

Analisis Perbedaan Pemberian Ekstrak Pisang Kepok Mengkal (*Musa Paradisiaca L.*) Dan Sagu (*Metroxylon Sp.*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Mencit BALB/c

Chusnul Fharadilla Gaha^{1*}, Lisnawaty², Paridah³

^{1,2,3}Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo

Alamat: Jl. H.E.A. Mokodompit, Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

Corresponding: fharadilachusnul@gmail.com

Abstract. Diabetes mellitus is a chronic metabolic disorder characterized by elevated blood glucose levels due to impaired insulin secretion, insulin action, or both. One potential approach to controlling blood glucose levels is the utilization of local functional foods rich in resistant starch and dietary fiber, such as unripe kepok banana (*Musa paradisiaca L.*) and sago (*Metroxylon sp.*). This study aimed to analyze the differences in the effects of unripe kepok banana (*Musa paradisiaca L.*) extract and sago (*Metroxylon sp.*) extract on blood glucose levels in BALB/c mice. This study employed a true experimental design with a pretest-posttest control group design involving 28 male BALB/c mice randomly assigned into four groups: a negative control group, a positive control group, an unripe kepok banana extract group, and a sago extract group. Data were analyzed using One-Way Analysis of Variance (ANOVA) followed by the Least Significant Difference (LSD) post-hoc test. The results showed a significant difference among the groups ($p < 0.05$). Administration of unripe kepok banana extract reduced blood glucose levels by 141.7 mg/dL, whereas sago extract reduced blood glucose levels by 187.7 mg/dL. The LSD post-hoc test demonstrated that sago extract produced a significantly greater reduction in blood glucose levels than unripe kepok banana extract. In conclusion, there was a significant difference in the effects of unripe kepok banana extract and sago extract on blood glucose levels in BALB/c mice.

Keywords: Diabetes Mellitus, Blood Glucose Levels, Unripe Kepok Banana, Sago, BALB/c Mice.

Abstrak. Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah akibat gangguan sekresi atau kerja insulin. Salah satu upaya pengendalian kadar glukosa darah dapat dilakukan melalui pemanfaatan pangan lokal yang mengandung pati resisten dan serat, seperti pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca L.*) dan sagu (*Metroxylon sp.*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pengaruh pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu terhadap kadar glukosa darah pada mencit BALB/c. Penelitian ini merupakan *true experimental* dengan rancangan *control group design* menggunakan 28 ekor mencit BALB/c jantan yang dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kontrol negatif, kontrol positif, kelompok ekstrak pisang kepok mengkal, dan kelompok ekstrak sagu. Analisis data menggunakan uji One-Way ANOVA dan dilanjutkan dengan Post-Hoc LSD. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p < 0,05$). Pemberian ekstrak pisang kepok mengkal menurunkan kadar glukosa darah sebesar 141,7 mg/dL, sedangkan ekstrak sagu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 187,7 mg/dL. Hasil uji Post-Hoc LSD menunjukkan ekstrak sagu memberikan penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar dibandingkan ekstrak pisang kepok mengkal. Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu terhadap kadar glukosa darah pada mencit BALB/c.

Kata Kunci: Diabetes Melitus, Glukosa Darah, Pisang Kepok Mengkal, Sagu, Mencit BALB/c.

1. LATAR BELAKANG

Diabetes Mellitus (DM) saat ini menjadi salah satu ancaman kesehatan global. DM telah dikenal lama sebagai salah satu penyakit dengan tingkat kesembuhan yang cukup rendah dan seringkali menjadi penyebab kematian. Hal ini disebabkan karena penderita DM seringkali tidak menyadari bahwa dirinya menderita DM atau terkait tingkat progresivitas DM yang dialami (PERKENI, 2021).

Data *International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2022 menunjukkan jumlah penderita diabetes melitus (DM) secara global mengalami dinamika yang signifikan. Pada tahun 2020 tercatat sebanyak 463 juta penderita, meningkat menjadi 537 juta pada tahun 2021. Pada tahun 2022, jumlah penderita dilaporkan menurun menjadi 422 juta. Meskipun IDF belum merilis data resmi tahun 2023, studi epidemiologi global yang dipublikasikan dalam *The Lancet Diabetes & Endocrinology* jumlah penderita DM mencapai 561 juta. Berdasarkan data IDF Diabetes Atlas edisi ke-11 tahun 2025 jumlah penderita DM global sebesar 589 juta pada tahun 2024. IDF juga memproyeksikan peningkatan berkelanjutan hingga mencapai sekitar 853 juta penderita DM pada tahun 2050.

IDF tahun 2022 mencatat adanya kenaikan jumlah penderita DM dalam beberapa tahun terakhir di Indonesia. Pada tahun 2020, sebanyak 18,69 juta orang di Indonesia menderita DM, dan angka ini meningkat menjadi 19,5 juta orang pada tahun 2021. Peningkatan ini sejalan dengan data nasional selain IDF, berdasarkan data prevalensi DM dari *Survei Kesehatan Indonesia (SKI)* tahun 2024, jumlah penderita DM terus meningkat, mencapai 32,6 juta orang pada tahun 2022, 32,9 juta orang dan pada tahun 2023, 33,2 juta orang pada tahun 2024.

Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara tahun 2022 menunjukkan peningkatan DM dari tahun ke tahun. Pada periode 2020–2021, jumlah penderita DM di tingkat provinsi belum terdokumentasi secara rinci dalam publikasi resmi, yang diduga dipengaruhi oleh keterbatasan pelaporan selama pandemi COVID-19. Pada tahun 2022, jumlah penderita DM tercatat sebanyak 11.529 kasus. Kemudian data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Tenggara tahun 2024 menunjukkan kasus DM meningkat signifikan pada tahun 2023 menjadi 17.633 kasus. Selanjutnya, pada tahun 2024, data sementara periode Januari–Juni mencatat 12.924 kasus DM, yang mengindikasikan bahwa jumlah kasus hingga akhir tahun sampai tahun berikutnya berpotensi melampaui capaian tahun sebelumnya.

Data dari Dinas Kesehatan Kota Kendari tahun 2023 menunjukkan, pada tahun 2020 jumlah penderita DM tercatat sebanyak 3.030 kasus, kemudian menurun pada tahun 2021 menjadi 2.030 kasus. Pada tahun 2022, jumlah penderita DM tercatat 1.825 kasus, dan kembali meningkat pada tahun 2023 menjadi 2.346 kasus. Pada tahun 2024, jumlah penderita DM tercatat 2.600 kasus. Berdasarkan kecenderungan peningkatan tersebut, jumlah penderita DM di Kota Kendari pada tahun 2025-2026 diperkirakan terjadi peningkatan dari tahun tahun sebelumnya.

Peningkatan prevalensi penyakit DM ini disebabkan oleh pertumbuhan masyarakat yang semakin tinggi, peningkatan obesitas, faktor stress, diet dan pola makan yang tidak sehat, dan gaya hidup yang sekunder. Percepatan naiknya prevalensi penderita DM dapat dipicu oleh

pola makan yang salah. Dimana pada saat sekarang banyak masyarakat yang kurang menyediakan makanan berserat, banyak konsumsi makanan yang mengandung kolesterol, lemak jenuh, dan natrium, diperparah lagi dengan seringnya mengkonsumsi makanan dan minuman yang kaya akan gula (Suarsih *et al.*, 2021).

Pengelolaan DM dapat dilakukan melalui pengendalian faktor risiko yang dapat diubah, salah satunya dengan penerapan pola makan yang seimbang. Pengaturan konsumsi makanan yang tepat berperan penting dalam menjaga kestabilan kadar glukosa darah, terutama dengan memilih jenis makanan yang tidak menyebabkan lonjakan glukosa darah secara cepat (Wahyuni *et al.*, 2022). Bahan pangan yang dianjurkan bagi penderita DM umumnya adalah makanan yang mengandung serat tinggi serta karbohidrat kompleks, seperti pati resisten, yang salah satu sumber alaminya terdapat pada buah pisang dan sagu (Mustofa & Wahyudi, 2020)

Pisang merupakan buah yang kaya akan antioksidan, vitamin, mineral, serta serat yang dibutuhkan tubuh. Kandungan karbohidrat kompleks dan sederhana pada pisang menjadikannya sebagai sumber energi yang dapat membantu meningkatkan daya tahan tubuh. Selain itu, pisang juga diketahui memiliki potensi dalam menurunkan kadar glukosa darah dan kolesterol. Beberapa penelitian melaporkan bahwa konsumsi satu hingga dua buah pisang atau sekitar 250 gram per hari dapat memberikan efek hipoglikemik, yaitu menurunkan kadar glukosa darah. Efek tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa aktif dalam pisang, seperti serat, magnesium, dan flavonoid (Zou *et al.*, 2022).

Serat memiliki peranan penting dalam pengendalian kadar glukosa darah dan banyak ditemukan pada buah-buahan, termasuk pisang. Pisang kepok diketahui mengandung jenis serat seperti pati resisten dan inulin yang berkontribusi positif terhadap pengendalian glukosa darah. Inulin dapat meningkatkan produksi *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) di usus (Nakajima *et al.*, 2022), yang berperan dalam meningkatkan metabolisme insulin dan sensitivitas sel terhadap insulin sehingga menimbulkan efek hipoglikemik. Selain itu, keberadaan metabolit sekunder seperti flavonoid pada pisang juga berperan dalam memperbaiki jalur sinyal insulin. Hal ini didukung oleh penelitian Ruhdiana *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa pisang kepok (*Musa paradisiaca*) mengandung serat kasar, inulin, serta senyawa antioksidan seperti flavonoid dan β -karoten, yang secara signifikan berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsumsi pisang kepok dapat menurunkan kadar glukosa darah hingga 58,46%.

Dibandingkan dengan jenis pisang lain, pisang kepok dipilih karena termasuk kelompok *plantain* yang memiliki kandungan pati resisten dan serat pangan lebih tinggi dibandingkan pisang lainnya, terutama pada kondisi mengkal, sehingga lebih efektif dalam

memperlambat pencernaan dan penyerapan glukosa (Adawiyah *et al.*, 2025). Selain itu, variasi kultivar pisang menunjukkan perbedaan kandungan amilosa dan pati resisten yang signifikan, di mana pisang dari kelompok tertentu seperti kepok cenderung memiliki karakteristik pati yang lebih resisten terhadap pencernaan (Liang *et al.*, 2024). Pengolahan dan modifikasi pisang kepok juga terbukti dapat meningkatkan kadar pati resisten dan serat total, sehingga memperkuat potensinya sebagai pangan fungsional untuk pengendalian glukosa darah (Arifah, 2024). Keunggulan kandungan serat, pati resisten, serta karakteristik karbohidrat kompleks tersebut menjadikan pisang kepok lebih potensial digunakan sebagai intervensi diet dalam pengendalian kadar glukosa darah dibandingkan jenis pisang lainnya.

Penelitian eksperimental oleh Wahyuni dan Syauqy (2021) pada tikus pra sindrom metabolik juga menunjukkan bahwa pemberian pisang kepok secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah puasa dibandingkan kelompok kontrol. Hasil-hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa kandungan pati resisten, inulin, dan flavonoid dalam pisang kepok, serta pisang kepok memiliki indeks glikemik 50 (≤ 55) yang termasuk dalam kategori rendah, sehingga pada kondisi matang tidak menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah secara cepat berpotensi mendukung pengendalian kadar glukosa darah dan peningkatan sensitivitas insulin, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pangan fungsional dalam pencegahan maupun pengelolaan diabetes melitus. Selain buah-buahan seperti pisang yang kaya akan serat fungsional dan senyawa bioaktif, terdapat pula sumber karbohidrat lokal lain yang berpotensi memberikan manfaat serupa. Salah satu bahan pangan lokal yang kaya akan pati resisten dan memiliki nilai fungsional tinggi adalah sagu, yang tidak hanya berperan sebagai sumber energi, tetapi juga berpotensi mendukung kesehatan metabolik serta pengendalian DM.

Tanaman sagu merupakan salah satu komoditi bahan pangan yang banyak mengandung karbohidrat, sehingga sagu merupakan bahan makanan pokok. Menurut Alfons dan Rivaie (2023) pati atau tepung sagu dan produk olahannya dapat dikelompokkan juga sebagai pangan fungsional. Dengan kata lain sagu sebagai salah satu sumber pangan potensial, juga merupakan pangan fungsional yang dapat dikembangkan. Sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal yang memiliki potensi besar dalam pencegahan dan pengendalian Diabetes Melitus, terutama karena nilai Indeks Glikemik (IG) yang relatif rendah dibandingkan dengan sumber karbohidrat pokok lain seperti beras atau tepung terigu. Sagu memiliki indeks glikemik 39,43 (< 50) yang termasuk dalam kategori rendah, sehingga tidak menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah secara cepat dan berpotensi mendukung pengendalian glikemia (Maigoda *et al.*, 2021). Kandungan utama sagu berupa pati kompleks, termasuk fraksi pati resisten, berperan dalam menurunkan respons glikemik postprandial dan

meningkatkan sensitivitas insulin. Sejalan dengan hal tersebut, FAO/WHO (2020) merekomendasikan peningkatan konsumsi pangan ber-Indeks Glikemik rendah, terutama bagi penderita DM dan individu dengan intoleransi glukosa, sebagai strategi diet untuk pengendalian kadar gula darah.

Penelitian oleh Haliza *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa produk berbasis sagu memiliki nilai IG yang lebih rendah dibandingkan nasi putih, sehingga lebih aman dikonsumsi oleh penderita DM. Penelitian tersebut menegaskan bahwa karakteristik pati pada sagu menyebabkan proses pencernaan karbohidrat berlangsung lebih lambat, sehingga membantu mengontrol peningkatan kadar glukosa darah setelah makan. Selain itu, penelitian oleh Purwani *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa konsumsi pangan berbasis sagu dapat menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah dibandingkan produk berbasis tepung terigu, serta berpotensi meningkatkan kontrol glukosa darah pada individu dengan risiko diabetes. Penelitian lain oleh Saragih *et al.* (2022) juga menjelaskan bahwa pati resisten dalam sagu berkontribusi terhadap peningkatan produksi *Short Chain Fatty Acids* (SCFA) di usus besar, yang berperan dalam memperbaiki metabolisme glukosa dan meningkatkan sensitivitas insulin.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beberapa jenis pisang memiliki potensi sebagai agen penurun kadar glukosa darah. Studi pada pisang kapas (*Musa paradisiaca L.*) melaporkan bahwa fraksi larut air dari ekstrak etanolik dosis 0,25 g/kgBB mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar $22,28 \pm 0,76\%$ pada tikus melalui uji toleransi glukosa oral. Penelitian lain juga membuktikan bahwa ekstrak etanol daging buah pisang klutuk (*Musa balbisiana Colla*) pada dosis 3,5 mg/20 g BB mencit dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit yang diinduksi aloksan dengan persentase penurunan sebesar 20,06% (hari ke-3), 50,22% (hari ke-7), dan 59,27% (hari ke-14). Selain itu, pemberian buah pisang kepok kuning juga dilaporkan mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa secara signifikan pada tikus Sprague Dawley pra-sindrom metabolik.

Selain pisang, pangan lokal lain seperti sagu juga menunjukkan potensi antidiabetik. Penelitian pada tikus putih diabetes yang diinduksi aloksan melaporkan bahwa pemberian sereal berbahan sagu (*Cersa Mori*) dosis 5 g/200 gBB/hari selama 30 hari mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa secara signifikan ($p = 0,006$) dan efeknya setara dengan glibenklamid ($p = 0,366$). Temuan tersebut menunjukkan bahwa pangan lokal seperti pisang dan sagu memiliki potensi sebagai alternatif terapi pendukung dalam pengendalian kadar glukosa darah.

Namun, penelitian yang membandingkan secara langsung efektivitas pemberian

ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu terhadap penurunan kadar glukosa darah masih terbatas. Oleh karena itu, peneliti mau mengetahui mengenai perbedaan pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu terhadap kadar glukosa darah. Selain itu, penggunaan ekstrak dipilih karena ekstrak mengandung senyawa aktif yang lebih terkonsentrasi, sehingga diharapkan dapat memberikan efek penurunan glukosa darah yang lebih optimal serta memudahkan penentuan dosis yang lebih terstandar dibandingkan pemberian bahan segar. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas serta potensi ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu terhadap kadar glukosa darah mencit BALB/c.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik dengan rancangan Posttest Only Control Group Design menggunakan mencit BALB/c jantan sebagai hewan uji. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hewan Coba Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo pada bulan Mei–Juni 2026 selama 25 hari. Populasi penelitian adalah mencit BALB/c jantan berusia 8–12 minggu dengan berat badan 20–30 g. Besar sampel ditentukan menggunakan rumus Federer sehingga diperoleh enam ekor mencit per kelompok. Untuk mengantisipasi *drop out*, jumlah sampel ditambah menjadi tujuh ekor per kelompok, sehingga total hewan uji sebanyak 28 ekor.

Kriteria inklusi meliputi mencit BALB/c jantan yang sehat, aktif, berusia 8–12 minggu, memiliki berat badan 20–30 g, dan kadar glukosa darah normal (62,8–176 mg/dL). Mencit yang mengalami sakit, kematian selama penelitian, atau memiliki kelainan anatomi dikeluarkan dari penelitian.

Seluruh mencit diadaptasikan selama tujuh hari dengan pemberian pakan standar dan air minum *ad libitum*. Setelah masa adaptasi, mencit dipuasakan selama delapan jam dan dilakukan pengukuran kadar glukosa darah awal menggunakan alat GlucoDr melalui darah kapiler ekor. Selanjutnya seluruh mencit diinduksi streptozotocin (STZ) dosis 150 mg/kgBB secara intraperitoneal sebagai model diabetes melitus. Tiga hari setelah induksi dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah untuk memastikan keberhasilan induksi. Mencit dengan kadar glukosa darah ≥ 176 mg/dL dinyatakan mengalami hiperglikemia dan selanjutnya diberikan perlakuan.

Hewan uji dibagi secara acak ke dalam empat kelompok. Kelompok kontrol negatif menerima pakan standar dan akuades. Kelompok kontrol positif menerima pakan standar dan metformin sebagai obat antidiabetes. Kelompok perlakuan pertama memperoleh ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca* L.) dosis 3,5 mg/20 g berat badan, sedangkan kelompok

perlakuan kedua memperoleh ekstrak sagu (*Metroxylon sp.*) dengan dosis yang sama. Seluruh perlakuan diberikan secara oral menggunakan sonde sekali sehari selama 14 hari.

Ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu dibuat menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%, kemudian filtrat dievaporasi hingga diperoleh ekstrak kental yang selanjutnya diencerkan menggunakan akuades sesuai dosis perlakuan. Metformin digunakan sebagai kontrol positif dengan dosis hasil konversi sebesar 0,87 mg/20 g berat badan.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu, sedangkan variabel terikat adalah kadar glukosa darah mencit BALB/c. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan sebelum induksi STZ, tiga hari setelah induksi, dan setelah 14 hari pemberian perlakuan menggunakan glukometer.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik. Distribusi data diuji menggunakan uji Shapiro–Wilk, sedangkan homogenitas varians dianalisis menggunakan uji Levene. Perbedaan rerata kadar glukosa darah antar kelompok dianalisis menggunakan One-Way Analysis of Variance (ANOVA). Apabila diperoleh perbedaan yang bermakna, analisis dilanjutkan dengan uji Least Significant Difference (LSD). Seluruh pengujian menggunakan tingkat kemaknaan $p < 0,05$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

1) Karakteristik Bahan Mentah dan Hasil Ekstraksi Pisang Kepok Mengkal (*Musa paradisiaca L.*) dan Sagu (*Metroxylon sp.*)



Gambar 1. Ekstraksi Pisang Kepok Mengkal dan Sagu

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa diperoleh hasil ekstrak pisang kepok mengkal sebanyak 52,31 gram dan ekstrak sagu sebanyak 55,27 gram. Pemberian sampel butuh pisang kepok mengkal dan sagu untuk mencit sebanyak 0,0175 gram. Berikut untuk hasil pengamatan karakteristik pisang kepok mengkal, sagu serta ekstraksi pisang kepok mengkal dan sagu:

Tabel 1. Hasil pengamatan karakteristik pisang kepok mengkal, sagu serta ekstraksi pisang kepok mengkal dan sagu

Pengamatan	Pisang kepok mengkal	Sagu	Ekstraksi pisang kepok mengkal	Ekstraksi sagu
Bentuk	Lonjong	Butiran	Cair	Cair
Warna	Putih agak krem	Putih	Hitam kecoklatan	Coklat kehitaman
Bau	Bau khas pisang	Bau khas sagu	Bau khas pisang	Bau khas sagu

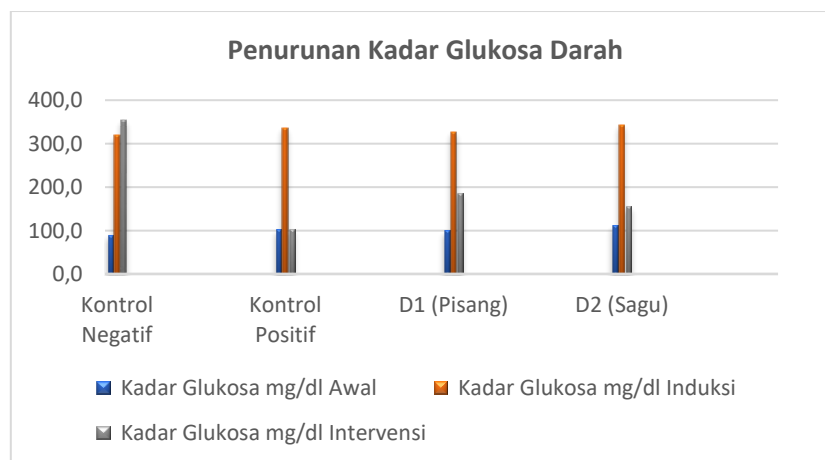
2) Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah Mencit

Adapun hewan uji coba yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas 4 kelompok yaitu kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif, kelompok perlakuan 1 (P1) dan kelompok perlakuan 2 (P2) dengan dosis yang sama yaitu dosis 3,5 mg/BB. Berikut ini hasil pengukuran kadar glukosa darah pada mencit sebelum dan sesudah intervensi yang dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Darah pada Mencit

Kelompok	Mencit	Kadar Glukosa					
		Hari 1	Rerata	Hari 3	Rerata	Hari 17	Rerata
Kelompok Negatif (KN)	1	91		325		369	
	2	90		318		353	
	3	91		313		343	
	4	90	90,4	321	318,4	360	353,9
	5	90		311		352	
	6	90		313		359	
	7	91		328		341	
Kelompok Positif (KP)	1	101		338		102	
	2	102		331		105	
	3	101		332		102	
	4	102	102,6	332	336,3	102	103,6
	5	105		333		107	
	6	105		347		105	
	7	102		341		102	
Kelompok Ektrak Pisang Kepok Mengkal (P1)	1	101		324		188	
	2	101		328		176	
	3	101		328		189	
	4	101	100,3	329	327,1	191	185,4
	5	102		331		207	
	6	98		325		174	
	7	98		325		173	
Kelompok Ektrak Sagu (P2)	1	111		342		150	
	2	114	111,9	341	343,4	152	155,6
	3	114		341		156	
	4	110		332		150	

5	112	341	155
6	110	355	163
7	112	352	163



Gambar 2 Grafik Rata-Rata Kadar Glukosa Darah Pada Mencit

Berdasarkan hasil pengukuran kadar glukosa darah puasa, pada hari ke-1 sebelum injeksi streptozotocin seluruh kelompok mencit memiliki rata-rata kadar glukosa darah yang relatif normal, yaitu 90,4 mg/dL pada kelompok kontrol negatif (KN), 102,6 mg/dL pada kelompok kontrol positif (KP), 100,3 mg/dL pada kelompok perlakuan 1 (P1), dan 111,9 mg/dL pada kelompok perlakuan 2 (P2).

Pada hari ke-3, seluruh kelompok yang diinduksi streptozotocin mengalami peningkatan kadar glukosa darah. Kelompok kontrol positif (KP) memiliki rata-rata kadar glukosa darah sebesar 318,4 mg/dL, kelompok kontrol negatif (KN) sebesar 336,3 mg/dL, kelompok perlakuan 1 (P1) sebesar 327,1 mg/dL, dan kelompok perlakuan 2 (P2) sebesar 343,4 mg/dL.

Pada akhir penelitian, yaitu hari ke-17, kelompok kontrol positif (KP) yang diberikan metformin memiliki rata-rata kadar glukosa darah sebesar 103,6 mg/dL. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian metformin mampu menurunkan kadar glukosa darah hingga mendekati kondisi normal. Sementara itu, kelompok kontrol negatif (KN) yang hanya diberikan pakan standar memiliki rata-rata kadar glukosa darah sebesar 353,9 mg/dL, yang menunjukkan kadar glukosa darah tetap tinggi. Pada kelompok perlakuan 1 (P1) yang diberikan ekstrak pisang kepok mengkal dengan dosis 3,5 mg/20 g BB, kadar glukosa darah menurun menjadi 185,4 mg/dL. Adapun pada kelompok perlakuan 2 (P2) yang diberikan ekstrak sagu dengan dosis 3,5 mg/20 g BB, kadar glukosa darah menurun menjadi 155,6 mg/dL.

3) Hasil Analisis Statistik Kadar Glukosa Darah Mencit

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas

Kelompok Uji	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kontrol Negatif	0.151	7	0.200*	0.872	7	0.799
Kontrol Positif	0.348	7	0.011	0.914	7	0.201
Ekstrak Pisang Kepok Mengkal	0.209	7	0.200*	0.921	7	0.285
Ekstrak Sagu	0.195	7	0.200*	0.940	7	0.138

Uji normalitas pada variabel penelitian dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk. Kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah apabila nilai signifikansi (Sig.) > 0,05 maka data berdistribusi normal, sedangkan apabila nilai signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji normalitas pada tabel di atas, diketahui bahwa dari empat kelompok data yang dianalisis memiliki nilai signifikansi lebih dari 0,05 sehingga semua data dapat dinyatakan berdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Hasil Uji Homogenitas		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar Glukosa	Based on Mean	3.961	3	24	0.199
	Based on Median	2.982	3	24	0.051
	Based on Median and with adjusted df	2.981	3	14.504	0.066
	Based on trimmed mean	4.070	3	24	0.018

Uji homogenitas pada variabel penelitian dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok perlakuan. Kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah apabila nilai signifikansi (Sig.) > 0,05 maka data memiliki varians yang homogen, sedangkan apabila nilai signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan tidak homogen. Berdasarkan hasil uji homogenitas pada tabel di atas, diketahui bahwa nilai signifikansi (Sig.) lebih dari 0,05 sehingga data memiliki varians yang homogen. Dengan demikian, asumsi homogenitas telah terpenuhi sehingga analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji *One-Way ANOVA*.

Tabel 5 Hasil Uji *One-Way ANOVA*

Hasil Uji <i>One-Way ANOVA</i>					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	246092.679	3	82030.893	1170.476	.000
Within Groups	1682.000	24	70.083		
Total	247774.679	27			

Pada uji *One-Way* ANOVA yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar glukosa darah pada seluruh kelompok. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh bahwa adanya perbedaan yang signifikan pada semua kelompok dengan nilai $p < 0,05$. Perbedaan yang dimaksud adanya perbedaan antara kelompok perlakuan terhadap penurunan kadar glukosa darah. Sehingga ada pengaruh pada semua kelompok, secara nyata maka akan dilakukan uji lanjutan dengan uji *Post-Hoc* LSD untuk menemukan perbedaan pengaruh pada tiap kelompok perlakuan.

Tabel 6 Hasil Uji *Post-Hoc* LSD

No	Perlakuan	Jumlah	Rata-Rata Kadar Glukosa Darah	<i>Post-Hoc</i> LSD
1.	Kontrol Negatif	7	353,857±9,839 ^a	0,05
2.	Kontrol Positif	7	103,571±2,070 ^b	
3.	Perlakuan 1	7	185,429±12,177 ^c	
4.	Perlakuan 2	7	155,571±5,563 ^d	

Berdasarkan hasil dari uji *Post-Hoc* LSD ditemukan bahwa terdapat kelompok yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Kelompok kontrol negatif dengan kelompok kontrol positif, perlakuan 1 dan perlakuan 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan $p < 0,05$. Pada kelompok kontrol positif dengan kontrol negatif, perlakuan 1 dan perlakuan 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan $< 0,05$. Pada kelompok perlakuan 1 dengan kelompok kontrol negatif, kontrol positif dan perlakuan 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan $< 0,05$. Pada kelompok perlakuan 2 dengan kelompok kontrol negatif, kontrol positif dan perlakuan 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan $< 0,05$.

b. Pembahasan

1) Perubahan Kadar Glukosa Darah Mencit Setelah Induksi *Streptozotocin*

Streptozotocin (STZ) merupakan senyawa diabetogenik yang paling banyak digunakan untuk menginduksi model diabetes melitus pada hewan coba, khususnya mencit dan tikus. STZ merupakan turunan nitrosourea yang memiliki afinitas tinggi terhadap glucose transporter-2 (GLUT2) yang banyak diekspresikan pada sel β pankreas. Setelah memasuki sel β pankreas, STZ menyebabkan kerusakan DNA, meningkatkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS), serta mengaktivasi jalur inflamasi yang berujung pada apoptosis maupun nekrosis sel β pankreas. Kerusakan tersebut mengakibatkan penurunan sekresi insulin sehingga terjadi peningkatan kadar glukosa darah (Kaneto *et al.*, 2021).

Model diabetes yang diinduksi menggunakan STZ telah banyak digunakan dalam penelitian eksperimental karena mampu menghasilkan kondisi hiperglikemia yang stabil dan menyerupai patofisiologi diabetes melitus pada manusia. Husna *et al.*, (2022) melaporkan bahwa pemberian STZ pada mencit mampu meningkatkan kadar glukosa darah hingga mencapai kondisi hiperglikemia sekitar 72 jam setelah induksi. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Kamal *et al.*, (2022) dan Saputra *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa STZ efektif digunakan sebagai agen diabetogenik untuk membentuk model diabetes melitus eksperimental sehingga sesuai untuk mengevaluasi efektivitas berbagai agen antihiperglikemik, termasuk bahan pangan fungsional.

Sebelum dilakukan induksi STZ, seluruh mencit terlebih dahulu menjalani pemeriksaan kadar glukosa darah awal (*baseline*). Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi glukosa darah setiap mencit sebelum perlakuan, memastikan seluruh hewan uji berada dalam kondisi fisiologis yang relatif seragam, serta memperoleh data dasar sebagai pembanding terhadap perubahan kadar glukosa darah setelah induksi STZ maupun setelah pemberian intervensi. Pemeriksaan kadar glukosa darah awal merupakan tahapan penting dalam penelitian eksperimental diabetes karena memastikan bahwa perubahan kadar glukosa darah yang terjadi selama penelitian benar-benar disebabkan oleh induksi STZ dan perlakuan yang diberikan, bukan karena adanya gangguan metabolisme sebelum penelitian dimulai (Furman, 2021).

Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah pada hari-1 menunjukkan bahwa seluruh mencit memiliki kadar glukosa darah dalam rentang normal, yaitu 62,8–176 mg/dL (Meliala *et al.*, 2023), sehingga memenuhi kriteria sebagai hewan uji dan dapat dilanjutkan ke tahap induksi STZ. Sebaliknya, apabila pada pemeriksaan awal ditemukan mencit dengan kadar glukosa darah di luar rentang normal, maka mencit tersebut harus dikeluarkan (*excluded*) dari penelitian karena tidak memenuhi kriteria sebagai hewan uji dan berpotensi menimbulkan bias terhadap hasil penelitian. Penggunaan mencit dengan kadar glukosa darah normal bertujuan untuk memperoleh kondisi awal yang homogen sehingga perubahan kadar glukosa darah pada tahap selanjutnya dapat diatribusikan terhadap efek induksi STZ maupun intervensi yang diberikan.

Kondisi normoglikemia pada seluruh mencit menunjukkan bahwa fungsi sel β pankreas masih mampu mensekresikan insulin secara fisiologis sehingga homeostasis glukosa darah tetap terjaga. Meskipun terdapat sedikit variasi kadar glukosa darah antarindividu, kondisi tersebut merupakan variasi biologis yang umum terjadi dan dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi fisiologis, aktivitas, respons terhadap stres, serta

pola konsumsi pakan (Zheng *et al.*, 2024). Namun, karena seluruh mencit masih berada dalam rentang normal, kondisi awal hewan uji dapat dianggap homogen sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap induksi STZ.

Pada hari ke-3 pemeriksaan kadar glukosa darah kembali dilakukan setelah induksi STZ untuk memastikan keberhasilan pembentukan model diabetes melitus pada mencit. Tahap ini penting karena efektivitas suatu intervensi antihiperglikemik hanya dapat dievaluasi apabila hewan uji telah mencapai kondisi hiperglikemia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh mencit mengalami peningkatan kadar glukosa darah hingga melebihi rentang normal, yang menandakan bahwa induksi STZ berhasil membentuk model diabetes melitus. Temuan ini sejalan dengan penelitian Saputra *et al.*, (2022).

Peningkatan kadar glukosa darah setelah induksi STZ terjadi karena STZ secara selektif masuk ke dalam sel β pankreas melalui GLUT2, kemudian menyebabkan kerusakan DNA, stres oksidatif, dan kematian sel β pankreas. Kerusakan tersebut mengakibatkan penurunan produksi insulin sehingga pengambilan glukosa oleh jaringan menurun dan glukosa terakumulasi dalam sirkulasi darah (Kaneto *et al.*, 2021). Meskipun seluruh kelompok menerima dosis STZ yang sama, peningkatan kadar glukosa darah yang terjadi tidak sepenuhnya identik. Perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh variasi biologis masing-masing mencit, seperti tingkat kerusakan sel β pankreas, sensitivitas insulin, kondisi metabolisme, respons terhadap stres, serta kapasitas sistem antioksidan tubuh (Furman, 2021). Namun demikian, seluruh mencit telah memenuhi kriteria hiperglikemia sehingga layak diberikan intervensi.

Pada hari ke-17 setelah intervensi selama 14 hari, dilakukan kembali pemeriksaan kadar glukosa darah untuk mengevaluasi perubahan kadar glukosa darah pada setiap kelompok perlakuan setelah mencit diinduksi STZ. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan perubahan kadar glukosa darah pada masing-masing kelompok. Kelompok kontrol negatif tetap berada dalam kondisi perlakuan menunjukkan penurunan kadar glukosa darah dengan tingkat penurunan yang berbeda. Temuan tersebut menunjukkan bahwa setelah keberhasilan induksi STZ, setiap perlakuan memberikan respons yang berbeda terhadap perubahan kadar glukosa darah mencit.

2) Pengaruh Pemberian Intervensi Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah

Setelah seluruh mencit berhasil mengalami kondisi hiperglikemia akibat induksi *streptozotocin* (STZ), masing-masing kelompok diberikan intervensi sesuai dengan rancangan penelitian selama 14 hari. Kelompok kontrol negatif hanya diberikan pakan standar, kelompok kontrol positif diberikan metformin sebagai terapi standar

antidiabetes, sedangkan kelompok perlakuan 1 dan kelompok perlakuan 2 masing-masing diberikan ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca L.*) dan ekstrak sagu (*Metroxylon sp.*). Pemberian intervensi bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan masing-masing perlakuan dalam memperbaiki kondisi hiperglikemia yang telah diinduksi oleh STZ. Efektivitas setiap intervensi dievaluasi melalui perubahan kadar glukosa darah sebelum dan sesudah masa intervensi sehingga dapat diketahui kemampuan masing-masing perlakuan dalam memperbaiki homeostasis glukosa darah.

Berdasarkan hasil penelitian, kelompok kontrol negatif menunjukkan bahwa kadar glukosa darah tetap berada pada kondisi hiperglikemia hingga akhir masa intervensi. Bahkan, kadar glukosa darah pada kelompok ini cenderung mengalami peningkatan dibandingkan kondisi setelah induksi STZ. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian pakan standar tanpa disertai terapi antihiperglikemik tidak mampu memperbaiki gangguan metabolisme glukosa yang terjadi akibat kerusakan sel β pankreas. Kelompok kontrol negatif berfungsi sebagai pembanding untuk menggambarkan perkembangan alami hiperglikemia apabila tidak diberikan terapi, sehingga perubahan kadar glukosa darah pada kelompok perlakuan dapat dibandingkan dengan kondisi tersebut.

Kondisi hiperglikemia yang menetap pada kelompok kontrol negatif terjadi karena kerusakan sel β pankreas akibat induksi STZ masih berlangsung sehingga produksi insulin tetap rendah. Defisiensi insulin menyebabkan pengambilan glukosa oleh jaringan, terutama otot rangka dan jaringan adiposa, menurun sehingga glukosa tetap berada dalam sirkulasi darah. Selain itu, rendahnya kadar insulin menyebabkan peningkatan sekresi glukagon yang merangsang glukoneogenesis dan glikogenolisis di hati. Akibatnya, produksi glukosa endogen terus berlangsung dan memperburuk kondisi hiperglikemia (Furman, 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa adanya intervensi yang mampu memperbaiki gangguan metabolisme glukosa, kadar glukosa darah cenderung tetap tinggi bahkan dapat terus meningkat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Saputra *et al.*, (2022) yang melaporkan bahwa mencit yang diinduksi STZ dan tidak memperoleh terapi tetap menunjukkan kadar glukosa darah yang tinggi hingga akhir periode pengamatan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Husna *et al.*, (2022), yang menyatakan bahwa kerusakan sel β pankreas akibat STZ menyebabkan kondisi hiperglikemia berlangsung secara persisten apabila tidak diberikan agen antihiperglikemik. Oleh karena itu, kelompok kontrol negatif pada penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan

standar saja belum mampu mengembalikan homeostasis glukosa darah pada mencit yang mengalami hiperglikemia akibat induksi STZ.

Berbeda dengan kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif yang diberikan metformin selama masa intervensi menunjukkan penurunan kadar glukosa darah hingga kembali berada dalam rentang normal kadar glukosa darah mencit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metformin efektif memperbaiki kondisi hiperglikemia yang diinduksi oleh streptozotocin (STZ). Sebagai obat antidiabetes lini pertama, metformin digunakan sebagai kontrol positif karena efektivitasnya dalam menurunkan kadar glukosa darah telah banyak dibuktikan, sehingga dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap efek antihiperglikemik dari bahan uji yang diteliti.

Efek antihiperglikemik metformin terutama terjadi melalui penurunan produksi glukosa di hati dengan menghambat proses glukoneogenesis, sehingga jumlah glukosa endogen yang dilepaskan ke dalam sirkulasi darah berkurang. Selain itu, metformin meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan perifer, terutama otot rangka, sehingga pengambilan dan pemanfaatan glukosa oleh sel meningkat. Metformin juga diketahui meningkatkan aktivasi adenosine monophosphate-activated protein kinase (AMPK), yaitu enzim yang berperan penting dalam mengatur metabolisme energi. Aktivasi AMPK akan menekan sintesis glukosa di hati sekaligus meningkatkan penggunaan glukosa oleh jaringan perifer sehingga membantu mengembalikan homeostasis glukosa darah (Kaneto *et al.*, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Husna *et al.*, (2022) yang melaporkan bahwa pemberian metformin pada mencit yang diinduksi STZ mampu menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan dibandingkan kelompok yang tidak memperoleh terapi. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Kamal *et al.*, (2022), yang menunjukkan bahwa metformin efektif memperbaiki kondisi hiperglikemia melalui peningkatan sensitivitas insulin dan penurunan produksi glukosa di hati. Oleh karena itu, keberhasilan metformin dalam mengembalikan kadar glukosa darah mendekati kondisi normal pada penelitian ini menunjukkan bahwa model diabetes yang digunakan mampu memberikan respons terhadap terapi antihiperglikemik standar.

Selain terapi standar menggunakan metformin, penelitian ini juga mengevaluasi potensi dua bahan pangan lokal, yaitu ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca L.*) dan ekstrak sagu (*Metroxylon sp.*), sebagai agen antihiperglikemik alami. Kedua bahan tersebut dipilih karena mengandung komponen bioaktif yang diduga berperan dalam memperbaiki metabolisme glukosa melalui mekanisme yang berbeda dengan

metformin. Oleh karena itu, efektivitas kedua bahan tersebut selanjutnya dianalisis berdasarkan perubahan kadar glukosa darah setelah periode intervensi.

Kelompok perlakuan 1 yang diberikan ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca L.*) selama 14 hari menunjukkan penurunan kadar glukosa darah dibandingkan dengan kondisi setelah induksi streptozotocin. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penurunan tersebut bermakna ($p < 0,05$), sehingga mengindikasikan bahwa ekstrak pisang kepok mengkal memiliki aktivitas antihiperglikemik pada mencit yang mengalami hiperglikemia akibat induksi streptozotocin. Meskipun demikian, kadar glukosa darah pada kelompok ini belum sepenuhnya kembali ke rentang normal kadar glukosa darah mencit, yaitu 62,8–176 mg/dL (Meliala *et al.*, 2023). Temuan tersebut menunjukkan bahwa ekstrak pisang kepok mengkal mampu memperbaiki kondisi hiperglikemia, namun efektivitasnya belum optimal untuk mengembalikan homeostasis glukosa darah selama periode intervensi 14 hari.

Efek antihiperglikemik ekstrak pisang kepok mengkal diduga merupakan hasil kerja sinergis beberapa komponen bioaktif, terutama pati resisten, amilosa, dan serat prebiotik. Ketiga komponen tersebut bekerja melalui mekanisme yang saling melengkapi dalam mengendalikan metabolisme glukosa sehingga berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah pada mencit. Salah satu komponen utama yang berperan adalah pati resisten. Pisang kepok mengkal diketahui mengandung pati resisten sebesar 0,95% yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus sehingga tidak mengalami hidrolisis menjadi glukosa. Pati resisten akan mencapai usus besar dan difermentasi oleh mikrobiota usus menghasilkan asam lemak rantai pendek *short-chain fatty acids* (SCFA), yaitu asetat, propionat, dan butirrat (Munir *et al.*, 2024). SCFA selanjutnya mengaktifasi reseptor pada sel enteroendokrin tipe L sehingga merangsang sekresi hormon *glucagon-like peptide-1* (GLP-1). Peningkatan GLP-1 akan meningkatkan sekresi insulin, menekan sekresi glukagon, memperlambat pengosongan lambung, serta meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan tubuh. Kombinasi mekanisme tersebut menyebabkan penyerapan glukosa berlangsung lebih lambat, produksi glukosa di hati menurun, dan kadar glukosa darah menjadi lebih terkendali.

Hasil penelitian ini didukung oleh Costa *et al.*, (2022) yang melaporkan bahwa konsumsi pisang yang kaya pati resisten selama 24 minggu mampu menurunkan kadar glukosa darah puasa dan HbA1c pada individu dengan pradiabetes maupun diabetes melitus tipe 2. Penurunan tersebut dikaitkan dengan kemampuan pati resisten dalam memperlambat pencernaan pati serta meningkatkan pembentukan SCFA yang berperan

dalam memperbaiki regulasi glukosa.

Selain pati resisten, kandungan amilosa pada pisang kepok mengkal juga berkontribusi terhadap efek antihiperglikemik. Amilosa memiliki struktur rantai lurus yang lebih sulit dihidrolisis oleh enzim α -amilase dibandingkan amilopektin sehingga proses pemecahan pati berlangsung lebih lambat. Kondisi tersebut menyebabkan pelepasan dan absorpsi glukosa berlangsung secara bertahap, menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah, serta mengurangi kebutuhan sekresi insulin secara berlebihan. Sebagian amilosa juga dapat mengalami retrogradasi dan membentuk pati resisten sehingga semakin memperkuat efek pengendalian glukosa darah (Izar *et al.*, 2022). Hasil penelitian Namira *et al.*, (2023) juga menunjukkan bahwa pangan dengan kandungan amilosa tinggi memiliki laju hidrolisis pati yang lebih rendah sehingga mampu mempertahankan kestabilan kadar glukosa darah.

Komponen lain yang turut berperan adalah serat prebiotik. Serat prebiotik tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan sehingga mencapai usus besar dan menjadi substrat bagi pertumbuhan bakteri menguntungkan, seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Peningkatan populasi mikrobiota tersebut akan meningkatkan fermentasi dan pembentukan SCFA yang selanjutnya mendukung peningkatan sekresi GLP-1 serta perbaikan sensitivitas insulin. Selain itu, serat prebiotik meningkatkan viskositas isi saluran cerna sehingga memperlambat pengosongan lambung dan absorpsi glukosa. Mekanisme tersebut berkontribusi terhadap pengendalian kadar glukosa darah melalui perbaikan lingkungan mikrobiota usus sekaligus perlambatan penyerapan glukosa. Temuan ini sejalan dengan Ruhdiana *et al.*, (2022) yang melaporkan bahwa konsumsi serat prebiotik meningkatkan produksi SCFA, memperbaiki sensitivitas insulin, dan membantu mengendalikan kadar glukosa darah.

Berdasarkan mekanisme tersebut, penurunan kadar glukosa darah pada kelompok ekstrak pisang kepok mengkal diduga merupakan hasil kerja sinergis antara pati resisten, amilosa, dan serat prebiotik. Meskipun belum mampu mengembalikan kadar glukosa darah ke kondisi normoglikemia selama periode intervensi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak pisang kepok mengkal memiliki potensi sebagai pangan fungsional yang dapat membantu memperbaiki kontrol glikemik pada kondisi hiperglikemia.

Kelompok perlakuan 2 yang diberikan ekstrak sagu (*Metroxylon sp.*) selama 14 hari menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang bermakna setelah diinduksi streptozotocin. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian ekstrak sagu mampu

menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan ($p < 0,05$) hingga kembali berada dalam rentang normal kadar glukosa darah mencit, yaitu 62,8–176 mg/dL (Meliala *et al.*, 2023). Temuan tersebut menunjukkan bahwa ekstrak sagu memiliki aktivitas antihiperglikemik pada mencit hiperglikemia yang diinduksi streptozotocin. Dibandingkan dengan kelompok perlakuan ekstrak pisang kepok mengkal, kelompok ekstrak sagu menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan karakteristik pati sagu yang memiliki kandungan pati resisten lebih tinggi serta indeks glikemik yang rendah sehingga lebih efektif dalam memperbaiki homeostasis glukosa.

Aktivitas antihiperglikemik sagu diduga terutama dipengaruhi oleh kandungan pati resistennya. Pati resisten merupakan fraksi pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus sehingga tidak langsung dihidrolisis menjadi glukosa. Oleh karena itu, pati resisten mencapai usus besar dan difermentasi oleh mikrobiota usus menjadi asam lemak rantai pendek *short-chain fatty acids* (SCFA), yaitu asetat, propionat, dan butirrat (Thompson *et al.*, 2023). SCFA kemudian mengaktivasi reseptor *Free Fatty Acid Receptor-2* (FFAR2) dan *Free Fatty Acid Receptor-3* (FFAR3) pada sel enteroendokrin tipe L, sehingga merangsang sekresi hormon *glucagon-like peptide-1* (GLP-1). Peningkatan GLP-1 akan meningkatkan sekresi insulin, menekan sekresi glukagon, memperlambat pengosongan lambung, serta meningkatkan pemanfaatan glukosa oleh jaringan tubuh. Melalui mekanisme tersebut, produksi glukosa oleh hati berkurang, penyerapan glukosa berlangsung lebih lambat, dan kadar glukosa darah menjadi lebih terkendali.

Hasil penelitian ini didukung oleh Lokman *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa pati resisten sagu mampu menurunkan respons glukosa postprandial melalui peningkatan fermentasi di usus besar dan pembentukan SCFA. Penelitian Yusof *et al.*, (2021) juga menunjukkan bahwa konsumsi pati resisten dari sagu meningkatkan sensitivitas insulin dan memperbaiki toleransi glukosa melalui mekanisme yang melibatkan pembentukan SCFA.

Selain kandungan pati resisten, kemampuan sagu dalam memperbaiki kontrol glikemik juga diduga dipengaruhi oleh karakteristik indeks glikemiknya yang rendah. Pangan dengan indeks glikemik rendah dicerna dan diserap lebih lambat dibandingkan pangan dengan indeks glikemik tinggi sehingga pelepasan glukosa ke dalam sirkulasi darah berlangsung secara bertahap. Kondisi tersebut menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah, mengurangi lonjakan kadar glukosa darah setelah konsumsi, serta

menurunkan kebutuhan sekresi insulin secara berlebihan. Dengan demikian, pengendalian glukosa darah menjadi lebih baik dan kerja insulin menjadi lebih efisien.

Penelitian Ahmad *et al.*, (2022) melaporkan bahwa pangan berbasis sagu menghasilkan respons glukosa postprandial yang lebih rendah dibandingkan sumber karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik indeks glikemik sagu berkontribusi dalam mengurangi fluktuasi kadar glukosa darah setelah makan dan mendukung pengendalian glikemik.

Berdasarkan mekanisme tersebut, efek antihiperlikemik ekstrak sagu diduga merupakan hasil kerja yang saling melengkapi antara kandungan pati resisten dan karakteristik indeks glikemiknya yang rendah. Pati resisten meningkatkan pembentukan SCFA yang berperan dalam merangsang sekresi GLP-1 dan meningkatkan sensitivitas insulin, sedangkan indeks glikemik yang rendah memperlambat proses pencernaan dan absorpsi glukosa sehingga pelepasan glukosa ke dalam sirkulasi darah berlangsung lebih terkendali. Sinergi kedua mekanisme tersebut diduga berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar pada kelompok ekstrak sagu selama periode intervensi.

Selama masa penelitian, pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan sagu tidak menunjukkan adanya efek samping yang diamati pada mencit. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak sagu pada dosis yang digunakan relatif dapat ditoleransi selama periode intervensi. Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada lama intervensi selama 14 hari sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan durasi yang lebih panjang untuk mengevaluasi efektivitas dan keamanan penggunaan jangka panjang.

3) Perbedaan Pemberian Ekstrak Ekstrak Pisang Kepok Mengkal (*Musa paradisiaca L.*) dan Sagu (*Metroxylon sp.*) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah

Berdasarkan hasil uji Post-Hoc LSD, diketahui bahwa seluruh kelompok memiliki notasi yang berbeda (a, b, c, dan d) yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar glukosa darah mencit setelah intervensi. Pada kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak pisang kepok mengkal, rata-rata kadar glukosa darah setelah induksi *streptozotocin* sebesar 327,1 mg/dl dan mengalami penurunan menjadi 185,429 mg/dl setelah intervensi, dengan selisih penurunan sebesar 141,671 mg/dl. Sementara itu, pada kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu, rata-rata kadar glukosa darah setelah induksi *streptozotocin* sebesar 343,3

mg/dl dan menurun menjadi 155,571 mg/dl setelah intervensi, dengan selisih penurunan sebesar 187,729 mg/dl. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu mengalami penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar dibandingkan kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak pisang kepok mengkal.

Perbedaan penurunan kadar glukosa darah antara kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu diduga berkaitan dengan perbedaan kandungan dan mekanisme kerja masing-masing bahan. Sagu diketahui mengandung pati resisten cukup tinggi, yaitu sebesar 23,89% yang dapat memperlambat proses pencernaan karbohidrat dan pelepasan glukosa ke dalam aliran darah, sehingga membantu menjaga kestabilan kadar glukosa darah (Abdullah *et al.*, 2021). Selain itu, sagu memiliki indeks glikemik rendah, yaitu sekitar 28, sehingga menghasilkan respons glikemik yang lebih rendah (Yuliani, 2024).

Sedangkan, pisang kepok mengkal diketahui mengandung pati resisten yang cenderung lebih sedikit dibanding sagu, yaitu sebesar 0,95%. Selain itu, pisang kepok mengkal juga memiliki senyawa antioksidan yang berperan dalam memperlambat penyerapan glukosa di usus, serta membantu mengendalikan kadar glukosa darah (Marsono *et al.*, 2023). Meskipun demikian, nilai indeks glikemik pisang dapat meningkat seiring bertambahnya tingkat kematangan buah akibat perubahan pati menjadi gula sederhana. Pisang yang masih mengkal memiliki indeks glikemik sekitar 42, sedangkan pada kondisi lebih matang dapat meningkat hingga sekitar 51–62 (Endang, 2021). Oleh karena itu, variasi tingkat kematangan pisang diduga dapat memengaruhi kandungan pati resisten dan respons glikemiknya, sehingga kemampuan ekstrak pisang kepok mengkal dalam menurunkan kadar glukosa darah menjadi lebih rendah dibandingkan ekstrak sagu.

Berdasarkan hasil penelitian, kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu menunjukkan kadar glukosa darah akhir yang lebih rendah dibandingkan kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak sagu. Hal tersebut mengindikasikan bahwa ekstrak sagu memiliki efektivitas yang lebih baik dalam menurunkan kadar glukosa darah pada mencit yang diinduksi *streptozotocin* dibandingkan ekstrak pisang kepok mengkal.

Meskipun kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar dibandingkan kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak pisang kepok mengkal, penurunan kadar glukosa darah paling besar ditemukan pada kelompok kontrol positif yang diberikan metformin. Pada kelompok kontrol positif, rata-rata kadar glukosa darah setelah induksi *streptozotocin* sebesar 336,3 mg/dl dan

menurun menjadi 103,6 mg/dl setelah intervensi, dengan selisih penurunan sebesar 232,7 mg/dl. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan kelompok perlakuan 1 pemberian ekstrak pisang kepok mengkal dan kelompok perlakuan 2 pemberian ekstrak sagu.

Penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar pada kelompok kontrol positif diduga disebabkan oleh mekanisme kerja metformin yang secara langsung menargetkan gangguan metabolisme glukosa pada kondisi diabetes melitus. Metformin merupakan obat antihiperglikemik golongan biguanid yang bekerja dengan menekan produksi glukosa di hati melalui penghambatan proses glukoneogenesis, meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan perifer, serta meningkatkan pemanfaatan glukosa oleh otot rangka (Kaneto *et al.*, 2021).

Berbeda dengan ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu yang bekerja melalui komponen pangan fungsional, metformin merupakan obat yang telah diformulasikan secara khusus dan memiliki mekanisme kerja yang lebih terarah dalam mengendalikan kadar glukosa darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak pisang kepok mengkal dan ekstrak sagu tetap memiliki potensi sebagai alternatif pangan fungsional yang dapat membantu mengendalikan kadar glukosa darah, meskipun efek penurunannya belum melebihi efektivitas metformin sebagai terapi standar diabetes melitus.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca* L.) dan ekstrak sagu (*Metroxylon* sp.) dengan dosis 3,5 mg/20 g berat badan berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar glukosa darah pada mencit yang diinduksi diabetes melitus ($p < 0,05$). Kedua ekstrak menunjukkan efektivitas sebagai agen antihiperglikemia, namun terdapat perbedaan efektivitas di antara keduanya. Ekstrak sagu memberikan penurunan kadar glukosa darah yang lebih besar dibandingkan ekstrak pisang kepok mengkal, dengan rerata kadar glukosa darah akhir masing-masing sebesar 155,6 mg/dL dan 185,4 mg/dL. Temuan ini menunjukkan bahwa kedua bahan pangan lokal berpotensi dikembangkan sebagai alternatif terapi pendukung dalam pengendalian diabetes melitus.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak pisang kepok mengkal (*Musa paradisiaca* L.) dan ekstrak sagu (*Metroxylon* sp.) dengan variasi dosis, lama pemberian, serta model hewan uji yang berbeda guna memperoleh dosis optimum dan mekanisme kerja yang lebih jelas. Selain itu, perlu dilakukan isolasi dan identifikasi senyawa

bioaktif yang berperan dalam efek antihiperglikemia, diikuti dengan uji toksisitas, uji praklinis lanjutan, serta uji klinis pada manusia agar kedua ekstrak tersebut berpotensi dikembangkan menjadi produk fitofarmaka atau pangan fungsional untuk membantu pengendalian diabetes melitus.

DAFTAR REFERENSI

- ADA. (2020). Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*, 43, S14–S31. <https://doi.org/10.2337/dc20-S002>
- Alkhoir. (2022). Analisis Peran Keluarga Terhadap Perawatan Diri Pasien DM Tipe II. Retrieved from Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Amanah, Raudhatul Jannah, G., Nor Holilah, S., Saputri, R., & Rakhman Hakim, A. (2022). JPM-WPC Peningkatan Pengetahuan Kader Kesehatan Desa Sungai Rangsang Tengah Tentang Diabetes Melitus *Increasing Knowledge of Health Cadres in Sungai Rangsang Tengah Village About Diabetes Mellitus*. <https://wpcpublisher.com/jurnal/index.php/J>
- Amri Aji. (2023). Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi HCl untuk Pembuatan Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(1), 33-44.
- Badaring, D. R., Puspitha, S., Sari, M., Nurhabiba, S., Wulan, W., Anugrah, S., Lembang, R., & Biologi, J. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos L.*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* *Indonesian Journal Of Fundamental Sciences (Ijfs)*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1).
- Dina Khairani. (2024). Prinsip dan Praktik Hewan Percobaan Mencit (*Mus musculus*).
- Filia Sarasati. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus Altilis (Park.) Fosberg*) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Total Mencit (*Mus musculus L.*) Yang Diinduksi Aloksan.
- Haliza, W., Purwani, E. Y., Yuliani, D. S., Balai,), Penelitian, B., Pengembangan, D., Pertanian, P., Tentara Pelajar, J., & 12 Cimanggu, N. (2021). Evaluasi Kadar Pati Tahan Cerna (Ptc) Dan Nilai Indeks Glikemik Mi Sagu (*Evaluation of Enzymatically Resistant Starch and Glycemix Index of Sago Noodle*). In *Komunikasi Singkat Jurnal. Teknol. dan Industri Pangan: XVII* (Number 2).
- Husna, F., Suyatna, F. D., Arozal, W., & Purwaningsih, E. H. (2021). Model Hewan Coba pada Penelitian Diabetes Animal Model in Diabetes Research. *Mini Review Article Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, 6(3), 131–141.
- Husna, F., Suyatna, F. D., Arozal, W., & Purwaningsih, E. H. (2022). Model Hewan Coba pada Penelitian Diabetes Animal Model in Diabetes Research. *Mini Review Article Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, 6(3), 131–141.
- Maigoda, T. C., Darwis, Rizal, A., Yuliantini, E., Kamsiah, Mahyuddin, M., Wahyuni, E., Rachmawati, Heryati, K., Lubis, Y., Kurniawati, P. S., Mariati, Serilaila, Yorita, E., Sumiati, S., Efendi, P., Septiyanti, Sahidan, Widada, A., ... Jubaidi. (2021). *Red dragon fruit powder as a basic ingredient for functional foods rich in bioactive compounds*, nutritional substances and antioxidants. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(9), 714–718. <https://doi.org/10.3923/pjn.2017.714.718>
- Mustofa, A., & Wahyudi, B. (2020). Pengaruh Takaran Pupuk Organik Pada Beberapa Varietas Beras Merah di Lahan Sawah dengan Rancangan Petak Terbagi *Effect of The Dose of Organic Fertilizer On Several Varieties of Brown Rice In Paddy Fields With A Split Plot Design*. In *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (Vol. 5, Number 2).
- Nakajima, H., Nakanishi, N., Miyoshi, T., Okamura, T., Hashimoto, Y., Senmaru, T., Majima,

- S., Ushigome, E., Asano, M., Yamaguchi, M., Mori, J., Sakui, N., Sasano, R., Yamazaki, M., Hamaguchi, M., & Fukui, M. (2022). *Inulin reduces visceral adipose tissue mass and improves glucose tolerance through altering gut metabolites. Nutrition and Metabolism*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12986-022-00685-1>
- Natalia Fitriani. (2023). Hubungan Kepatuhan Diet dan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Gula Darah Sewaktu Penderita Diabetes Melitus Tipe II Di Wilayah Kerja Puskesmas Pasundan. *Formosa Journal of Science and Technology*, 2(8), 2085-2100.
- Nihaya enis munjati. (2021). Pengaruh Pemberian Streptozotocin Dosis Tunggal Terhadap Kadar Glukosa Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) (Vol. 9, Number 1).
- Norma Farizah. (2020). Perbedaan Kadar Glukosa Penggunaan Darah Dengan Antikoagulan Dan Tanpa Antikoagulan Metode Poct Norma. *J Ilm Obs*, 5, 169.
- Paramitasari Tri Wahyuni. (2022). Pengaruh Pemberian Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Forma Typical*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Tikus Sprague Dawley Pra Sindrom Metabolik.
- PERKENI. (2024). Pedoman Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Di Indonesia 2024 Perkumpulan Endokrinologi Indonesia.
- Raden Sunita. (2021). Variasi waktu pemeriksaan glukosa darah puasa pada penderita diabetes melitus. *Journal of Nursing and Public Health*, 9(1), 78-81
- Rahman, A., Adhany Yustian, A., Fitria, A., Yudo Hariyanto, A., Rahmah, A., Saputri, R., & Rakhman Hakim, A. (2023). Edukasi Tentang Diabetes Melitus Pada Kader Kesehatan Desa Sungai Rangas Tengah (Vol. 1, Number <https://wpcpublisher.com/jurnal/index.php/majalahcendekiamengabdi>
- Ruhdiana, T., Pertiwi Hari Sandi Vol, S., & Pertiwi Hari Sandi Fakultas Farmasi Universitas Buana Perjuangan Karawang, S. (2023). Kandungan Gizi Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Linn) Keripik Pisang Terhadap Glukosa Darah.
- Sain, Alauddin Makassar, U., Pemeriksaan, C., Pengobatan dan Cara Pencegahan LESTARI, C., Aisyah Sijid, S., Studi Biologi, P., & Alauddin Makassar Jl Yasin Limpo Gowa, U. H. (2021). *Diabetes Melitus: Review Etiologi*. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Susiati Nurjana. (2021). Efektifitas Fraksi Etil Asetat Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.) Sebagai Antimalaria Terhadap *Plasmodium Falciparum*: Narrative Review.
- Uli Syahri Rizki (2023). *Types Of Diabetes*. *American Diabetes Association*.