

## Uji Efektivitas Infusa Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) dengan Obesitas

### *Testing the Effectiveness of Moringa (Moringa oleifera) Leaf Infusion on Blood Glucose Levels in Obese White Rats (Rattus norvegicus)*

Cecy Anggriani H.K <sup>1</sup>

Irmayanti <sup>2</sup>

Ratih Natasha Maharani <sup>3</sup>

Irna Diyana Kartika

Kamaluddin <sup>4</sup>

Suci Noviyannah Ansary <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

<sup>2</sup> Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

<sup>3</sup> Departemen Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

<sup>4</sup> Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

<sup>5</sup> Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

\*email: [irmayanti.irmayanti@umi.ac.id](mailto:irmayanti.irmayanti@umi.ac.id)

#### **Kata Kunci:**

Infusa daun kelor (*Moringa oleifera*)  
Kadar glukosa darah  
Tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang obesitas

#### **Keywords:**

*Moringa oleifera* leaf infusion  
Blood glucose levels  
Obese white rats (*Rattus norvegicus*)

#### **Abstrak**

Obesitas berhubungan erat dengan hiperglikemia dan peningkatan risiko diabetes melitus, yang prevalensinya terus meningkat di Indonesia. Terapi farmakologis seperti metformin efektif menurunkan glukosa darah, namun penggunaan jangka panjang memiliki keterbatasan. Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung senyawa bioaktif dan antioksidan yang berpotensi sebagai terapi nonfarmakologis penurun glukosa darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan obesitas. Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif metode eksperimental laboratories dengan menggunakan desain penelitian pre and post test control group design dengan menggunakan tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang obesitas sebagai hewan coba untuk mengetahui efek dari pemberian infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan kadar glukosa darah tikus putih yang obesitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) obesitas menyebabkan penurunan kadar glukosa darah secara signifikan dibandingkan kelompok tanpa perlakuan. Efektivitas penurunan glukosa darah meningkat seiring dengan peningkatan dosis, dengan dosis 800 mg/KgBB menunjukkan penurunan kadar glukosa darah paling besar dan sebanding dengan pemberian metformin. Dapat disimpulkan bahwa infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) efektif menurunkan kadar glukosa darah pada tikus putih obesitas, dengan dosis 800 mg/KgBB sebagai dosis paling optimal.

#### **Abstract**

Obesity is closely related to hyperglycemia and an increased risk of diabetes mellitus, the prevalence of which continues to increase in Indonesia. Pharmacological therapies such as metformin are effective in lowering blood glucose, but long-term use has limitations. *Moringa oleifera* leaves contain bioactive compounds and antioxidants that have the potential as non-pharmacological therapies to lower blood glucose. This study aims to determine the effectiveness of *Moringa oleifera* leaf infusion on reducing blood glucose levels in obese white rats (*Rattus norvegicus*). The type of research used in this study is a quantitative laboratory experimental method using a pre- and post-test control group design using obese white rats (*Rattus norvegicus*) as experimental animals to determine the effect of *Moringa oleifera* leaf infusion on reducing blood glucose levels in obese white rats. The results showed that administration of *Moringa oleifera* leaf infusion to obese white rats (*Rattus norvegicus*) caused a significant decrease in blood glucose levels compared to the untreated group. The effectiveness of blood glucose reduction increased with increasing dosage, with 800 mg/kgBW showing the greatest reduction in blood glucose levels and comparable to metformin. It can be concluded that *Moringa oleifera* leaf infusion is effective in lowering blood glucose levels in obese white mice, with 800 mg/kgBW being the optimal dose.

## PENDAHULUAN

Obesitas adalah salah satu penyakit tidak menular yang umumnya masih menjadi permasalahan global yang terus meningkat dan berdampak buruk bagi kehidupan individu yang mempengaruhi hampir setiap sistem organ dan sekarang menjadi masalah kesehatan yang serius di lingkup masyarakat. Obesitas merupakan penyakit multifaktorial kompleks yang ditandai dengan terjadinya penimbunan jaringan lemak yang berlebih akibat ketidakseimbangan antara asupan energi dengan energi yang digunakan oleh tubuh dalam jangka waktu yang panjang sehingga berdampak negatif terhadap kesehatan. (Ruze et al., 2023), (Panuganti, Nguyen and Kshirsagar, 2023)

Akumulasi lemak berlebih dalam tubuh sangat berkorelasi dengan risiko berkembangnya diabetes melitus, penyakit kardiovaskular, hipertensi, dan hiperlipidemia. Hiperglikemia merupakan keadaan kadar gula dalam darah yang meningkat melebihi kadar normal. Faktor yang berhubungan dengan hal ini termasuk penurunan sekresi insulin, rendahnya penggunaan glukosa, dan meningkatnya produksi glukosa. (Panuganti, Nguyen and Kshirsagar, 2023), (Mouri and Badireddy, 2023)

World Health Organization (WHO) menyebutkan bahwa jumlah penderita diabetes di dunia meningkat tinggi dari 200 juta pada tahun 1990 menjadi 830 juta pada tahun 2022, dengan pertumbuhan prevalensi yang lebih cepat di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah dibandingkan negara-negara berpenghasilan tinggi. Pada tahun 2022, lebih dari 50% penderita diabetes tidak mengkonsumsi obat untuk kondisi mereka, dengan cakupan pengobatan terendah terdapat di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Serta data WHO pada tahun 2021 menyatakan bahwa diabetes menyebabkan 1,6 juta kematian langsung, sekitar 47% diantaranya terjadi sebelum usia 70 tahun. Selain itu, 530.000 kematian akibat penyakit ginjal lainnya juga dipicu oleh diabetes, dan kadar glukosa darah tinggi menyebabkan sekitar

11% kematian akibat penyakit kardiovaskular. (Organization, 2024)

Data terbaru *International Diabetes Federation* pada tahun 2021 menyebutkan bahwa sekitar 19,4 juta jumlah kasus pada orang dewasa penduduk di Indonesia mengidap diabetes dengan prevalensi 10,8% dan jumlah kasus kematian yang disebabkan oleh diabetes sekitar 236.711 yang terjadi pada usia dibawah 79 tahun. (International Diabetes Federation, 2024)

Data Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 menjabarkan, penduduk Indonesia yang mengalami diabetes melitus mencapai angka 1,5%, dengan angka tertinggi terjadi pada umur 55-64 tahun sekitar 6,29%. Berdasarkan penelitian (Rabbi K. Et al, 2023) menjelaskan sebanyak 31.600 angka kematian setiap tahun terjadi akibat hiperglikemia dan diperkirakan jumlah penderita pradiabetes di Indonesia akan terus meningkat mencapai 12,9 juta orang hingga tahun 2030. Berdasarkan laporan Riskesdas tahun 2018 prevalensi penduduk yang terdiagnosis diabetes melitus di Provinsi Sulawesi Selatan mencapai angka 1,3%, dengan angka tertinggi pada kelompok umur 65 – 74 tahun (5,48%) dan berjenis kelamin perempuan (1,67%). (Kemenkes RI, 2018), (Rabbi et al., 2023)

Melihat bahwa kondisi hiperglikemia dan obesitas masih menjadi permasalahan, maka diperlukan strategi penanganan yang tepat dalam pengendalian kadar gula darah seperti modifikasi pola makan yang sehat, olahraga, pemberian insulin dan obat antidiabetik oral contohnya seperti metformin. Metformin merupakan obat antihiperglikemik yang bekerja secara efektif dalam menurunkan glukosa darah yang bekerja dengan meningkatkan pengikatan dan jumlah reseptor insulin. Metformin dianggap sebagai pengobatan lini pertama pada penanganan penderita diabetes melitus tipe 2. Karena pengobatannya yang rumit dan mahal, seringkali mengakibatkan pasien pada kalangan yang rendah menjadi tidak patuh dalam pengobatan serta penggunaan obat dalam jangka waktu yang panjang dapat

memberikan efek samping pada tubuh.(Chairul et al., 2024),(Amer et al., 2023)

Salah satu pengobatan non farmakologi yang dapat menjadi alternatif pengobatan pada kondisi hiperglikemia berupa obat herbal dengan menggunakan tanaman tradisional yaitu daun kelor (*Moringa oleifera*) . Tanaman daun kelor (*Moringa oleifera*) ini tumbuh secara global didaerah tropis dan subtropic.(Pareek et al., 2023)

Radiansah et al., Dalam (Oktavisa D et al, 2022) menunjukkan daun kelor terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah mencit secara signifikan. Dalam penelitian lain menjelaskan tanaman ini mampu mengurangi berat badan dan meningkatkan profil lipid, serta memperlihatkan bahwa tikus mengalami penurunan indeks massa tubuh (BMI) yang signifikan setelah pemberian obat oral dengan bubuk daun *M.oleifera* selama 49 hari .(Pareek et al., 2023),(Denta, W and S, 2022)

Daun kelor memiliki kandungan senyawa seperti alkaloid, flavonoid, vitamin, tanin, glikosida, dan antrakuinon yang memiliki banyak manfaat sebagai efek aktivasi anti-oksidan, antikanker, antihipertensi, anti obesitas, dan anti diabetes. Kadar enzim antioksidan mempengaruhi kerentanan jaringan terhadap stress oksidatif dan berkaitan dengan munculnya komplikasi pada diabetes. Daun kelor kaya antioksidan, termasuk flavonoid, vitamin A, vitamin E, Vitamin C, serta selenium yang berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah. Kandungan senyawa flavonoid dalam bentuk terpenoid pada daun kelor terbukti efektif dan aman untuk menurunkan kadar glukosa darah. Selain itu, kandungan antioksidan pada daun kelor membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas.(Pareek et al., 2023),(Cantona, 2022)

Berdasarkan latar belakang diatas, Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “efektivitas infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) apakah berpengaruh pada kadar glukosa darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan kondisi obesitas”, untuk mengetahui efektivitas

daun kelor terhadap penurunan kadar glukosa dalam darah.

## METODOLOGI

### Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental laboratorium dengan desain pretest–posttest control group design. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) obesitas. Penelitian dilaksanakan pada Agustus–September 2025 di Laboratorium Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia, Makassar.

### Subjek Penelitian

Populasi penelitian adalah tikus putih jantan (*Rattus norvegicus*). Sampel penelitian berupa tikus putih jantan obesitas dengan berat badan >250 gram, kondisi sehat, dan tidak memiliki kelainan morfologi. Pengambilan sampel dilakukan dengan purposive sampling, kemudian dibagi secara acak ke dalam kelompok perlakuan.

Besar sampel ditentukan menggunakan rumus Federer, sehingga diperoleh 24 ekor tikus, yang dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing terdiri dari 6 ekor tikus, yaitu:

1. Kelompok kontrol negatif (tanpa perlakuan)
2. Kelompok kontrol positif (metformin)
3. Kelompok infusa daun kelor dosis 400 mg/KgBB
4. Kelompok infusa daun kelor dosis 800 mg/KgBB

### Variabel Penelitian

Variabel independen adalah infusa daun kelor (*Moringa oleifera*), sedangkan variabel dependen adalah kadar glukosa darah tikus putih obesitas. Variabel luar yang dikendalikan meliputi pakan, minuman, berat badan, jenis kelamin, dan usia.

### Prosedur Penelitian

Tikus putih diadaptasikan selama 3 hari, kemudian diberikan diet tinggi glukosa selama 14 hari untuk

menginduksi obesitas dan hiperglikemia. Kadar glukosa darah diukur sebelum perlakuan (pretest) melalui pengambilan darah vena kaudalis lateralis menggunakan glukometer.

Selanjutnya tikus dibagi ke dalam kelompok perlakuan dan diberikan perlakuan selama 14 hari sebagai berikut:

1. Kontrol negatif: pakan standar tanpa perlakuan
2. Kontrol positif: metformin dosis 36 mg/KgBB per oral
3. Perlakuan 1: infusa daun kelor dosis 400 mg/KgBB per oral
4. Perlakuan 2: infusa daun kelor dosis 800 mg/KgBB per oral

Setelah perlakuan, kadar glukosa darah diukur kembali sebagai posttest.

### Pembuatan Infusa Daun Kelor

Infusa daun kelor dibuat dari daun kelor segar yang disortasi, dicuci, dikering-anginkan, kemudian ditimbang sebanyak 250 gram. Daun direbus dalam 100 mL air pada suhu  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, disaring, dan disimpan dalam wadah steril sebelum digunakan.

### Pengukuran Kadar Glukosa Darah

Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan menggunakan glukometer dengan satuan mg/dL, yang diklasifikasikan menjadi hipoglikemia ( $<50$  mg/dL), normoglikemia (50–135 mg/dL), dan hiperglikemia ( $>135$  mg/dL).

### Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Statistical Program for Social Sciences (SPSS) for Windows. Analisis diawali dengan uji normalitas dan homogenitas data. Data berdistribusi normal apabila nilai signifikansi  $>0,05$ . Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji *paired t-test* untuk membandingkan nilai sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu kelompok, serta uji *one-way ANOVA* untuk membandingkan perbedaan antar kelompok, yang dilanjutkan dengan uji

*post hoc* Bonferroni. Apabila data tidak berdistribusi normal, digunakan uji nonparametrik Wilcoxon, Kruskal–Wallis, dan Mann–Whitney sebagai uji lanjutan.

### Etika Penelitian

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia dengan nomor 511/A.1/KEP-UMI/VII/2025, serta disertai surat izin penelitian dari fakultas dan laboratorium terkait.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Data Penelitian

Tabel berikut ini menyajikan hasil gambaran umum data penelitian yang terperinci, menampilkan perbandingan kadar glukosa darah pada tikus percobaan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) intervensi yang diberikan. Data ini mencakup nilai rata-rata (Mean  $\pm$  Standard Deviation), rentang nilai minimum hingga maksimum (Min–Max), serta selisih rerata yang dihitung untuk mengukur perubahan kadar glukosa darah pada setiap kelompok perlakuan, yaitu kontrol negatif, kontrol positif, P1 (dosis 400 mg/KgBb), dan P2 (dosis 800 mg/KgBb).

**Tabel 1.** Kadar Glukosa Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) pre-test dan post- test (mg/dL)

| Kelompok | Pre-test<br>(Mean $\pm$<br>SD) | Min–<br>Max | Post-test<br>(Mean $\pm$<br>SD) | Min–<br>Max | Selisih<br>Rerata |
|----------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------------|
| K (–)    | 179,17 $\pm$ 7,14              | 170–189     | 152,33 $\pm$ 3,56               | 147–156     | 26,83             |
| K (+)    | 186,33 $\pm$ 4,68              | 179–192     | 120,67 $\pm$ 6,56               | 110–127     | 65,67             |
| P1       | 186,17 $\pm$ 8,68              | 171–195     | 120,00 $\pm$ 3,58               | 115–125     | 66,17             |
| P2       | 190,50 $\pm$ 4,93              | 184–196     | 100,67 $\pm$ 10,98              | 89–118      | 89,83             |

Sumber: Data primer, 2025

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel, terlihat perbedaan penurunan kadar glukosa darah antar kelompok. Kelompok kontrol negatif menunjukkan penurunan yang paling kecil, sementara kelompok P2, yang menerima dosis infusa daun kelor dosis tertinggi, menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang paling signifikan. Kelompok kontrol positif dan kelompok P1 juga menunjukkan penurunan yang cukup besar, namun sedikit di bawah kelompok P2. Selisih

rerata yang lebih besar secara umum mengindikasikan efektivitas yang lebih tinggi dalam menurunkan kadar glukosa darah pada kelompok tersebut. Hal ini memberikan gambaran awal mengenai potensi pengaruh infusa daun kelor.

Berdasarkan data yang disajikan, terlihat perbedaan penurunan kadar glukosa darah antar kelompok. Kelompok kontrol negatif mengalami penurunan rata-rata sebesar 26,83 mg/dL (dari 179,17±7,14 mg/dL menjadi 152,33±3,56 mg/dL). Sementara itu, kelompok kontrol positif menunjukkan penurunan rata-rata sebesar 65,67 mg/dL (dari 186,33±4,68 mg/dL menjadi 120,67±6,56 mg/dL). Kelompok P1, yang menerima dosis infusa daun kelor 400 mg/KgBb, mencatat penurunan rata-rata sebesar 66,17 mg/dL (dari 186,17±8,68 mg/dL menjadi 120,00±3,58 mg/dL). Kelompok P2, yang menerima dosis infusa daun kelor 800 mg/KgBb, menunjukkan penurunan rata-rata yang paling signifikan yaitu sebesar 89,83 mg/dL (dari 190,50±4,93 mg/dL menjadi 100,67±10,98 mg/dL). Selisih rerata yang lebih besar sejak pre-test ke post-test pada kelompok P2 mengindikasikan efektivitas yang lebih tinggi dari pemberian dosis tersebut dalam menurunkan kadar glukosa darah, dibandingkan dengan kelompok lainnya. Hal ini memberikan gambaran awal mengenai potensi pengaruh infusa daun kelor terhadap kadar glukosa darah pada tikus obesitas.

### Uji Paired Sampel t-test

Pada tahap awal analisis, dilakukan uji Paired Sample t-test untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran kadar glukosa darah pre-test dan post-test dalam setiap kelompok perlakuan. Uji ini membandingkan rata-rata dua pengukuran yang berpasangan.

**Table 2.** Hasil Uji Paired Sample t-test

| Kelompok | Sig,    | Keterangan |
|----------|---------|------------|
| K (-)    | < 0,001 | Signifikan |
| K (+)    | < 0,001 | Signifikan |
| P1       | < 0,001 | Signifikan |
| P2       | < 0,001 | Signifikan |

Sumber: Data Primer, 2025

Hasil uji Paired Sample t-test pada tabel 2 menunjukkan bahwa pada keempat kelompok perlakuan, nilai signifikansi (p-value) yang diperoleh adalah kurang dari 0,001 (< 0,001). Nilai p yang sangat kecil ini, jauh di bawah ambang batas signifikansi statistik ( $\alpha = 0,05$ ), mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan secara statistik antara kadar glukosa darah pre-test dan post-test di setiap kelompok. Temuan ini menegaskan bahwa terjadi perubahan yang berarti pada kadar glukosa darah setelah periode penelitian untuk semua kelompok, termasuk kelompok kontrol negatif yang tidak menerima intervensi spesifik herbal atau obat. Hal ini menunjukkan adanya variabilitas alami atau pengaruh lain yang perlu dieksplorasi lebih lanjut melalui analisis perbandingan antar kelompok.

### Uji One-Way ANOVA

Setelah dilakukan uji *paired sample t-test* pada masing-masing kelompok dan diperoleh hasil bahwa keempat kelompok mengalami perubahan yang signifikan antara nilai pre-test dan post-test, langkah selanjutnya adalah membandingkan tingkat efektivitas antar kelompok perlakuan.

Uji yang digunakan adalah One-Way ANOVA, dengan data yang dianalisis berupa selisih (post test - pre test) pada setiap kelompok. Sebelum dilakukan ANOVA, telah dipastikan bahwa data memenuhi asumsi homogenitas varians berdasarkan uji Levene ( $p > 0,05$ ), sehingga analisis dapat dilanjutkan menggunakan One-way ANOVA.

Uji ANOVA ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam penurunan kadar antara kelompok kontrol negatif, kontrol positif, perlakuan dosis 400 mg, dan perlakuan dosis 800 mg. Hasil perhitungan uji ANOVA disajikan pada Tabel 3 berikut.

**Table 3.** Hasil Uji One-way ANOVA

| F      | Sig (p) | Keterangan                              |
|--------|---------|---|
| 63,232 | < 0,001 | Ada perbedaan signifikan antar kelompok |

**Sumber: Data Primer,2025**

Berdasarkan hasil uji One-Way ANOVA yang ditampilkan pada Tabel 3, diperoleh nilai  $F = 63,232$  dengan  $p < 0,001$ , yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan terhadap nilai perubahan (post test – pre test). Artinya, pemberian perlakuan dengan dosis yang berbeda serta penggunaan kontrol memberikan pengaruh yang berbeda secara bermakna terhadap penurunan kadar yang diukur.

Hasil uji ini menegaskan bahwa efektivitas antar kelompok perlakuan berbeda secara signifikan, menandakan adanya pengaruh dosis dan jenis perlakuan terhadap perubahan kadar yang diukur. Oleh karena itu, dilakukan uji lanjutan menggunakan Post-hoc Tukey HSD untuk mengetahui pasangan kelompok mana yang berbeda secara nyata dalam efektivitasnya.

**Uji Post-hoc Tukey's HSD**

Berdasarkan hasil uji One-way ANOVA yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar kelompok, maka diperlukan uji post-hoc untuk mengidentifikasi secara spesifik pasangan kelompok mana saja yang memiliki perbedaan signifikan pada kadar glukosa darah post-test. Uji Tukey's HSD dipilih karena uji ini digunakan ketika asumsi homogenitas varians terpenuhi, yang merupakan kondisi pada penelitian ini. Tabel 4 menyajikan hasil perbandingan berpasangan menggunakan uji post-hoc Tukey's HSD.

**Table 4.** Hasil Uji Post-hoc Tukey's HSD

| Perbandingan   | Selisih Rerata (mg/dL) | Sig,    | Keterangan       |
|----------------|------------------------|---------|------------------|
| K (-) vs K (+) | 38,833                 | < 0,001 | Signifikan       |
| K (-) vs P1    | 39,333                 | < 0,001 | Signifikan       |
| K (-) vs P2    | 63                     | < 0,001 | Signifikan       |
| K (+) vs P1    | 0,5                    | 1,000   | Tidak signifikan |
| K (+) vs P2    | 24,167                 | < 0,001 | Signifikan       |
| P1 vs P2       | 23,667                 | < 0,001 | Signifikan       |

Sumber: Data Primer,2025

Berdasarkan hasil uji Post-hoc Tukey HSD, perbandingan antara Kontrol (-) dengan Kontrol (+), Perlakuan 400 mg (P1), dan Perlakuan 800 mg (P2)

menunjukkan nilai  $p < 0,001$ , yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan pada ketiga pasangan tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa baik perlakuan maupun pemberian simvastatin memberikan efek penurunan yang nyata dibanding kelompok kontrol negatif.

Sementara itu, perbandingan antara Kontrol (+) dan Perlakuan 400 mg (P1) menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan ( $p = 1,000$ ), sehingga efektivitas perlakuan dosis 400 mg dianggap sebanding dengan kontrol positif. Namun, perbandingan antara Kontrol (+) dan Perlakuan 800 mg (P2) menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,001$ ), menandakan bahwa dosis 800 mg memiliki efek yang lebih besar dibanding kontrol positif. Selain itu, hasil perbandingan antara Perlakuan 400 mg (P1) dan Perlakuan 800 mg (P2) juga menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,001$ ), yang berarti peningkatan dosis perlakuan berbanding lurus dengan peningkatan efektivitasnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan dosis 800 mg memberikan efek penurunan paling besar dan signifikan dibandingkan kelompok lainnya.

**PEMBAHASAN****Mekanisme Biokimia dan Molekuler Efektivitas *Moringa oleifera***

Penelitian ini menunjukkan bahwa infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki kemampuan menurunkan kadar glukosa darah secara signifikan pada tikus obesitas. Efek ini dapat dijelaskan melalui berbagai mekanisme biokimia dan molekuler yang saling berinteraksi. Kandungan fitokimia utama daun kelor, seperti flavonoid, polifenol, dan isothiocyanate, berperan penting dalam regulasi metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin.

Secara mekanistik, ekstrak daun kelor mampu menekan peningkatan glukosa darah postprandial melalui penghambatan enzim pencernaan karbohidrat seperti  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase, sehingga mengurangi absorpsi glukosa di usus. Mekanisme ini juga ditegaskan

pada penelitian sebelumnya oleh Pradana et al.(2021) Dan Santos et al.(2022), yang menemukan bahwa pemberian ekstrak air kelor menurunkan kadar glukosa darah dengan signifikan melalui penurunan aktivitas kedua enzim tersebut. Selain itu, *Moringa oleifera* juga meningkatkan ambilan glukosa perifer dengan menstimulasi ekspresi transporter glukosa (GLUT4) pada jaringan otot dan adiposa, yang berdampak pada peningkatan sensitivitas insulin dan efisiensi pemanfaatan glukosa oleh sel.(Pradana, Rahmi and Muti, 2021),(Santos et al., 2022),(Ahmed, Regmi and Pandey, 2024)

Mekanisme antioksidan juga memainkan peran penting. Kandungan flavonoid dan polifenol daun kelor mampu menekan stres oksidatif melalui peningkatan aktivitas enzim antioksidan seperti superoksida dismutase (SOD), katalase, dan glutathione peroksidase (GPx). Hal ini berdampak pada perlindungan sel  $\beta$  pankreas dari kerusakan akibat radikal bebas dan peningkatan sekresi insulin. Dengan demikian, kelor tidak hanya bertindak sebagai agen hipoglikemik, tetapi juga sebagai protektor seluler yang berkontribusi terhadap stabilitas metabolik jangka panjang.

### **Perbandingan Efektivitas dengan obat Standar (Metformin)**

Efektivitas *Moringa oleifera* sebagai agen penurun glukosa darah perlu dibandingkan dengan obat standar antidiabetes seperti metformin. Secara farmakologis, metformin menurunkan kadar glukosa melalui penurunan produksi glukosa hati (glukoneogenesis) dan peningkatan sensitivitas insulin melalui aktivasi AMP-activated protein kinase (AMPK). Berbeda dengan itu, *Moringa oleifera* bekerja secara multi-target: selain menghambat absorpsi glukosa di usus dan memperbaiki sensitivitas insulin, juga memperbaiki fungsi pankreas dan menurunkan stres oksidatif .(Cwynar-Zajac, 2021) Menariknya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis 400 mg/KgBB infusa daun kelor menghasilkan efek penurunan kadar glukosa yang sebanding dengan

kelompok metformin, sedangkan dosis 800 mg/KgBB memberikan penurunan yang lebih besar. Hal ini menunjukkan adanya potensi efektivitas herbal yang kompetitif terhadap obat sintetik. Selain itu, dari aspek keamanan, daun kelor memiliki profil toksisitas rendah dan tidak menimbulkan efek samping gastrointestinal sebagaimana sering terjadi pada terapi metformin jangka panjang.('The Effect of Indonesian Anti-Hyperglycemic Herbal Formula on Fasting Blood Glucose and Quality of Life of Diabetic Patients: A Randomized, Open-Label Clinical Trial', 2021)

### **Hubungan Dosis, Respon, dan Peran Senyawa Bioaktif**

Hasil analisis menunjukkan hubungan positif antara dosis air infusa kelor dan tingkat penurunan kadar glukosa darah. Dosis tinggi (800 mg/KgBB) menghasilkan penurunan yang paling signifikan, mengindikasikan efek *dose-dependent*. Studi terdahulu juga mendukung fenomena ini: ekstrak air atau etanol *Moringa oleifera* menunjukkan efek pengaturan glukosa yang meningkat seiring dengan dosis yang lebih tinggi.(Hamza, Naimuzzaman and Roy, 2023),(Santos et al., 2022)

Efek ini berkaitan erat dengan konsentrasi senyawa aktif seperti flavonoid, polifenol, dan isothiocyanate. Sejalan dengan penelitian Hamza et al. (2023), bahwa senyawa tersebut tidak hanya berperan dalam peningkatan sensitivitas insulin, tetapi juga memperbaiki metabolisme lipid dan menurunkan penanda inflamasi. Monraz-Mendez et al. (2022) menambahkan bahwa peningkatan dosis memperbesar aktivitas antioksidan dan menurunkan kadar malondialdehyde (MDA) sebagai indikator stres oksidatif.(Hamza, Naimuzzaman and Roy, 2023),(Monraz-Méndez et al., 2022)

Namun, perlu diperhatikan bahwa efek dosis tinggi harus dikaji dengan pendekatan toksikologis untuk memastikan keamanan penggunaan jangka panjang. Variabilitas hasil juga dapat timbul akibat perbedaan metode ekstraksi dan asal bahan tanaman. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu melakukan standarisasi

kadar senyawa aktif dan metode pembuatan ekstrak untuk menjamin konsistensi hasil.

### **Dampak Metabolik Luas, Keterbatasan Penelitian, dan Implikasi Klinis**

Selain efek penurunan glukosa, *Moringa oleifera* juga memberikan dampak metabolik yang lebih luas. Sejalan dengan Penelitian Hamza et al.(2023) dan Bibi et al.(2020) menunjukkan bahwa daun kelor mampu menurunkan kadar kolesterol total, trigliserida, dan LDL, serta meningkatkan kadar HDL. Efek ini menunjukkan bahwa kelor tidak hanya berfungsi sebagai agen anti-hiperglikemik, tetapi juga memiliki potensi anti-hiperlipidemik yang berkontribusi terhadap pengelolaan sindrom metabolik.(Hamza, Naimuzzaman and Roy, 2023),(Bibi et al., 2020)

Aktivitas antioksidan dan antiinflamasi daun kelor juga telah terbukti secara eksperimental. Berdasarkan penelitian Aji et al.(2023) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kelor menurunkan kadar *tumor necrosis factor alpha* (TNF- $\alpha$ ) dan *interleukin-6* (IL-6) pada model hewan obesitas. Penurunan dua penanda inflamasi ini menunjukkan bahwa kelor berperan dalam pengendalian inflamasi sistemik yang sering menyertai resistensi insulin. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa intervensi berbasis tanaman memiliki efek protektif multisistem terhadap gangguan metabolik yang kompleks.(Aji et al., 2023)

Meskipun hasil penelitian ini memberikan bukti yang menjanjikan, terdapat sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Ukuran sampel yang relatif kecil serta durasi pengamatan yang singkat dapat membatasi generalisasi hasil penelitian ini. Selain itu, variasi metode ekstraksi dan perbedaan konsentrasi senyawa aktif antar studi menyebabkan tantangan dalam menilai konsistensi efek dosis. Untuk memperkuat validitas eksternal, penelitian di masa mendatang disarankan menggunakan desain eksperimental jangka panjang dengan jumlah sampel yang lebih besar serta menambahkan parameter fisiologis seperti kadar insulin

plasma, ekspresi GLUT4, dan pemeriksaan histopatologi pankreas.(Nurhayati et al., 2024)

Dari sisi implikasi klinis, hasil penelitian ini memperkuat posisi *Moringa oleifera* sebagai terapi tambahan berbasis tanaman dalam pengelolaan hiperglikemia yang berhubungan dengan obesitas dan diabetes tipe 2. Penelitian Waterman et al.(2020) dan Divya et al.(2024) menegaskan bahwa aksi multimodal kelor melalui pengaturan kadar glukosa, lipid, dan proses inflamasi memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk pengembangan fitofarmaka yang dapat diintegrasikan dengan terapi konvensional. Pendekatan ini relevan dengan tren global menuju pengelolaan penyakit metabolik secara komprehensif dengan menggabungkan terapi farmakologis dan nutrasetikal.(Waterman et al., 2020),(Divya et al., 2024)

Secara keseluruhan, *Moringa oleifera* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen fitoterapi dalam pengelolaan gangguan metabolik. Kandungan fitokimianya yang kompleks, seperti flavonoid, polifenol, dan isothiocyanate, berperan dalam menurunkan kadar glukosa dan lipid, sekaligus memberikan efek antioksidan dan antiinflamasi. Kombinasi aktivitas tersebut mendukung perannya dalam mengatasi hiperglikemia dan resistensi insulin. Penelitian lanjutan diperlukan untuk standarisasi ekstrak, uji toksisitas jangka panjang, serta verifikasi klinis guna memastikan efektivitas dan keamanan penggunaannya. Dengan demikian, *Moringa oleifera* berpotensi menjadi bagian penting dari strategi pengelolaan penyakit metabolik kronis yang lebih efektif dan berbasis bukti ilmiah.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian terkait efektivitas infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar glukosa darah pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) obesitas, diperoleh kesimpulan bahwa sebelum pemberian perlakuan, seluruh kelompok tikus putih menunjukkan kadar glukosa darah tinggi, berkisar antara 179-190 mg/dL, yang menandakan kondisi hiperglikemia akibat

induksi diet tinggi glukosa. Setelah perlakuan terjadi penurunan kadar glukosa darah yang signifikan pada kelompok yang diberi infusa daun kelor dan kelompok yang diberi metformin. Hal ini menunjukkan bahwa infusa daun kelor dengan dosis 400 mg/KgBB memiliki efektivitas antihiperlikemik yang sebanding dengan metformin. Pemberian infusa daun kelor dengan dosis 400 mg/KgBB menyebabkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan. Pada kelompok perlakuan Dosis 800 mg/KgBB terjadi penurunan kadar glukosa darah paling besar yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis infusa daun kelor akan meningkatkan efektivitas penurunan kadar glukosa darah tikus putih. Pemberian metformin dan infusa daun kelor lebih efektif menurunkan kadar glukosa darah tikus putih dibandingkan dengan kelompok tanpa perlakuan, dengan penurunan kadar glukosa darah tertinggi pada dosis 800 mg/KgBB. Secara keseluruhan, infusa daun kelor (*Moringa oleifera*) terbukti efektif menurunkan kadar glukosa darah pada tikus obesitas, dengan dosis 800 mg/KgBB memberikan hasil paling optimal. Temuan ini menunjukkan bahwa daun kelor memiliki potensi besar sebagai bahan alami untuk terapi tambahan dalam pengelolaan hiperglikemia.

## REFERENSI

- Ahmed, S., Regmi, P. and Pandey, S.N. (2024) 'Effectiveness of Moringa Oleifera Extract in Type II Diabetes: A Comprehensive Literature Review', *Medtigo J Med*, 1(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.63096/medtigo3061121>.
- Aji, F.B. et al. (2023) 'Effect of Moringa Leaves Ethanolic Extract (*Moringa Oleifera*, Lam.) on Testicles Histopathological Structure in Metabolic Syndrome Rat Model', *Smart Medical Journal*, 6(1), p. 42. Available at: <https://doi.org/10.13057/smj.v6i1.69243>.
- Amer, M. et al. (2023) 'Impact of Moringa oleifera on the post-prandial blood glucose level among adults in Rawalpindi, Pakistan', *International Journal Of Community Medicine And Public Health* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20233083>.
- Bibi, Z. et al. (2020) 'In-Silico Elucidation of Moringa Oleifera Phytochemicals Against Diabetes Mellitus', *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(9), pp. 2299–2307. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.002>.
- Cantona, M.A.E. (2022) *Pengaruh Air Rebusan Daun Kelor Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Di Desa Balerejo Kecamatan Balerejo Kabupaten Madiun*. Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun.
- Chairul, A.M. et al. (2024) 'Pengaruh pemberian ekstrak daun kelor (*moringa oleifera*) terhadap glukosa darah puasa mencit dengan hiperglikemia', *Fakumi Medical Journal*, 04, p. 7.
- Cwynar-Zajac, Ł. (2021) 'Metformin – A New Approach', *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism*, 27(2), pp. 134–140. Available at: <https://doi.org/10.5114/pedm.2021.107166>.
- Denta, A.O., W, R.Y. and S, E.F. (2022) 'Serbuk Daun Kelor Efektif Menurunkan Kadar Glukosa Darah dan Kadar Kolesterol pada Individu Obese', *Wiraraja Medika: Jurnal Kesehatan* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.24929/fik.v12i1.1712>.
- Divya, S. et al. (2024) 'Exploring the Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Properties of Moringa Oleifera: A Comprehensive Review', *Nutrients*, 16(19), p. 3423. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu16193423>.
- Hamza, M.A., Naimuzzaman, M. and Roy, S.K. (2023) 'Health Benefits of Moringa Oleifera: Used as an Anti-Diabetic Agent', *International Journal of Agricultural Research Innovation and Technology*, 13(1), pp. 96–102. Available at: <https://doi.org/10.3329/ijarit.v13i1.68063>.
- internasional diabetes federation (2024) 'Internasional Diabetes Federation'.
- Kemendes RI (2018) 'Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018', *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Monraz-Méndez, C.A. et al. (2022) 'Moringa Oleifera Improves MAFLD by Inducing Epigenetic Modifications', *Nutrients*, 14(20), p. 4225. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14204225>.
- Mouri, Mi. and Badireddy, M. (2023) *Hyperglycemia*. Treasure Island (FL): Statpearls publishing.
- Nurhayati, T. et al. (2024) 'Effects of Moringa Oleifera Leaf Extract on Liver Histopathology: A Systematic Review', *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2024(1). Available at: <https://doi.org/10.1155/2024/6815993>.
- Organization, W.H. (2024) 'World Health Organization- Diabetes'.
- Panuganti, K.K., Nguyen, M. and Kshirsagar, R.K. (2023) *Obesity*. Treasure Island (FL): Statpearls publishing.
- Pareek, Ashutosh et al. (2023) 'Moringa oleifera: An Updated Comprehensive Review of Its Pharmacological Activities, Ethnomedicinal, Phytopharmaceutical Formulation, Clinical, Phytochemical, and Toxicological Aspects',

- International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), p. 2098. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms24032098>.
- Pradana, D.L.C., Rahmi, E.P. and Muti, A.F. (2021) 'Hypoglycemic Effect of <i>Moringa Oleifera</i> Aqueous Extract in Diabetic Animal Studies: A Mechanisms Review'. Available at: <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.210115.117>.
- Rabbi, K. et al. (2023) 'Hubungan Gaya Hidup Dengan Glukosa Darah Pada Pegawai Obesitas di Universitas Hasanudin The Relationship of Lifestyle with Blood Glukose In', *The Journal of Indonesian Community Nutrition* [Preprint].
- Ruze, R. et al. (2023) 'Obesity and type 2 diabetes mellitus: connections in epidemiology, pathogenesis, and treatments', *Frontiers in Endocrinology* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1161521>.
- Santos, A. d. S. et al. (2022) 'Phytochemical and Pharmacological Reports of the Hypoglycemic Activity of the Moringa Oleifera Extracts', *Rodriguésia*, 73. Available at: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202273090>.
- 'The Effect of Indonesian Anti-Hyperglycemic Herbal Formula on Fasting Blood Glucose and Quality of Life of Diabetic Patients: A Randomized, Open-Label Clinical Trial' (2021) *TJNPR*, 5(7), pp. 1265–1270. Available at: <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v5i7.18>.
- Waterman, C. et al. (2020) 'Moringa Isothiocyanate-Rich Seed Extract Delays the Onset of Diabetes in UC Davis Type-2 Diabetes Mellitus Rats', *Scientific Reports*, 10(1). Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65722-6>.