

Efektivitas Soygurt Kacang Hijau Sari Kurma sebagai Terapi Adjuvan pada Tikus Diabetes Tipe 2: Sebuah Studi Eksperimental

Effectiveness of Mung Bean-Based Soygurt Enriched with Date Extract as an Adjuvant Therapy in Type 2 Diabetic Rats: An Experimental Study

Miftakhul Jannah, Setyo Sri Rahardjo*, Ratih Puspita Febrinasari
Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
Email: setyosri@staff.uns.ac.id

Artikel History

Submit: 02 Juni 2025 Revisi: 23 Agustus 2025 Diterima: 27 Agustus 2025

Abstrak

Diabetes Melitus (DM) merupakan gangguan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia akibat kelainan pada sekresi atau kerja insulin. Penanganan DM meliputi terapi farmakologis, nutrisi, dan aktivitas fisik. Saat ini, terapi adjuvan berbasis pangan fungsional yang mengandung probiotik dan senyawa bioaktif alami semakin dikembangkan, salah satunya Soygurt. Soygurt yang dikombinasikan dengan kacang hijau dan sari kurma berpotensi meningkatkan metabolisme glukosa dan mempengaruhi berat badan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh soygurt kacang hijau dengan sari kurma sebagai terapi adjuvan pada tikus model DM tipe 2, meliputi berat badan dan glukosa darah puasa. Metode penelitian ini adalah eksperimental pre-posttest control group design dengan hewan coba tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar model DM tipe 2. Sebanyak 30 ekor tikus dibagi menjadi enam kelompok: tiga kelompok kontrol (sehat, negatif, dan positif (metformin 9 mg/kgBB/hari)) dan tiga kelompok perlakuan dosis soygurt (1 ml, 2 ml, 3 ml) plus metformin selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan BB signifikan pada semua kelompok ($p < 0.05$), serta GDP menunjukkan penurunan signifikan pada kelompok KP, P1, P2, dan P3 ($p < 0.05$).

Kata Kunci: berat badan; diabetes tipe 2; glukosa darah puasa; soygurt kacang hijau sari kurma.

Abstract

*Diabetes Mellitus (DM) is a metabolic disorder characterized by hyperglycemia resulting from abnormalities in insulin secretion, insulin action, or both. Management of DM involves pharmacological therapy, nutritional intervention, and physical activity. Recently, adjuvant therapies based on functional foods containing probiotics and natural bioactive compounds have gained increasing attention, one of which is Soygurt. When combined with mung beans and date juice as a natural sweetener, soygurt has the potential to improve glucose metabolism and influence body weight. This study aimed to analyze the effects of mung bean soygurt with date palm extract as an adjuvant therapy in a type 2 diabetes mellitus (T2DM) mouse model, focusing on body weight and fasting blood glucose levels. The research employed a pre-posttest control group experimental design using male Wistar rats (*Rattus norvegicus*) induced with T2DM. A total of 30 rats were divided into six groups: healthy control, negative control, positive control (metformin 9 mg/kgBW/day), and three treatment groups receiving different doses of soygurt (1 ml, 2 ml, and 3 ml) combined with metformin for 28 days. The results showed a significant increase in body weight across all groups ($p < 0.05$), and a significant decrease in fasting blood glucose in the positive control and treatment groups (P1, P2, P3) ($p < 0.05$). Conclusion, the study shows that mung bean soygurt with date extract has the potential as an adjuvant therapy for type 2 diabetes mellitus.*

Keywords: weight; type 2 diabetes; fasting blood glucose; mung bean soygurt with date extract.

Copyright ©2025 by Authors. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



*Penulis Korespondensi:

Setyo Sri Rahardjo Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia, Indonesia Email: setyosri@staff.uns.ac.id/
Telp/Hp:085702489249

Cara Sitasi (IEEE Citation Style): M. Jannah, S. S. Rahardjo, and R. P. Febrinasari, "Efektivitas Soygurt Kacang Hijau Sari Kurma sebagai Terapi Adjuvan pada Tikus Diabetes Tipe 2: Sebuah Studi Eksperimental," *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, vol. 6, no. 2, p. 74-82, 2025, <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i2.5154>

PENDAHULUAN

Diabetes merupakan masalah kesehatan global dengan angka kejadian dan kematian yang terus meningkat. Penyakit metabolik kronis ini ditandai gangguan sekresi maupun kerja insulin yang menyebabkan hiperglikemia [1]. Secara global, jumlah penderita diabetes mencapai 463 juta pada tahun 2021 dan diperkirakan melebihi 700 juta pada tahun 2045, dengan angka kematian sekitar 1,6 juta per tahun [2]. Di Indonesia, penderita diabetes meningkat dari 19,5 juta pada tahun 2021 menjadi 20,4 juta pada tahun 2024, dan diproyeksikan mencapai 28,6 juta pada 2050, menempatkan Indonesia sebagai negara dengan kasus diabetes terbanyak kelima di dunia [3]. Data Survei Kesehatan Indonesia 2023 juga menunjukkan prevalensi diabetes usia ≥ 15 tahun naik dari 10,9% menjadi 11,7% [4]. Tren ini menegaskan bahwa diabetes merupakan ancaman serius yang memerlukan strategi penanggulangan komprehensif.

Diabetes diklasifikasikan menjadi empat tipe, yaitu diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan tipe lain. Secara global, diabetes tipe 2 mendominasi dengan proporsi sekitar 90–95% dari seluruh kasus, sedangkan diabetes tipe 1 hanya mencakup sekitar 5–10% dan DM gestasional diperkirakan mengenai 5–15% dari seluruh kehamilan [2]. Kondisi ini menegaskan bahwa diabetes tipe 2 merupakan bentuk paling umum dan memiliki beban kesehatan terbesar. Diabetes tipe 2 ditandai oleh hiperglikemia kronis akibat kombinasi resistensi insulin di jaringan perifer (otot dan hati) serta gangguan sekresi insulin progresif oleh sel β pankreas, yang menyebabkan penurunan toleransi glukosa dan akhirnya kegagalan metabolisme glukosa [1]. Diabetes tipe 2 juga berdampak pada perubahan berat badan, yang umumnya mengalami penurunan akibat gangguan metabolisme lemak dan protein sebagai sumber energi alternatif [5].

Pengelolaan diabetes yang efektif melibatkan kombinasi terapi farmakologis, terapi nutrisi, dan aktivitas fisik sebagai komponen utama [6]. Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan terapi adjuvan berbasis pangan fungsional semakin banyak dikembangkan sebagai strategi tambahan yang mendukung terapi konvensional [7]. Salah satu produk pangan fungsional yang menjanjikan adalah soygurt. Soygurt merupakan hasil fermentasi susu kedelai yang kaya akan probiotik serta isoflavon yang terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah, meningkatkan sensitivitas insulin, serta memberikan efek antidiabetik, antiinflamasi, dan antioksidan [8].

Selain kedelai, sumber protein nabati lain yang berpotensi dikembangkan adalah kacang hijau. Kacang hijau mengandung oligosakarida dan polisakarida yang berperan sebagai prebiotik, yang mendukung pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam saluran pencernaan. Aktivitas fermentasi mikrobiota terhadap komponen ini menghasilkan Asam Lemak Rantai Pendek (Short-Chain Fatty Acids/SCFA), seperti asetat, propionat, dan butirat, yang berkontribusi terhadap metabolisme glukosa, menjaga kesehatan saluran cerna, dan mengatur keseimbangan pH usus. SCFA juga berperan dalam pengaturan kadar glukosa darah dan pencegahan resistensi insulin, serta merangsang produksi peptida bioaktif seperti Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1), yang mendukung sekresi dan sensitivitas insulin [9]. Kacang hijau memiliki kandungan lemak yang sangat rendah, sekitar 1–2%, yang menjadikan produk olahannya lebih tahan terhadap ketengikan [10]. Selain itu, sebagian besar lemak yang terkandung merupakan lemak tak jenuh yang stabil terhadap proses oksidasi. Kehadiran senyawa antioksidan seperti polifenol dan flavonoid dalam kacang hijau juga membantu mencegah oksidasi lipid, yang turut mendukung peningkatan efektivitas kerja insulin [11].

Selain itu, kurma juga merupakan bahan pangan dengan potensi besar sebagai komponen fungsional. Kurma diketahui kaya akan monosakarida sebagai sumber glukosa alami serta serat pangan [12], disertai kandungan mikronutrien penting seperti riboflavin, niasin, piridoksal, folat, kalsium, dan zat besi. Dari sisi manfaat kesehatan, kurma memiliki aktivitas antidiabetik, antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, serta antihiperlipidemia. Konsumsinya juga dikaitkan dengan pencegahan anemia, rakhitis, osteomalasia, dan memperlancar proses persalinan [13]. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa kombinasi kurma dengan susu mampu menghasilkan produk pangan fungsional bergizi tinggi dengan kualitas mikrobiologis yang baik serta tingkat penerimaan konsumen yang tinggi [14].

Sejumlah studi sebelumnya telah meneliti efek probiotik dan pangan fungsional seperti soygurt kedelai dalam menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki metabolisme pada penderita diabetes. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada satu jenis bahan atau tidak mengintegrasikan potensi bahan pangan lokal lain seperti kacang hijau dan sari kurma. Padahal, kedua bahan ini diketahui memiliki kandungan prebiotik, antioksidan, dan senyawa bioaktif yang mendukung metabolisme glukosa serta meningkatkan kerja insulin. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian soygurt 4 ml selama 28 hari pada tikus diabetes yang diinduksi alloxon tanpa diberikan obat diabetes dapat menurunkan glukosa darah puasa (GDP) paling besar, diikuti dengan pemberian soygurt 3 ml dan 2 ml [15]. Selain itu, kandungan protein dan serat dari kacang hijau berperan dalam memperlambat absorpsi glukosa dan meningkatkan rasa kenyang, sehingga membantu dalam menjaga berat badan [16].

Kombinasi soygurt dengan bahan pangan lokal seperti kacang hijau dan sari kurma dapat memperkaya kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif, serta berpotensi memberikan efek sinergis dalam pengelolaan glukosa darah dan berat badan pada diabetes tipe 2. **Gap** penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah belum adanya studi yang mengombinasikan soygurt dengan bahan pangan lokal lain seperti kacang hijau dan sari kurma pada model diabetes tipe 2. **Novelty** penelitian ini adalah pengembangan formulasi soygurt berbasis kedelai dan kacang hijau dengan tambahan sari kurma sebagai pendamping metformin, yang diharapkan mampu memberikan efek sinergis dalam menurunkan kadar glukosa darah dan memperbaiki berat badan pada tikus model diabetes tipe 2.

Hingga saat ini, belum terdapat penelitian yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas kombinasi soygurt berbahan dasar kedelai yang dikombinasikan dengan kacang hijau dan penambahan sari kurma sebagai terapi adjuvan pada model hewan diabetes tipe 2. Pendekatan ini menggabungkan potensi probiotik, prebiotik, serta pemanis alami yang kaya senyawa bioaktif, sehingga berpotensi memberikan efek sinergis dalam pengendalian glukosa darah dan pemulihan berat badan. **Tujuan** penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas soygurt kacang hijau dengan sari kurma sebagai terapi adjuvan pada tikus diabetes tipe 2, yang meliputi kajian terhadap berat badan dan glukosa darah puasa. **Kontribusi** hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan pangan fungsional berbasis bahan lokal sekaligus memperkaya alternatif terapi adjuvan yang relevan untuk pengelolaan diabetes tipe 2.

METODE

Desain dan Subjek

Desain penelitian ini adalah true experimental dengan pendekatan pre-test dan post-test pada hewan coba berupa tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*) strain Wistar yang diinduksi dengan STZ-NA (streptozotocin dan nicotinamide) untuk membentuk model diabetes tipe 2. Penelitian ini berlangsung dari bulan Februari hingga Agustus 2024. Sebelum perlakuan, tikus diaklimatisasi selama 7 hari pada kondisi lingkungan laboratorium dengan suhu ruangan 22 – 25°C dan siklus terang-gelap 12 jam untuk mencegah perubahan fisiologis dan biokimiawi. Induksi dilakukan setelah tikus dipuasakan selama ± 12 jam (air minum tetap diberikan *ad libitum*). Tikus diinduksi dengan nicotinamide (NA) dosis 110 mg/kgBB secara intraperitoneal, kemudian setelah 20 menit disuntikkan streptozotocin (STZ) dosis 45 mg/kgBB secara intraperitoneal. Kondisi hiperglikemia (diabetes tipe 2) dikonfirmasi 3 hari setelah induksi melalui pengukuran kadar glukosa darah puasa (GDP).

Sebanyak 30 ekor tikus yang memenuhi kriteria inklusi (jantan, usia ≥ 8 minggu, sehat, aktif, belum pernah digunakan penelitian, berat badan 200–300 gram) dibagi acak ke dalam 6 kelompok (masing-masing 5 ekor): kontrol sehat (KS), kontrol negatif (KN), kontrol positif (KP; metformin 9 mg/kgBB/hari), serta tiga kelompok perlakuan (P1, P2, P3) yang mendapatkan kombinasi metformin 9 mg/kgBB/hari dengan soygurt kacang hijau sari kurma masing-masing dosis 1 ml, 2 ml, dan 3 ml/hari. Perlakuan diberikan secara oral menggunakan sonde selama 28 hari berturut-turut pasca-induksi. Pemilihan dosis soygurt kacang hijau sari kurma (1–3 ml/hari) didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menggunakan dosis 2 – 4 ml/hari pada tikus diabetes tipe 2 dan menunjukkan efek antihiperglikemik dan pemulihan berat badan paling optimal pada dosis 4 ml/hari [15]. Selain itu, penelitian lain menggunakan dosis 1–2 ml/hari (pumpkin soygurt) dalam model diabetes tipe 2 dengan hasil yang menunjukkan pengendalian gula darah yang baik [16]. Kriteria eksklusi adalah tikus yang mengalami gangguan kesehatan selama masa adaptasi atau tidak menunjukkan peningkatan GDP ≥ 126 mg/dL setelah induksi STZ-NA, sedangkan kriteria drop-out ditetapkan bagi tikus yang mati selama perlakuan [17].

Proses pembuatan Soygurt kacang hijau dengan sari kurma di laboratorium Ilmu Pangan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pemeliharaan hewan coba dan penimbangan berat badan (BB) dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sebelas Maret Surakarta, sedangkan pengukuran kadar GDP di Laboratorium Farmakologi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Seluruh prosedur penelitian telah dilaksanakan sesuai dengan prinsip etika penggunaan hewan coba dan memperoleh persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret (KEPK FK UNS) dengan nomor 94/UN27.06.11/KEP/EC/2024 tertanggal 5 April 2024.

Pengumpulan dan Pengukuran Data

Alat yang digunakan untuk pembuatan soygurt kacang hijau sari kurma meliputi timbangan digital, termometer, kompor, panci, blender, gelas ukur, saringan, botol kaca steril, autoclave, inkubator, dan sendok. Bahan baku terdiri dari kedelai, kacang hijau, susu skim, sari kurma, serta kultur starter *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Proses pembuatan dilakukan melalui perendaman kacang selama 12 jam, blanching 10 menit, penghancuran, dan penyaringan. Ekstrak yang diperoleh dipanaskan pada suhu 80°C selama 10 menit,

didinginkan hingga 42°C, ditambahkan susu skim dan sari kurma, lalu dipasteurisasi pada 70°C selama 15 detik. Setelah didinginkan ke 40°C, ditambahkan kultur starter dan diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C. Alat yang digunakan dalam penelitian pada hewan coba meliputi sonde oral, spuit injeksi intraperitoneal, glucometer, strip glukosa darah, serta timbangan hewan. Bahan yang digunakan yaitu streptozotocin (STZ), nicotinamide (NA), buffer sitrat, metformin dosis 9 mg/kgBB/hari, serta tikus putih jantan strain Wistar sebagai hewan coba.

Variabel terikat dalam penelitian ini meliputi berat badan (BB) dan kadar glukosa darah puasa (GDP) pada tikus model diabetes tipe 2. Variabel bebas berupa pemberian kombinasi metformin dengan soygurt kacang hijau sari kurma dalam tiga dosis (1 ml, 2 ml, dan 3 ml/hari). Variabel kontrol meliputi kelompok sehat (KS), kontrol negatif (KN), dan kontrol positif (KP), serta kondisi pemeliharaan tikus yang dibuat seragam (jenis pakan, suhu ruang, siklus terang-gelap, dan akses air minum ad libitum).

Penelitian diawali dengan aklimatisasi tikus selama tujuh hari dengan pemberian pakan standar AD-II dan air minum ad libitum. Kondisi tikus dipantau melalui penimbangan dan observasi klinis untuk memastikan kesehatan dan aktivitas normal [18]. Induksi diabetes tipe 2 dilakukan dengan pemberian NA dosis 110 mg/kgBB secara intraperitoneal, dilanjutkan setelah 20 menit dengan penyuntikan STZ dosis 45 mg/kgBB. Tiga hari pasca-induksi, kadar GDP diukur untuk memastikan kondisi hiperglikemia. Perlakuan kemudian diberikan selama 28 hari berturut-turut, berupa metformin atau kombinasi metformin dengan soygurt kacang hijau sari kurma, yang diberikan sekali sehari pada pagi hari (pukul 08.00–09.00 WIB) secara oral menggunakan spuit berjarum tumpul. Dosis metformin ditetapkan berdasarkan konversi dari dosis manusia ke tikus (0,018), yaitu 9 mg/kgBB/hari [19].

Pengukuran BB tikus dilakukan menggunakan timbangan digital. Berat badan tikus dilakukan pengukuran setiap minggu dengan menggunakan timbangan digital untuk memantau perubahan berat badan dan menentukan kebutuhan pakan serta dosis metformin. Pengukuran dilakukan dengan menyiapkan wadah pada timbangan, menekan tombol “Tare”, lalu meletakkan tikus dan mencatat berat setelah angka stabil.

Sementara itu, untuk mengukur kadar GDP, digunakan alat berupa pipet kapiler untuk pengambilan darah, tabung mikrohematokrit sebagai wadah serum darah, spektrofotometer Stardust MC15 untuk analisis optis, mikropipet, centrifuge, dan alat gelas. Reagen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Glucose GOD FS kit yang mengandung buffer fosfat (pH 7,5), fenol, 4-aminoantipyrine, enzim glucose oxidase, dan peroxidase.

Pengambilan sampel darah dilakukan melalui pemotongan ekor (0,2 – 2 cm) setelah tikus dipegang dengan teknik yang sesuai, lalu darah diteteskan pada kaca objek atau ditampung dalam tabung dan dimiringkan 45° [20]. Sampel darah digunakan untuk analisis kadar GDP dengan metode GOD-PAP. Prosedur pengukuran GDP di Laboratorium Farmakologi Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan tahapan mencampurkan serum sampel dengan reagen sesuai formulasi, kemudian dilanjutkan menginkubasi dengan suhu 25°C selama 10 menit, dan dilanjutkan mengukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm [21].

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan program SPSS versi 26.0. Data berat badan dianalisis dengan uji One-Way ANOVA untuk nilai sebelum intervensi dan selisih, sedangkan nilai setelah intervensi dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis. Untuk kadar glukosa darah puasa (GDP), data sebelum intervensi dianalisis dengan uji One-Way ANOVA, sedangkan nilai setelah intervensi serta selisihnya dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis.

HASIL

Hasil penelitian pada Tabel 1. menunjukkan bahwa kombinasi pemberian soygurt kacang hijau dengan sari kurma dan metformin berpengaruh signifikan terhadap BB dan kadar GDP pada tikus model diabetes tipe 2. Berdasarkan analisis One Way ANOVA, terjadi perbedaan bermakna berat badan antar kelompok sebelum dan sesudah intervensi ($p=0,000$). Uji Paired T-test diketahui hasil yang signifikan peningkatan berat badan pada kelompok KS, KP, P1, P2, dan P3 ($p<0,05$), namun pada kelompok KN menunjukkan hasil yang tidak signifikan ($p>0,05$).

Sedangkan pada penelitian GDP, semua kelompok intervensi (KP, P1, P2, P3) mengalami penurunan kadar GDP, sedangkan kelompok KS dan KN justru mengalami peningkatan. Hasil uji One Way ANOVA dan Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan kadar GDP sebelum dan sesudah intervensi ($p<0,05$). Uji post hoc menunjukkan bahwa penurunan GDP pada kelompok intervensi signifikan dibanding KN, dengan kelompok P3 menunjukkan penurunan terbesar (72,88%), diikuti P2 (61,63%). Sebaliknya, KS dan KN menunjukkan peningkatan kadar GDP masing-masing sebesar 61,96% dan 157,26%.

Berdasarkan data penelitian pada Tabel 1, terapi obat utama DM Metformin yang dikombinasikan dengan pemberian soygurt berbahan dasar kacang hijau yang diperkaya dengan sari kurma sebagai pemanis terbukti

memberikan pengaruh yang signifikan terhadap modifikasi BB dan kadar GDP pada tikus model diabetes tipe 2. Analisis menggunakan One Way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada berat badan antar kelompok sebelum dan sesudah intervensi ($p = 0,000$). Selanjutnya, hasil uji Paired T-test menunjukkan adanya peningkatan berat badan yang signifikan pada kelompok KS, KP, P1, P2, dan P3 ($p < 0,05$), sementara kelompok KN tidak menunjukkan perubahan signifikan ($p > 0,05$).

Uji lanjutan Post Hoc memperlihatkan bahwa penurunan GDP pada kelompok intervensi berbeda signifikan dibandingkan dengan kelompok KN, dengan kelompok P3 menunjukkan penurunan tertinggi sebesar 72,88%, disusul oleh P2 sebesar 61,63%. Sebaliknya, kelompok KS dan KN mengalami peningkatan kadar GDP masing-masing sebesar 61,96% dan 157,26%.

Tabel 1. Berat Badan dan Gula Darah Puasa Sebelum dan Sesudah Intervensi

Kategori	Kelompok	Rerata $\pm$ SD		Δ (Selisih)	p^A
		Sebelum Intervensi	Sesudah Intervensi		
BB (gram)	KS	246,80 $\pm$ 11,30	291,60 $\pm$ 24,30	44,80 $\pm$ 21,29	0,009 ^{A*}
	KN	213,20 $\pm$ 10,33	240,00 $\pm$ 30,36	26,80 $\pm$ 32,16	0,136
	KP	208,40 $\pm$ 26,09	247,30 $\pm$ 14,86	38,80 $\pm$ 18,35	0,009 ^{A*}
	P1	193,40 $\pm$ 9,94	222,20 $\pm$ 11,05	28,80 $\pm$ 6,72	0,001 ^{A*}
	P2	210,40 $\pm$ 24,17	238,40 $\pm$ 10,31	28,00 $\pm$ 16,45	0,019 ^{A*}
	P3	201,40 $\pm$ 6,99	228,80 $\pm$ 6,14	27,40 $\pm$ 19,13	0,043 ^{B*}
	<i>P</i>	0,001 ^{x*}	0,002 ^y	0,601 ^x	
GDP (mg/dL)	KS	51,00 $\pm$ 15,65	82,60 $\pm$ 16,95	31,60 $\pm$ 18,65	0,019 ^{A*}
	KN	163,80 $\pm$ 62,39	421,40 $\pm$ 24,93	257,60 $\pm$ 38,99	0,000 ^{A*}
	KP	391,20 $\pm$ 73,51	150,00 $\pm$ 117,60	-241,20 $\pm$ 76,52	0,043 ^{B*}
	P1	331,60 $\pm$ 125,193	105,20 $\pm$ 16,35	-226,40 $\pm$ 124,32	0,015 ^{A*}
	P2	328,40 $\pm$ 79,61	126,00 $\pm$ 46,63	-202,40 $\pm$ 102,85	0,012 ^{A*}
	P3	377,60 $\pm$ 113,76	102,40 $\pm$ 14,135	-275,20 $\pm$ 104,45	0,004 ^{A*}
	<i>P</i>	0,000 ^{x*}	0,007 ^{y*}	0,001 ^{y*}	

Pada Tabel 1, keterangan yang diberikan adalah bahwa BB (Berat Badan), H1 (Hari ke-1), H7 (Hari ke-7), KS (Kontrol Sehat/Normal), KN (Kontrol Negatif), KP (Kontrol Positif) (Obat metformin 9mg/kgBB), P1 (Soygurt 1 ml + obat metformin 9mg/kgBB), P2 Soygurt 2 ml + obat metformin 9mg/kgBB), P3 (Soygurt 3 ml + obat metformin 9mg/kgBB); p^x (hasil uji One Way ANOVA); p^y (hasil uji Kruskal-Wallis); p^A (hasil Paired T-test); p^B (hasil Wilcoxon);*) Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi soygurt kacang hijau sari kurma dengan metformin berpengaruh signifikan terhadap berat badan (BB) dan glukosa darah puasa (GDP) pada tikus model diabetes tipe 2. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan BB tertinggi pada kelompok Kontrol Sehat (KS) sebesar 18,15%, yang dikarenakan tidak diinduksi STZ-NA dan hanya diberi pakan standar. Tikus sehat tanpa perlakuan mengalami peningkatan berat badan yang paling signifikan [22]. Kondisi ini terjadi karena tikus sehat dengan metabolisme normal mampu memanfaatkan nutrisi secara optimal untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh [23]. Temuan ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa tikus kontrol sehat tanpa perlakuan khusus (hanya diberi pakan standar) mengalami kenaikan berat badan paling signifikan, berbeda dengan kelompok yang mengalami gangguan metabolik akibat hiperglikemia dan glukosuria [22, 24].

Selanjutnya, temuan penelitian juga menunjukkan bahwa kelompok kontrol positif (KP), yang hanya menerima metformin, mengalami peningkatan BB meskipun tidak sebesar kelompok sehat (KS). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa metformin bersifat netral terhadap BB pada penggunaan jangka pendek, sementara efek penurunan lebih jelas baru muncul setelah terapi 6–9 bulan dan dapat menghilang setelah 18 bulan [25, 26]. Penelitian ini juga diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa metformin mampu mencegah penurunan BB berlebihan akibat stres metabolik pada tikus HFD-STZ [27]. Dengan demikian, durasi intervensi 28 hari dalam penelitian ini belum cukup panjang untuk mengamati efek penurunan BB yang nyata, sehingga respons yang muncul berupa stabilisasi atau sedikit peningkatan.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kelompok perlakuan (P1, P2, dan P3) yang menerima kombinasi metformin dan soygurt kacang hijau sari kurma mengalami peningkatan berat badan sekaligus penurunan kadar glukosa darah puasa (GDP) secara signifikan. Penurunan GDP paling besar tercatat pada kelompok P3 (72,88%),

disusul P2 (61,63%). Peningkatan berat badan pada ketiga kelompok perlakuan tersebut diduga berkaitan dengan perbaikan efisiensi energi dan metabolisme, sehingga mampu memulihkan berat badan tikus diabetes yang sebelumnya menurun akibat hiperglikemia dan gangguan metabolik [16]. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa pemberian soygurt dosis 2–4 ml/hari dapat meningkatkan berat badan sekaligus menurunkan GDP pada tikus model diabetes tipe 2 [15]. Hasil serupa juga diperoleh dari penelitian yang menggunakan probiotik *Lactobacillus plantarum*, di mana intervensi tersebut meningkatkan berat badan dan memperbaiki homeostasis energi melalui peningkatan sensitivitas insulin [28]. Lebih lanjut, penelitian mengenai kombinasi *Bifidobacterium bifidum* dengan metformin memberikan efek sinergis berupa penurunan GDP dan peningkatan berat badan pada tikus diabetes [29]. Bahkan, uji klinis terbaru pada pasien diabetes tipe 2 menunjukkan bahwa kombinasi metformin dengan probiotik tidak hanya menurunkan GDP dan HbA1c, tetapi juga menurunkan risiko efek samping gastrointestinal dibandingkan dengan terapi tunggal metformin [30]. Dengan demikian, hasil penelitian ini semakin memperkuat bukti bahwa integrasi pangan fungsional probiotik dengan terapi farmakologis memiliki potensi strategis sebagai adjuvan dalam pengelolaan DM tipe 2.

Soygurt mengandung probiotik yang dapat menyeimbangkan mikrobiota usus. Hasil ini menunjukkan bahwa keseimbangan tersebut berperan dalam stimulasi produksi asam lemak rantai pendek (SCFA), termasuk butirat, yang diketahui berperan dalam peningkatan sensitivitas insulin dan penurunan inflamasi sistemik. Perbaikan ini membantu menurunkan kadar glukosa puasa dalam darah dan meningkatkan metabolisme energi, yang berkontribusi pada peningkatan berat badan pada tikus diabetes tipe 2 [31–34]. Selain itu, kandungan isoflavon dalam kedelai, seperti genistein dan daidzein, memiliki efek mirip estrogen yang dapat meningkatkan ekspresi transporter glukosa (GLUT4) di jaringan otot dan adiposa. Hal ini meningkatkan pengambilan glukosa oleh sel, menurunkan kadar GDP, dan mendukung peningkatan BB melalui peningkatan efisiensi metabolisme. Probiotik dalam soygurt dapat menurunkan ekspresi gen yang terlibat dalam glukoneogenesis di hati, mengurangi produksi glukosa endogen. Selain itu, probiotik dapat menurunkan kadar malondialdehid (MDA), penanda stres oksidatif, yang sering meningkat pada kondisi diabetes. Penurunan stres oksidatif ini berkontribusi pada perbaikan fungsi metabolik dan peningkatan berat badan [34].

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan bukti bahwa integrasi terapi farmakologis (metformin) dengan pangan fungsional lokal (soygurt kacang hijau sari kurma) mampu memberikan manfaat ganda, yaitu pemulihan berat badan dan penurunan GDP pada tikus model diabetes tipe 2. Implikasi ilmiah dari hasil ini adalah potensi pengembangan pangan fungsional berbasis bahan lokal sebagai terapi adjuvan dari terapi farmakologis untuk mendukung pengendalian glikemik, memperbaiki status gizi, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan diabetes tipe 2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian soygurt kacang hijau dengan sari kurma pada tikus model diabetes tipe 2 selama 28 hari sebagai terapi adjuvan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan BB dan penurunan kadar GDP. Efek peningkatan BB paling stabil dan signifikan diamati pada kelompok P3 yang diberikan dosis 3 ml, menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu membantu mengembalikan status nutrisi tikus secara optimal. Selain itu, penurunan GDP yang paling efektif juga terjadi pada kelompok P3, mengindikasikan bahwa dosis 3 ml memberikan efek antidiabetik yang paling kuat dibandingkan kelompok perlakuan lain nya. Temuan ini mendukung potensi penggunaan soygurt kacang hijau dengan sari kurma sebagai terapi adjuvan dalam pengelolaan diabetes melitus tipe 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada orang tua, dosen pembimbing, asisten laboratorium, serta rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan bantuan.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PERKENI, *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia*, 2021.
- [2] International Diabetes Federation, *IDF Diabetes Atlas 10th edition*, 2021, vol. 1.

- [3] —, *Diabetes Atlas 11th Edition*, 11th ed., L. Dianna J. Magliano, Edward J. Boyko, Irini Genitsaridi, Ed. ISBN: 978-2-930229-96-6, 2025, <https://doi.org/10.2307/j.ctt20q1s9h.4>.
- [4] Kemenkes, *Survei Kesehatan Indonesia*, M. W. Sandra Olivia Frans, Ed. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2024.
- [5] F. Nuriannisa, N. Kertia, and L. A. Lestari, “Efek konsumsi yogurt terhadap glukosa darah puasa pada penyandang diabetes melitus tipe 2,” *Jurnal Gizi Indonesia*, vol. 8, no. 1, p. 40, 2020, <https://doi.org/10.14710/jgi.8.1.40-44>.
- [6] K. R. Widiyari, I. M. K. Wijaya, and P. A. Suputra, “Diabetes Melitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, Dan Tatalaksana,” *Ganesha Medicine*, vol. 1, no. 2, p. 114, 2021, <https://doi.org/10.23887/gm.v1i2.40006>.
- [7] K. Venkatakrishnan, H. F. Chiu, and C. K. Wang, “Popular functional foods and herbs for the management of type-2-diabetes mellitus: A comprehensive review with special reference to clinical trials and its proposed mechanism,” *Journal of Functional Foods*, vol. 57, no. April, pp. 425–438, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.039>.
- [8] A. El-Shazly, A. Gamal, A. El-Dein, W. Mettwally, and M. Farid, “Production of isoflavones-enriched soy yogurt through soymilk fermentation using probiotic bacteria,” *Egyptian Pharmaceutical Journal*, vol. 20, no. 1, pp. 42–50, 2021, https://doi.org/10.4103/epj.epj_46_20.
- [9] L. Li, Y. Tian, Y. Feng, S. Zhang, Y. Jiang, and Y. Zhang, “Improvement in Mung Bean Peptide on High-Fat Diet-Induced Insulin Resistance Mice Using Untargeted Serum Metabolomics,” *Frontiers in Nutrition*, vol. 9, no. April, 2022, <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.893270>.
- [10] D. Arisanti and S. A. Islamiyah, “Efektivitas Penambahan Ekstrak Kurma Terhadap Karakteristik Gizi Fruitghurt,” *Jurnal Technopreneur (JTech)*, vol. 8, no. 2, pp. 135–139, 2020, <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i2.598>.
- [11] D. Hou, Q. Zhao, L. Yousaf, B. Chen, Y. Xue, and Q. Shen, “A comparison between whole mung bean and decorticated mung bean: Beneficial effects on the regulation of serum glucose and lipid disorders and the gut microbiota in high-fat diet and streptozotocin-induced prediabetic mice,” *Food and Function*, vol. 11, no. 6, pp. 5525–5537, 2020, <https://doi.org/10.1039/d0fo00379d>.
- [12] S. T. G. Al-Sahlan, W. H. Khassaf, A. K. Niamah, and A. J. Abd Al-Manhel, “Date juice addition to bio-yogurt: The effects on physicochemical and microbiological properties during storage, as well as blood parameters in vivo,” *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 22, no. 2, pp. 71–77, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2022.06.005>.
- [13] A. Rahmawati, A. Meiranny, and E. D. S. Tiyas, “Efektivitas Pemberian Sari Kurma Dan Madu Dalam Meningkatkan Kadar Hemoglobin Pada Ibu Hamil Anemia,” *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, vol. 16, no. 2, pp. 476–484, 2021, <https://doi.org/10.36911/pannmed.v16i2.1130>.
- [14] A. Hariri, N. Ouis, K. Ibri, D. Bouhadi, and Z. Benatouche, “Technological characteristics of fermented milk product manufactured by milk-dates mixtures,” *Acta agriculturae Serbica*, vol. 25, no. 49, pp. 27–35, 2020, <https://doi.org/10.5937/aaser2049027h>.
- [15] N. W. D. Bintari and P. A. Parwati, “Beneficial Effects of Soygurt Intake in Type 2 Diabetes Mellitus in Animal Model Rat (*Rattus Norvegicus*),” *Medical Laboratory Technology Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 24–31, 2019, <https://doi.org/10.31964/mltj.v>.
- [16] A. Avelia, D. G. Tamtomo, and Y. Sari, “Pumpkin Soygurt Improves Blood Glucose Homeostasis in Diabetes Mellitus Rats Model,” *Jurnal Gizi dan Pangan*, vol. 18, no. Supp.1, pp. 93–95, 2023, <https://doi.org/10.25182/jgp.2023.18.supp.1.93-95>.
- [17] A. S. Kumar, A. G. Maiya, B. A. Shastri, K. Vaishali, N. Ravishankar, and Animesh, “Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis,” *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 62, no. 2, pp. 98–103, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2018.11.001>.

- [18] R. Azhar, M. F. Romdhoni, D. Karita, and Y. Bahar, "Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap Peningkatan Kadar Insulin Tikus Putih Model Diabetes Melitus Tipe 2 setelah Induksi STZ-NA," *Muhammadiyah Journal of Geriatric*, vol. 3, no. 2, p. 46, 2022, <https://doi.org/10.24853/mujg.3.2.46-53>.
- [19] A. Awaluddin, R. Aksa, H. R. Septiani, S. Tinggi, I. Farmasi, and F. Humalyzer, "Studi Potensi Interaksi Farmakodinamik Metformin dan Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.)," *FARBAL*, vol. 6, no. September, pp. 44–49, 2018.
- [20] I. Fitriana, A. D. Wijayanti, P. W. Sari, R. G. D. Satria, and D. C. B. Setiawan, "Kadar Malondialdehid Tikus Diabetes Melitus Tipe 2 dengan Terapi Ekstrak Media Penumbuh Sel Punca Mesenkimal," *Acta VETERINARIA Indonesiana*, vol. 5, no. 1, pp. 29–36, 2017, <https://doi.org/10.29244/avi.5.1.29-36>.
- [21] Subiyono, M. A. Martsiningsih, and D. Gabrela, "Gambaran kadar glukosa darah metode GOD-PAP (Glucose Oksidase – Peroxidase Aminoantipirin) sampel serum dan plasma EDTA (Ethylen Diamin Terta Acetat)," *Jurnal Teknologi Laboratorium*, vol. 5, no. 1, pp. 45–48, 2016.
- [22] G. D. Astuti, D. Y. Fitranti, G. Y. Anjani, D. N. Affah, and N. Rustanti, "Pengaruh Pemberian Yoghurt Dan Soyghurt Sinbiotik Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*) Terhadap Kadar Trigliserida Dan Total Kolesterol Pada Tikus Pra-Sindrom Metabolik," *Gizi Indonesia*, vol. 43, no. 2, pp. 57–66, 2020, <https://doi.org/10.36457/gizindo.v43i2.448>.
- [23] R. Y. Pratiwi, B. Elya, H. Setiawan, A. Solawati, and Rosmalena, "Alterations in Body Weight, Blood Glucose Levels, and Lipid Profiles in High-Fat Diet-Low Dose Streptozotocin-Induced Diabetic Rats," *Pharmacognosy Journal*, vol. 13, no. 6, pp. 1562–1567, 2021, <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.199>.
- [24] E. Rodríguez-Correa, I. González-Pérez, P. I. Clavel-Pérez, Y. Contreras-Vargas, and K. Carvajal, "Biochemical and nutritional overview of diet-induced metabolic syndrome models in rats: what is the best choice?" *Nutrition and Diabetes*, vol. 10, no. 1, 2020, <https://doi.org/10.1038/s41387-020-0127-4>.
- [25] B. Viollet, B. Guigas, N. Sanz Garcia, J. Leclerc, M. Foretz, and F. Andreelli, "Cellular and molecular mechanisms of metformin: An overview," *Clinical Science*, vol. 122, no. 6, pp. 253–270, 2012, <https://doi.org/10.1042/CS20110386>.
- [26] D. K. Jasaputra, T. L. Wargasetia, and E. Elizabeth, "Effects of Metformin, Avocado Seed, and Diabetic Ingredients Infusion to Weight and Fasting Blood Glucose on Sucrose Diet Rats," *Global Medical dan Health Communication (GMHC)*, vol. 7, no. 1, pp. 46–51, 2019, <https://doi.org/10.29313/gmhc.v7i1.2917>.
- [27] L. Ding, Z. Qu, J. Chi, R. Shi, L. Wang, and L. Hou, "Effects of preventative application of metformin on bile acid metabolism in high fat-fed/streptozotocin-diabetic rats," *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, vol. 8, no. 5, pp. 5450–5456, 2015.
- [28] F. Yang, J. Wang, H. Zhang, Y. Xie, J. Jin, and H. Liu, "Hypoglycemic effects of space-induced *Lactobacillus plantarum* SS18-5 on type 2 diabetes in a rat model," *Journal of Food Biochemistry*, vol. 45, no. 9, pp. 1–12, 2021, <https://doi.org/10.1111/jfbc.13899>.
- [29] A. T. Qumsani, "The Effect of Probiotics on Gut Microbiota Modulation and Its Role in Mitigating Diabetes-Induced Hepatic Damage in Wistar Rats," *Biology*, vol. 14, no. 4, 2025, <https://doi.org/10.3390/biology14040323>.
- [30] H. Memon, F. Abdulla, T. Reljic, S. Alnuaimi, F. Serdarevic, and Z. V. Asimi, "Effects of combined treatment of probiotics and metformin in management of type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis," *Diabetes Research and Clinical Practice*, vol. 202, no. May, p. 110806, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110806>.
- [31] T. Yang, C. Wu, Y. Li, C. Wang, Z. Mao, and W. Huo, "Association of short-chain fatty acids and the gut microbiome with type 2 diabetes: Evidence from the Henan Rural Cohort," *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, vol. 34, no. 7, pp. 1619–1630, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2024.03.014>.
- [32] S. Chong, M. Lin, D. Chong, S. Jensen, and N. S. Lau, "A systematic review on gut microbiota in type 2 diabetes mellitus," *Frontiers in Endocrinology*, vol. 15, no. January, pp. 1–17, 2024, <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1486793>.

- [33] R. Murugesan, J. Kumar, K. V. Leela, S. Meenakshi, A. Srivijayan, and S. Thiruselvam, "The role of gut microbiota and bacterial translocation in the pathogenesis and management of type 2 diabetes mellitus: Mechanisms, impacts, and dietary therapeutic strategies," *Physiology and Behavior*, vol. 293, no. February, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2025.114838>.
- [34] J. Zhao, L. Yu, Q. Zhai, F. Tian, H. Zhang, and W. Chen, "Effects of probiotic administration on hepatic antioxidative parameters depending on oxidative stress models: A meta-analysis of animal experiments," *Journal of Functional Foods*, vol. 71, no. March, p. 103936, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103936>.