN-NA dengan intervensi 0,607 g tepung parchment per 200 g bb).

Tiga puluh tikus tersebut diadaptasi selama 7 hari dan dipelihara dalam kandang bersuhu berkisar 20-25°C dengan pencahayaan yang baik dan diberikan pakan jenis comfeed dan minum aquades secara ad libitum. Tikus model diabetes tipe 2 dibuat dengan cara melakukan induksi dimulai dari injeksi nicotinamide (NA) dosis 110 mg/kg yang dilarutkan sebanyak 0,1 mL dalam NaCl 0,9% secara intraperitoneal kemudian ditunggu selama 15 menit dan dilanjutkan

dengan injeksi streptozotocin (STZ) dengan dosis 45 mg/kg yang dilarutkan dalam 0,1 mL buffer sitrat pH 4,5 kemudian tikus diaklimatisasi selama 3 hari (Authoria et al., 2023).

Pengukuran Kadar Glukosa

Sampel darah diambil secara retroorbitalis sebanyak 3 mL yang ditampung dalam tabung vacutainer EDTA kemudian dilakukan sentrifus selama 15 menit untuk memisahkan plasma dan eritrositnya, kemudian plasma diambil menggunakan micropipette dan ditampung ke tube. Kadar glukosa darah puasa dilakukan pemeriksaan sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah intervensi yaitu pada hari ke-0 dan hari ke-14 dengan metode Glucose Oksidase-Peroxidase Aminoantipirin (GOD PAP).

Penimbangan Berat Badan Tikus

Penimbangan berat badan tikus menggunakan timbangan digital (CAS SW-1A, Korea) yang dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pre-aklimatisasi, pasca-aklimatisasi, post-induksi NA-STZ, serta post-intervensi setelah 7 hari dan 14 hari.

Analisis Data

Data dianalisis dengan One-Way ANOVA, dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk kelompok perlakuan yang menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Ekstrak Kulit Kopi

Ekstrak Ekstrak kulit kopi pulp dan parchment yang telah ditepungkan dilakukan analisis kadar antioksidan, kadar kafein, kadar asam klorogenat, dan kadar serat pangan total (Tabel 1). Hasil analisis tersebut untuk mengetahui pengaruh efek antihiperlikemik yang terjadi pada tikus diabetes melitus tipe 2 secara *in vivo* dari tepung kulit kopi pulp dan parchment.

Tabel 1. Komposisi kimia Tepung Kulit Kopi Pulp dan Parchment

Komposisi kimia (%)	Tepung Pulp	Tepung Parchment
Serat Pangan Terlarut	2,203±0,035 ^a	2,947±0,018 ^b
Serat Pangan Tidak Larut	55,270±0,069 ^a	73,803±0,075 ^b
Serat Pangan Total	57,473±0,093 ^a	76,778±0,073 ^b
Kafein	0,485±0,012 ^b	0,051±0,056 ^a
Total Fenol	0,070±0,002 ^b	0,029±0,125 ^a
Flavanoid	1,673±0,005 ^b	0,260±0,010 ^a
Antioksidan	89,168±0,126 ^b	11,586±0,125 ^a

Keterangan: Data (mean ± SD) diperoleh dari tiga ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA. Data pada baris yang sama yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Tepung kulit kopi parchment memiliki serat pangan total lebih tinggi 30% dibandingkan dengan tepung kulit kopi pulp (Tabel 1). Parchment memiliki kandungan serat total sangat tinggi terutama xylan (berbasis xilosa), serta memiliki sifat hipoglikemik dan hipolipidemik sehingga memiliki potensi yang lebih besar sebagai bahan pangan dengan serat tinggi (Benitez et al., 2019).

Tepung kulit pulp memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kulit kopi parchment (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan pula dari kadar kafein, fenol, dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan sehingga memiliki potensi yang lebih besar sebagai sumber senyawa bioaktif untuk pangan fungsional. Hal yang sama juga ditunjukkan pada hasil penelitian Machado et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pulp memiliki kadar antioksidan (kafein, fenol, dan flavonoid) yang lebih besar, sedangkan parchment memiliki serat pangan yang lebih besar. Oleh karena itu, kedua kulit kopi ini memiliki potensi yang berbeda sebagai pangan fungsional. Untuk membuktikan dari kedua kulit kopi tersebut yang memiliki potensi sebagai antidiabetes maka dilakukan analisis efek antihiperlikemik secara *in vivo*.

Tabel 2. Pengaruh intervensi tepung kulit pulp dan tepung kulit parchment kopi terhadap perkembangan berat badan tikus DM tipe 2 (g)

Kelompok Tikus	Pre-aklimatisasi	Pasca-aklimatisasi	Post-induksi NA-STZ	Post-intervensi setelah 7 hari	Post-intervensi setelah 14 hari
Normal (T1)	182,500 ± 1,870	189,500 ± 1.870	194,166 ± 2,316 ^b	202,333 ± 2,581 ^c	211,000 ± 2,607 ^d
Kontrol negatif (T2)	183,000 ± 3,464	190,000 ± 2.898	180,500 ± 2,428 ^a	172,500 ± 1,870 ^a	164,500 ± 2,428 ^a
Kontrol positif (T3)	180,500 ± 4,593	187,166 ± 4.400	178,833 ± 4,535 ^a	181,666 ± 4,966 ^b	186,166 ± 4,167 ^b
Intervensi					
Tepung kulit pulp kopi (T4)	181,333 ± 2,943	188,166 ± 3.060	179,333 ± 3,141 ^a	184,500 ± 3,937 ^b	190,333 ± 3,141 ^c
Tepung parchment kopi (T5)	182,000 ± 3,346	188,666 ± 3.141	179,666 ± 3,011 ^a	185,166 ± 2,926 ^b	191,166 ± 3,188 ^c

Keterangan:

Tikus model diabetes tipe 2 dibuat dengan cara melakukan induksi dimulai dari injeksi nicotinamide (NA) dosis 110 mg/kg yang dilarutkan sebanyak 0,1 mL dalam NaCl 0,9% secara intraperitoneal kemudian ditunggu selama 15 menit dan dilanjutkan dengan injeksi streptozotocin (STZ) dengan dosis 45 mg/kg yang dilarutkan dalam 0,1 mL buffer sitrat pH 4,5.

Data (*mean* ± SD) diperoleh dari 6 ulangan. Data dianalisis dengan one-way ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

T1 = tidak diinjeksi NA-STZ dan tanpa intervensi

T2 = diinjeksi NA-STZ tanpa intervensi

T3 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi glibenklamid dosis 0,45 mg/kg

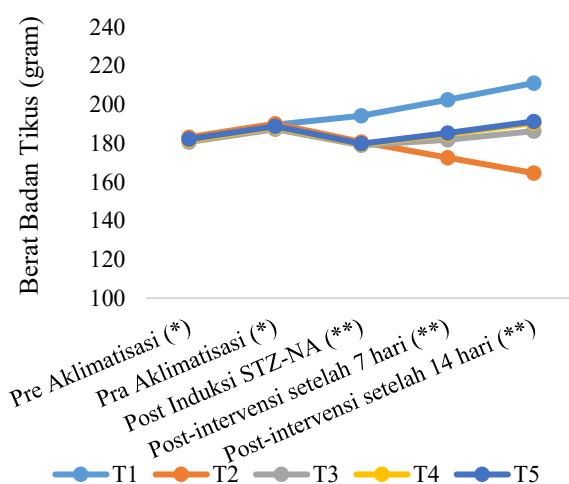
T4 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi 3,375 g tepung pulp per 200 g bb

T5 = diinjeksi NA-STZ dengan intervensi 0,607 g tepung parchment per 200 g bb

Efek Antihiperglikemik Secara *in Vivo*

Efek antihiperglikemik pada tikus dilihat dari perubahan berat badan tikus dan kadar glukosa puasa tikus. Penimbangan berat badan tikus bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian tepung kulit kopi pulp dan parchment terhadap perubahan berat badan selama penelitian berlangsung. Pengukuran kadar glukosa darah bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari berbagai perlakuan terhadap perubahan kadar glukosa darah puasa setelah diberikan intervensi selama 14 hari (Tabel 2).

Gambar 1 memberikan ilustrasi yang jelas bahwa pasca induksi STZ-NA yang bertujuan membuat tikus menjadi diabetes melitus tipe 2 rata-rata mengalami penurunan berat badan baik kelompok T2, T3, T4, dan T5. Salah satu gejala utama dari kondisi diabetes melitus terjadinya penurunan berat badan. Streptozotocin berperan dalam merusak sel β pankreas sehingga terjadi defisiensi insulin relatif, dan pemberian nicotinamide bertujuan untuk mempertahankan sebagian fungsi sel β tersebut (Yan, 2022). Kekurangan insulin ini mengurangi pemanfaatan glukosa sebagai sumber energi sehingga tubuh beralih pada lipolisis dan proteolisis untuk menghasilkan energi (Nakamura et al., 2006). Hal inilah yang menyebabkan berat badan menurun karena berkurangnya cadangan lemak dan massa otot.



Gambar 1. Ilustrasi diagram dari data Tabel 1.

Setelah intervensi selama 7 hari, kelompok tikus T3, T4 dan T5 mengalami kenaikan berat badan. Kelompok tikus ini diberikan intervensi berupa pengobatan untuk diabetes melitus tipe 2 yaitu glibenklamid (T3), tepung kulit kopi pulp (T2), dan tepung kulit kopi parchment (T3). Glibenklamide merupakan obat kimia yang sering digunakan untuk mengendalikan kadar gula darah yang tinggi pada penderita diabetes tipe 2. Sedangkan tepung kulit kopi pulp dan parchment memiliki kandungan serat pangan dan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antidiabetes.

Setelah intervensi selama 14 hari, kelompok tikus T4 dan T5 menunjukkan kenaikan berat badan yang lebih besar dibandingkan dengan T3. Tepung kulit kopi pulp dan parchment menunjukkan perbaikan berat badan yang lebih cepat dibandingkan dengan intervensi berupa glibenklamide. Namun pemberian intervensi tepung kulit kopi pulp (T3) dan parchment (T4) tidak lebih besar berat badannya dibandingkan dengan kelompok tikus normal (T1) yang mengalami kenaikan berat badan secara signifikan hingga hari ke 14. Hal ini karena pulp dan parchment memiliki serat pangan dan senyawa bioaktif yang mampu mempertahankan berat badan. Serat pangan dari kulit kopi dapat memperlambat penyerapan glukosa, meningkatkan rasa kenyang, menurunkan indeks glikemik, serta mendukung keseimbangan mikrobiota usus sehingga mengkonsumsi pangan dengan serat pangan yang tinggi dapat mengendalikan berat badan serta menurunkan fluktuasi kadar glukosa darah (Estanyol-Torres et al., 2023). Asam klorogenat, fenol, flavonoid, kafein, dan antioksidan juga berperan dalam regulasi berat badan dan kadar glukosa darah. Nguyen et al. (2024) menunjukkan bahwa asam klorogenat menurunkan glukosa darah secara *in vivo*, serta berpotensi memodulasi berat badan melalui efek pada metabolisme lipid, penyerapan glukosa, dan mikrobiota usus (Y. Yan et al., 2020). Kafein diketahui dapat meningkatkan pengeluaran energi dan mempengaruhi berat badan (Braojos et al., 2023). Oleh karena itu, kulit kopi pulp dan parchment berpotensi sebagai antidiabetes karena memiliki efek antihiperglikemik.

Tepung kulit kopi pulp dan parchment menunjukkan mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih cepat dibandingkan dengan intervensi glibenklamide (Tabel 3).

Tabel 3. Perubahan Kadar Glukosa Darah Tikus Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kelompok Tikus	Kadar Glukosa Darah Puasa	
	Sebelum (Hari ke-0)	Sesudah (Hari ke-14)
Normal (T1)	68,371 ± 1,038 ^a	69,423 ± 1,076 ^a
Kontrol negatif (T2)	268,245 ± 2,148 ^{bc}	269,306 ± 2,392 ^d
Kontrol positif (T3)	267,803 ± 2,155 ^{bc}	118,955 ± 2,059 ^c
Intervensi		
Tepung kulit pulp kopi (T4)	270,200 ± 4,005 ^b	100,996 ± 2,592 ^b
Tepung parchment kopi (T5)	265,595 ± 3,773 ^c	99,411 ± 2,311 ^b

Keterangan: Data (*mean* ± SD diperoleh dari 6 ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (DMRT, $p < 0,05$).

Hal ini karena kulit pulp dan parchment mengandung asam klorogenat, fenol, flavonoid, kafein, serta serat pangan yang memiliki efek antihiperglikemik. Asam klorogenat dapat menghambat aktivitas enzim pencernaan karbohidrat seperti α -glukosidase dan α -amilase yang mengakibatkan terhambatnya pelepasan glukosa dari makanan, sekaligus menekan ekspresi gen gluconeogenesis di hati melalui aktivasi jalur AMPK dan penurunan ekspresi G6Pase (Y. Yan et al., 2020). Senyawa ini juga meningkatkan sensitivitas insulin dengan memodulasi sinyal adiponektin dan menurunkan akumulasi ceramide hepatic yang berhubungan dengan resistensi insulin (Nguyen et al., 2024).

Senyawa fenolik menunjukkan aktivitas antioksidan yang mengurangi stres oksidatif dan inflamasi, sehingga memperbaiki sinyal insulin. Polifenol juga meningkatkan ekspresi GLUT4 yang berperan sebagai protein pengangkut yang memfasilitasi masuknya glukosa dari aliran darah ke dalam sel menyebabkan lebih banyak glukosa yang diserap dari darah ke dalam sel-sel sehingga meningkatkan pengambilan glukosa (Sun et al., 2020). Flavonoid merupakan subkelompok polifenol yang memiliki peran dalam meningkatkan sintesis glikogen di hati, dan memperbaiki sensitivitas insulin, serta melindungi sel β pankreas dari apoptosis akibat stres oksidatif dan inflamasi

(Al-Ishaq et al., 2019). Kafein terbukti meningkatkan sensitivitas insulin dan toleransi glukosa melalui peningkatan ekspresi IRS-2 pada pankreas, pengurangan ekspresi sitokin proinflamasi dalam jaringan adiposa, serta perbaikan profil gen yang berhubungan dengan metabolisme lipid di hati (Urzúa et al., 2012).

KESIMPULAN

Tepung kulit kopi parchment mengandung serat pangan total lebih tinggi, sedangkan tepung kulit kopi pulp memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat. Kedua jenis tepung tersebut mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa dan memperbaiki berat badan tikus lebih cepat dibandingkan dengan kontrol positif yang diberi glibenklamid.

Efek antihiperglikemik ini diduga berkaitan dengan kombinasi serat pangan dan senyawa bioaktif seperti asam klorogenat, fenol, flavonoid, serta kafein yang bekerja melalui peningkatan sensitivitas insulin, penghambatan penyerapan glukosa, dan perlindungan sel β pankreas dari stres oksidatif. Oleh karena itu, tepung kulit kopi pulp dan parchment berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional untuk membantu pencegahan dan pengelolaan diabetes melitus tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ishaq, R. K., Abotaleb, M., Kubatka, P., Kajo, K., Büsselberg, D., 2019. Flavonoids and their anti-diabetic effects: Cellular mechanisms and effects to improve blood sugar levels. *Biomolecules* 9(9). <https://doi.org/10.3390/biom9090430>
- Anri, A., 2022. Pengaruh indeks massa tubuh, pola makan, dan aktivitas fisik terhadap kejadian diabetes melitus tipe 2. *Journal of Nursing and Public Health* 10(1), 7–13. <https://doi.org/10.37676/jnph.v10i1.2356>
- Authoria, N. A., Wijayanti, L. W., Febrinasari, R. P., 2023. Efektivitas Kuersetin Dari Ekstrak Apel Lokal Terhadap Berat Badan Dan Glukosa Darah Puasa Tikus Model Diabetes. *Gizi Indonesia* 46(2), 171–180. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v46i2.847>
- Benitez, V., Rebollo-Hernanz, M., Hernanz, S., Chantres, S., Aguilera, Y., Martín-Cabrejas, M. A., 2019. Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and physiological characterization. *Food Research International* 122, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.04.002>
- Braojos, C., Gila-Díaz, A., Rodríguez-Rodríguez, P., Monedero-Cobeta, I., Morales, M. D., Ruvira, S., Ramiro-Cortijo, D., Benítez, V., Martín-Cabrejas, M. A., Arribas, S. M., 2023. Effect of Supplementation with Coffee and Cocoa By-Products to Ameliorate Metabolic Syndrome Alterations Induced by High-Fat Diet in Female Mice. *Foods* 12(14). <https://doi.org/10.3390/foods12142708>
- del Castillo, M. D., Ibáñez Ezequiel, M. E., Amigo, B. M., Herrero, C. M., Plaza, D. M. M., Ullate, A. M., 2013. Application of Products of Coffee Silverskin in Anti-Ageing Cosmetics and Functional Food. *International Patent Application No. WO/2013/004873*.
- Sia, Setiawan, C. E., Yuliantara, A., Rizkaprilisa, W., Paramastuti, R., 2024. Potential of dietary fiber and antioxidants from coffee skin as a food product in preventing obesity: Systematic review. *Science Technology and Management Journal* 4(1), 16–21. <https://doi.org/10.53416/stmj.v4i1.224>
- Estanyol-Torres, N., Domenech-Coca, C., González-Domínguez, R., Miñarro, A., Reverter, F., Moreno-Muñoz, J. A., Jiménez, J., Martín-Palomas, M., Castellano-Escuder, P., Mostafa, H., García-Vallvé, S., Abasolo, N., Rodríguez, M. A., Torrell, H., del Bas, J. M., Sanchez-Pla, A., Caimari, A., Mas-Capdevila, A., Andres-Lacueva, C., Crescenti, A., 2023. A mixture of four dietary fibres ameliorates adiposity and improves metabolic profile and intestinal health in cafeteria-fed obese rats: an integrative multi-omics approach. *Journal of Nutritional Biochemistry* 111, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2022.109184>
- Gemechu, F. G., 2020. Embracing nutritional qualities, biological activities and technological properties of coffee byproducts in functional food formulation. *Trends in Food Science and Technology* 104, 235–261. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.005>
- Putri, M. K., Dellima, B. R. E., Murdiana, H. E., Sari, E. K., 2024. Analisis kafein dan asam klorogenat dalam kulit buah kopi arabika dan robusta menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Farmamedika* 9(1), 37–45. <https://doi.org/10.47219/ath.v9i1.279>
- Kemenkes, 2025. Review kebijakan diabetes melitus berbasis transformasi sistem kesehatan dan outlook 2025. <https://lms.kemkes.go.id/courses/acdcbe95-9e14-4b6b-9ffd-305e13989c8e> [4 September 2025]
- Laela, D. P., 2025. Verifikasi metode penetapan kadar fenol total cara Folin-

- Ciocalteu. Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium 4(2), 89–99.
- Machado, M., Espírito Santo, L., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, H., Alves, R. C., 2023. Bioactive potential and chemical composition of coffee by-products: From pulp to silverskin. Foods 12(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods12122354>
- McCleary, B. V., DeVries, J. W., Rader, J. I., Cohen, G., Prosky, L., Mugford, D. C., Champ, M., Okuma, K., 2010. Determination of total dietary fiber (CODEX definition) by enzymatic-gravimetric method and liquid chromatography: Collaborative study. J. AOAC Int. 93(1), 221–233.
- Mokoginta, R. V., Simbala, H. E. I., Mansauda, K. L. R., 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol bulbus bawang dayak (*Eleutherine americana* Merr) dengan metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). Pharmacon, 9(3), 451-457. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.30031>
- Nakamura, T., Terajima, T., Ogata, T., Ueno, K., Hashimoto, N., Ono, K., Yano, S., 2006. Establishment and pathophysiological characterization of type 2 diabetic mouse model produced by streptozotocin and nicotinamide. Biological and Pharmaceutical Bulletin 29(6), 1167–1174. <https://doi.org/10.1248/bpb.29.1167>
- Nguyen, V., Taine, E. G., Meng, D., Cui, T., Tan, W., 2024. Chlorogenic acid: A systematic review on the biological functions, mechanistic actions, and therapeutic potentials. Nutrients 16(7), 924. <https://doi.org/10.3390/nu16070924>
- Pyrzynska, K., 2024. Useful extracts from coffee by-products: A brief review. Separations 11(12), 334. <https://doi.org/10.3390/separations11120334>
- Rizkaprilisa, W., Hapsari, M. W., Paramastuti, R., Pebrianti, S. A., 2023a. Improvement of bread nutrition with the addition of coffee silverskin as a source of dietary fiber and antioxidants. Food ScienTech Journal 5(2), 166-176. <https://doi.org/10.33512/fsj.v5i2.202106>
- Rizkaprilisa, W., Hapsari, M. W., Paramastuti, R., Santosa, K. M., 2023b. Production of high dietary fiber and antioxidant activity bread from coffee parchment skin flour. Coffee Science 18, e182121. <https://doi.org/10.25186/v18i.2121>
- Santos, É. M. dos, Macedo, L. M. de, Tundisi, L. L., Ataíde, J. A., Camargo, G. A., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., Mazzola, P. G., 2021. Coffee by-products in topical formulations: A review. Trends in Food Science and Technology 111, 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>
- Silva, C. E., Carhuancha, N., Zacarias, E. R., Quiñonez, G. H., Ramos, O. F., Mallma, N. S., 2024. Optimization of a mixture using coffee parchment, Jamaica flower and Stevia for functional infusions - hypoglycemic and antioxidant. Applied Food Research 4(2), 100548. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100548>
- Sun, C., Zhao, C., Guven, E. C., Paoli, P., Simal-Gandara, J., Ramkumar, K. M., Wang, S., Buleu, F., Pah, A., Turi, V., Damian, G., Dragan, S., Tomas, M., Khan, W., Wang, M., Delmas, D., Portillo, M. P., Dar, P., Chen, L., Xiao, J., 2020. Dietary polyphenols as antidiabetic agents: Advances and opportunities. Food Frontiers 1(1), 18–44. <https://doi.org/10.1002/fft2.15>
- Urzúa, Z., Trujillo, X., Huerta, M., Trujillo-Hernández, B., Ríos-Silva, M., Onetti, C., Ortiz-Mesina, M., Sánchez-Pastor, E., 2012. Effects of chronic caffeine administration on blood glucose levels and on glucose tolerance in healthy and

- diabetic rats. Journal of International Medical Research 40(6), 2220–2230. <https://doi.org/10.1177/030006051204000620>
- Widiasari, K. R., Made, I., Wijaya, K., Suputra, P. A., 2021. Tatalaksana diabetes melitus tipe II. Ganesha Medicina Journal 1(2), 114–120. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/GM/article/view/40006>
- Yan, L. J., 2022. The nicotinamide/streptozotocin rodent model of type 2 diabetes: Renal pathophysiology and redox imbalance features. Biomolecules 12(9), 1225. <https://doi.org/10.3390/biom12091225>
- Yan, Y., Zhou, X., Guo, K., Zhou, F., Yang, H., 2020. Use of chlorogenic acid against diabetes mellitus and its complications. J. Immunol. Res. 9680508. <https://doi.org/10.1155/2020/9680508>
- Yusuf, T., 2022. Analisis kadar flavonoid total ekstrak etanol daun daun bunga pepaya (*Carica papaya* L.) secara spektrofotometri UV-VIS. Farmasi Malahayari 5(1), 108–120. <http://librepo.stikesnas.ac.id/40/>