

Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Kombinasi Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Penurunan Kadara Gula Darah Pada Tikus Galur Wistar Yang Diinduksi Aloksan

Nita Windi Lestari¹, Dea Maulina², Vicko Suswidianoro³, Wina Safutri⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Sarjana Farmasi, Universitas Aisyah Pringsewu

Corresponding Author: Nita Windi Lestari. e-mail: nitawinles@gmail.com

Published: September , 2026

ABSTRAK

Hiperglikemia kondisi peningkatan kadar glukosa darah yang dapat memicu berbagai komplikasi serius. Daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung metabolit sekunder yang berpotensi memiliki aktivitas antihiperglikemia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi aloksan. Penelitian eksperimental ini menggunakan rancangan *pretest-posttest control group design*. Tikus dibagi menjadi 6 kelompok yakni kontrol normal, kontrol negatif, kontrol positif (glibenklamid 0,45 mg/kgBB), serta tiga kelompok perlakuan kombinasi ekstrak dosis 150, 250 dan 350 mg/kgBB. Ekstrak diperoleh melalui metode maserasi menggunakan etanol 70%. Induksi aloksan dilakukan secara intraperitoneal dengan dosis 120 mg/kgBB. Kadar glukosa darah diukur pada H0, H3 (pasca-induksi), H7, H14, dan H21 (pasca-perlakuan). Data dianalisis menggunakan uji normalitas, homogenitas, *One-Way ANOVA*, dan *Tukey HSD*. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa kedua ekstrak positif mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Kadar glukosa darah meningkat signifikan setelah induksi aloksan pada H3 (218,75–223,00 mg/dL). Setelah pemberian perlakuan, terjadi penurunan kadar glukosa darah dari H3 ke H21. Penurunan kadar glukosa darah pada dosis kombinasi 150, 250, dan 350 mg/kgBB berturut-turut adalah sebesar 106,60 mg/dL; 103,50 mg/dL; dan 109,25 mg/dL. Analisis *One-Way ANOVA* menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok ($F = 12,481$; $p = 0,000$). Uji *Tukey HSD* mengindikasikan tidak terdapat perbedaan signifikan antar variasi dosis perlakuan. Kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor efektif menurunkan kadar gula darah pada tikus yang diinduksi aloksan, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai terapi herbal pendamping diabetes melitus. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi profil keamanan serta mekanisme kerja molekulernya secara lebih mendalam.

Kata Kunci: *Azadirachta indica*, *Moringa oleifera*, Aloksan, Antihiperglikemia, Diabetes Melitus.

ABSTRACT

Hyperglycemia was a condition characterized by elevated blood glucose levels that could trigger various serious complications. Neem leaves (*Azadirachta indica*) and Moringa leaves (*Moringa oleifera*) contained secondary metabolites with potential antihyperglycemic activity. This study aimed to analyze the effectiveness of a combined ethanolic extract of neem leaves and Moringa leaves in reducing blood glucose levels in alloxan-induced male Wistar rats. This experimental study employed a *pretest-posttest control group design*. The rats were divided into six groups, consisting of a normal control, negative control, positive control (glibenclamide 0.45 mg/kg BW), and three combination extract treatment groups at doses of 150, 250, and 350 mg/kg BW. Extracts were obtained through maceration using 70% ethanol. Alloxan induction was performed intraperitoneally at a dose of 120 mg/kg BW. Blood glucose levels were measured on days 0, 3 (post-induction), 7, 14, and 21 (post-treatment). Data were analyzed using normality, homogeneity, *One-Way ANOVA*, and *Tukey HSD* tests. Phytochemical screening showed that both extracts were positive for alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, and terpenoids. Blood glucose levels increased significantly after alloxan induction on day 3 (218.75–223.00 mg/dL). Following treatment administration, a reduction in blood glucose levels occurred from day 3 to day 21. The reductions in blood glucose levels at combination doses of 150, 250, and 350 mg/kg BW were 106.60 mg/dL, 103.50 mg/dL, and 109.25 mg/dL, respectively. *One-Way ANOVA* revealed significant differences among groups ($F = 12.481$; $p = 0.000$). The *Tukey HSD* test indicated that there were no significant differences among the treatment dose variations. The combination of ethanolic extracts of neem leaves and Moringa leaves was effective in reducing blood glucose levels in alloxan-induced rats, thereby demonstrating potential to be developed as a complementary herbal therapy for diabetes mellitus. Further research was required to evaluate its safety profile and molecular mechanisms of action in greater detail.

Keywords: *Azadirachta Indica*, *Moringa Oleifera*, Aloksan, Antihyperglycemic, Diabetes Mellitus.

PENDAHULUAN

Diabetes Mellitus merupakan penyakit yang ditandai oleh meningkatnya kadar glukosa dalam darah akibat gangguan pada hormon insulin. Gangguan tersebut dapat berupa rendahnya produksi insulin karena pankreas tidak mampu menghasilkan hormon tersebut secara optimal, atau ketidakmampuan sel-sel tubuh dalam memanfaatkan insulin yang telah diproduksi. Kondisi ini menyebabkan kadar gula darah meningkat secara tidak terkontrol (Sari *et al.*, 2023).

Jumlah kasus diabetes terus mengalami peningkatan di berbagai wilayah. *International Diabetes Federation* (IDF) melaporkan bahwa pada tahun 2021 terdapat sekitar 536,6 juta orang. jumlah penderita diabetes terbanyak adalah Tiongkok (72,8 juta), India (39,4 juta), dan Indonesia (14,3 juta) (Carracher, Marathe, & Close, 2018). Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023) berdasarkan angka tertinggi tercatat di DKI Jakarta sebesar 3,7%, diikuti oleh Yogyakarta 2,9% serta Jawa Timur 2,2%. Sebaliknya, prevalensi yang lebih rendah terlihat di provinsi Bengkulu (1,1%) dan Nusa Tenggara Timur (0,7%) (Kementerian Kesehatan, 2023). Dinas kesehatan mencatat bahwa jumlah penderita diabetes mencapai 89.981 orang. Kabupaten Bandar Lampung sebanyak 18.644 orang, sementara itu di Kabupaten Lampung Timur tercatat sebanyak 13.062. Di Kabupaten Pringsewu pada tahun 2022 jumlah penderita diabetes mellitus sebanyak 5.027 orang, dan yang mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar sebanyak 6.888 orang Dinas Kesehatan Kota, (2023). Tingginya angka kejadian diabetes mellitus menunjukkan bahwa penyakit ini masih menjadi masalah kesehatan serius yang memerlukan pengembangan terapi yang efektif. Dalam penelitian eksperimental, kondisi diabetes mellitus pada hewan uji umumnya diinduksi menggunakan senyawa diabetogenik seperti aloksan.

Aloksan merupakan senyawa yang memiliki sifat diabetogenik dan bersifat toksik terutama pada sel β pankreas dan bila diberikan pada hewan coba yaitu tikus maka akan menyebabkan tikus tersebut menjadi diabetes. Mekanisme aksi dari aloksan yang menyebabkan terjadinya kerusakan sel β pankreas yaitu masuk ke dalam sel β pankreas melalui transporter glukosa (GLUT2), kemudian menghasilkan radikal bebas atau Reactive Oxygen Species (ROS) yang menyebabkan kerusakan sel β pankreas. Kerusakan tersebut mengakibatkan penurunan sekresi insulin sehingga kadar glukosa darah meningkat dan menimbulkan kondisi hiperglikemia. Selain itu, stres oksidatif akibat pembentukan ROS juga dapat mengganggu fungsi pankreas dalam mengatur metabolisme glukosa secara normal. Kondisi hiperglikemia yang terjadi secara terus-menerus dapat meningkatkan risiko komplikasi sehingga diperlukan pengobatan yang tepat untuk mengontrol kadar gula darah dan memperbaiki fungsi metabolisme tubuh. (Puspitasari *et al.*, 2021).

Pengobatan Diabetes Mellitus umumnya menggunakan obat kimia atau sintetis seperti insulin dan obat antidiabetik oral. Namun, penggunaan obat sintetis dalam jangka panjang memiliki beberapa keterbatasan, antara lain dapat menimbulkan efek samping seperti hipoglikemia, gangguan gastrointestinal, gangguan hati, dan gangguan ginjal. Selain itu, terapi diabetes memerlukan penggunaan jangka panjang sehingga biaya pengobatan relatif tinggi dan dapat menurunkan kepatuhan pasien. Oleh karena itu, diperlukan alternatif terapi yang lebih aman dan efektif, salah satunya melalui pemanfaatan tanaman herbal (Inzucchi *et al.*, 2018).

Salah satu tanaman herbal yang berpotensi sebagai antidiabetik adalah *Azadirachta indica* atau daun mimba. Daun mimba diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas antihiperglikemia dan antioksidan. Flavonoid diketahui mampu menangkal radikal bebas dan melindungi sel β pankreas dari kerusakan oksidatif, sedangkan alkaloid dan saponin membantu meningkatkan sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa. Kombinasi berbagai senyawa tersebut menyebabkan daun mimba berpotensi dikembangkan sebagai terapi antidiabetik alami (Mohammed, *et al.*, 2023).

Dalam penelitian herbal, metode ekstraksi sangat memengaruhi kandungan senyawa aktif yang diperoleh. Ekstrak etanol sering digunakan karena etanol mampu melarutkan senyawa polar dan semi polar seperti flavonoid, saponin, dan tanin secara optimal. Selain itu, etanol relatif aman, mudah diuapkan, dan dapat menghasilkan ekstrak dengan kandungan bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan beberapa pelarut lainnya. Oleh sebab itu, ekstrak etanol daun mimba banyak digunakan dalam penelitian aktivitas antidiabetik (Azwanida, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Mohammed, *et al.*, (2023) Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba memiliki aktivitas antihiperglikemik, antioksidan, dan antiinflamasi pada tikus model diabetes. Aktivitas tersebut dipengaruhi oleh kandungan flavonoid, alkaloid, dan terpenoid pada daun mimba. Perbedaan dengan penelitian ini yaitu penelitian sebelumnya membandingkan daun muda dan daun tua, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada kombinasi ekstrak daun mimba dan daun kelor terhadap penurunan kadar gula darah.

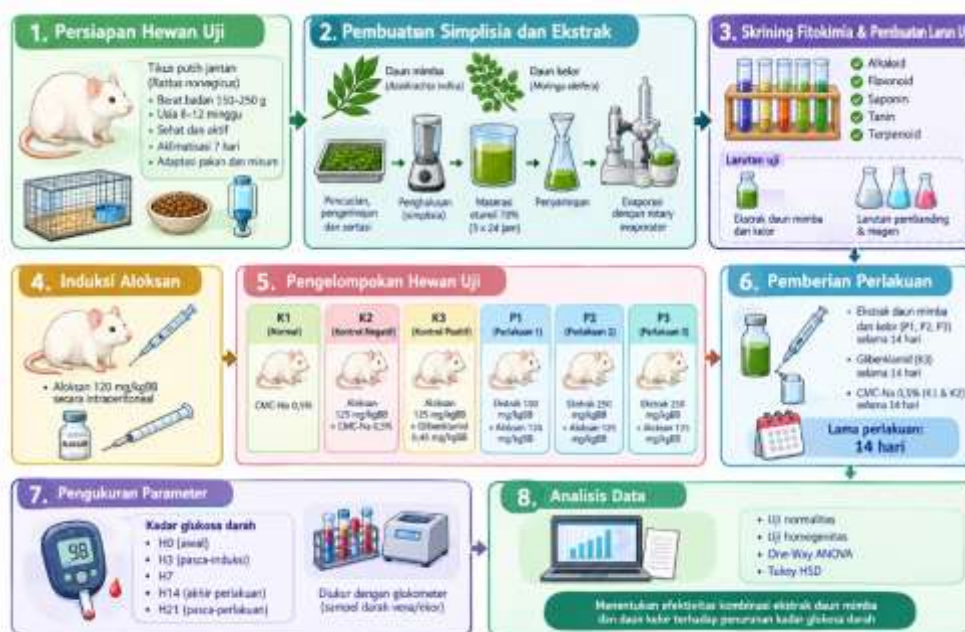
Penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba mampu memperbaiki kerusakan jaringan hepar pada tikus hiperglikemia akibat induksi aloksan, Terutama pada dosis 400 mg/kgBB. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa daun mimba memiliki aktivitas antioksidan dan potensi antidiabetik, sehingga menarik untuk diteliti lebih lanjut pengaruhnya terhadap kadar glukosa darah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki potensi sebagai agen antidiabetik alami karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah serta melindungi sel β pankreas dari kerusakan oksidatif. Oleh karena itu, penelitian mengenai efektivitas kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus galur Wistar yang diinduksi aloksan penting dilakukan guna memperoleh bukti ilmiah yang dapat mendukung pengembangan terapi herbal yang lebih aman, efektif, dan ekonomis dalam penatalaksanaan diabetes mellitus.

METODE

Prosedur Penelitian

Prosedur kerja pada penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari persiapan bahan dan hewan uji, pembuatan ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor, induksi aloksan, pembagian kelompok perlakuan, pemberian ekstrak, hingga pengukuran kadar glukosa darah. Secara rinci, alur prosedur kerja penelitian disajikan pada Gambar 1 (Lestari *et al.*, 2024).



Gambar 1. Prosedur Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Simplisia

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh rendemen simplisia daun mimba dan daun kelor sebesar 20%, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Rendemen Simplisia

Sampel	Berat Daun Segar (kg)	Berat Simplisia Akhir (g)	Rendemen (%)
Daun mimba	5 kg	1 kg	20%
Daun kelor	5 kg	1 kg	20%

Berdasarkan Tabel 1 dari 5 kg daun segar mimba maupun daun kelor, diperoleh berat akhir simplisia masing-masing sebesar 1 kg, yang menghasilkan nilai rendemen simplisia yang identik yaitu sebesar 20%. Rendemen simplisia ini mencerminkan persentase konversi bahan segar menjadi bentuk kering setelah kehilangan kadar airnya. Besarnya nilai rendemen ini menunjukkan bahwa pengolahan awal dan metode pengeringan simplisia berjalan efisien serta memenuhi standar kadar air yang baik sehingga aman dari potensi pertumbuhan jamur maupun kapang selama masa penyimpanan (Utami & Jariah, 2024).

Ekstraksi

Hasil perhitungan dari rendemen ekstrak daun mimba dan daun kelor pada pembuatan ekstrak kental dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Rendemen Ekstrak

Simplisia	Berat Simplisia (g)	Pelarut Etanol 70%	Berat Ekstrak Kental (g)	Rendemen Ekstrak
Daun Mimba	500	5 liter	73,365 gram	14,673 %
Daun Kelor	500	5 liter	66,973 gram	13,392 %

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh 73,365 gram ekstrak etanol daun mimba dengan rendemen sebesar 14,673%, sedangkan ekstrak etanol daun kelor yang diperoleh sebanyak 66,973 gram dengan rendemen sebesar 13,392%. Nilai rendemen tersebut menunjukkan bahwa proses ekstraksi berlangsung dengan baik sehingga senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam simplisia dapat tersari secara optimal. Besarnya rendemen dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis pelarut, ukuran partikel simplisia, rasio pelarut terhadap bahan, lama ekstraksi, serta kondisi penguapan pelarut (Andhiarto *et.al* 2022).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Utami & Jariah, 2024) yang melaporkan bahwa ekstrak etanol 70% daun mimba hasil maserasi memiliki karakteristik fisikokimia yang baik serta mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan etanol 70% mampu menghasilkan ekstrak dengan kualitas yang baik sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku fitofarmaka.

Skrining Fitokimia

Berdasarkan hasil pengujian, kedua ekstrak menunjukkan hasil positif terhadap beberapa golongan senyawa metabolit sekunder, yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan terpenoid. Hasil uji skrining fitokimia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Skrining Fitokimia

Senyawa	Pereaksi	Hasil		Keterangan	
		Daun Mimba	Daun Kelor	Daun Mimba	Daun Kelor
Alkaloid	HCl 2N + Mayer	+	+	terdapat endapan putih kekuningan	Terdapat endapan putih kekuningan
	HCl 2N + Dragendorff	+	+	Terdapat endapan berwarna jingga	Terdapat endapan berwarna jingga
Saponin	-	+	+	Terdapat Buih 5 cm	Terdapat Buih 3 cm

Terpenoid	Klorofom + H ₂ SO ₄	+	+	Terdapat cincin berwarna coklat kemerahan pada batas kedua lapis	Terdapat cincin berwarna coklat kemerahan pada batas kedua lapis
Flavonoid	HCL Pekat + Mg + amil alkohol	+	+	Terdapat perubahan warna kuning	Terdapat perubahan warna jingga
Tanin	FeCl ₃	+	+	Hijau Kehitaman	Hijau Kehitaman

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada Tabel 3, ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor menunjukkan hasil positif terhadap flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid. Pada uji flavonoid menggunakan metode *Shinoda*, penambahan serbuk magnesium (Mg) dan HCl pekat menghasilkan perubahan warna menjadi kuning hingga jingga. Perubahan tersebut terjadi karena Mg mereduksi gugus karbonil pada inti flavonoid, sedangkan HCl membentuk garam flavilium yang menghasilkan warna khas sebagai indikator positif flavonoid (Alim *et al.*, 2022). Hasil ini didukung oleh penelitian Mohammed *et al.* (2023) yang melaporkan keberadaan flavonoid pada ekstrak etanol daun mimba serta penelitian Saini (2016) yang menyatakan bahwa daun kelor mengandung flavonoid seperti quercetin dan kaempferol. Keberadaan flavonoid pada kedua tanaman tersebut diduga berkontribusi terhadap aktivitas antidiabetes melalui aktivitas antioksidan dan perlindungan terhadap kerusakan oksidatif pada sel β pankreas. Penggunaan etanol dan metode maserasi pada suhu ruang juga dapat mendukung proses penarikan senyawa flavonoid dari bahan tanaman (Aulia & Akmal, 2025).

Hasil positif juga diperoleh pada uji alkaloid, yang ditandai dengan terbentuknya endapan setelah penambahan pereaksi Mayer dan Dragendorff. Pada pereaksi Mayer terbentuk endapan putih hingga putih kekuningan, sedangkan pereaksi Dragendorff menghasilkan endapan jingga hingga kecokelatan. Reaksi tersebut terjadi karena senyawa alkaloid yang mengandung nitrogen membentuk kompleks tidak larut dengan komponen pereaksi sehingga menghasilkan endapan khas (Alzohairy, 2016; Characterization, 2021). Keberadaan alkaloid pada daun mimba dan daun kelor sesuai dengan penelitian Alzohairy (2016) dan Muhammad *et al.* (2019), yang melaporkan adanya alkaloid pada kedua tanaman tersebut. Alkaloid diketahui memiliki aktivitas biologis yang berpotensi mendukung efek antidiabetes, terutama melalui aktivitas antioksidan dan pengaruhnya terhadap metabolisme glukosa.

Pada uji saponin, ekstrak daun mimba dan daun kelor menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya busa stabil setelah penambahan aquades dan pengocokan. Pembentukan busa terjadi karena saponin memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik yang dapat menurunkan tegangan permukaan serta membentuk misel sehingga menghasilkan busa yang relatif stabil (Amines *et al.*, 2022; Characterization, 2021). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Alzohairy (2016) yang melaporkan adanya saponin pada daun mimba serta Muhammad *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa daun kelor mengandung saponin. Senyawa saponin diduga berkontribusi terhadap aktivitas antidiabetes melalui peningkatan sensitivitas insulin, penghambatan absorpsi glukosa, serta aktivitas antioksidan yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif.

Uji tanin juga menunjukkan hasil positif pada kedua ekstrak, yang ditandai dengan terbentuknya warna hijau kehitaman setelah penambahan FeCl₃. Warna tersebut terbentuk akibat interaksi ion Fe³⁺ dengan gugus hidroksil fenolik pada tanin sehingga menghasilkan kompleks berwarna khas (Mthiyane *et al.*, 2022). Keberadaan tanin pada daun kelor didukung oleh penelitian Nova (2020), yang menyatakan bahwa senyawa polifenol termasuk tanin berpotensi memberikan aktivitas antihiperглиkemia melalui penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase serta aktivitas antioksidan. Selain itu, hasil uji terpenoid menunjukkan terbentuknya cincin coklat kemerahan pada batas larutan setelah penambahan pereaksi *Liebermann–Burchard*. Hasil ini menunjukkan adanya senyawa terpenoid dalam kedua ekstrak. Penelitian Mamdou *et al.* (2020) melaporkan keberadaan terpenoid pada daun kelor, sedangkan Pareek *et al.* (2023) melaporkan bahwa daun mimba mengandung senyawa terpenoid seperti nimbin, nimbolide, dan azadirachtin yang memiliki aktivitas antioksidan dan antihiperглиkemia.

Secara keseluruhan, hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid. Keberadaan berbagai

metabolit sekunder tersebut menunjukkan bahwa proses ekstraksi menggunakan etanol mampu menarik beragam senyawa aktif dari kedua tanaman. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas biologis yang saling melengkapi, terutama melalui mekanisme antioksidan, penghambatan enzim pencernaan karbohidrat, peningkatan sensitivitas insulin, dan perlindungan sel β pankreas. Oleh karena itu, keberadaan metabolit sekunder tersebut diduga berkontribusi terhadap potensi aktivitas antihiperglikemia dari kombinasi ekstrak daun mimba dan daun kelor.

Hasil Pengukuran Berat Badan Awal dan Akhir Dan Rata – Rata Gula Darah Tikus Sebelum dan sesudah perlakuan

Pengukuran berat badan dilakukan dengan mengamati berat badan awal dan berat badan akhir hewan uji pada setiap kelompok perlakuan.

Tabel 4 Pengukuran Berat Badan Awal dan Akhir

Kelompok	Rata – Rata Berat Badan (gram)	
	Berat Badan Awal	Berat Badan Akhir
I (Kontrol Normal)	175,00 $\pm$ 11,46	201,50 $\pm$ 2,38
II (Kontrol Negatif)	176,00 $\pm$ 9,92	203,0 $\pm$ 2,58
III (Kontrol Positif)	169,75 $\pm$ 2,06	161,75 $\pm$ 94,50
IV (Perlakuan 1)	170,00 $\pm$ 7,48	201,25 $\pm$ 2,50
V (Perlakuan 2)	180,25 $\pm$ 16,88	200,0 $\pm$ 0,00
VI (Perlakuan 3)	193,25 $\pm$ 4,79	200,0 $\pm$ 0,00

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan perubahan rata-rata berat badan tikus sebelum dan setelah intervensi bervariasi antar-kelompok. Kelompok kontrol normal (I), kontrol negatif (II) dan kelompok perlakuan (IV, V, VI) mengalami kenaikan rata-rata berat badan. Sebaliknya, penurunan rata-rata berat badan ditemukan pada kelompok kontrol positif (III) dengan perlakuan glibenklamid yaitu dari (169,75 $\pm$ 2,06) gram menurun menjadi 161,75 $\pm$ 94,50 gram.

Tabel 5 Rata-Rata Gula Darah Tikus

Kelompok	GD Pretest X$\pm$SD	GD Setelah Induksi X$\pm$SD	GD saat Pemberian Ekstrak (X$\pm$SD)	GD saat Pemberian Ekstrak (X$\pm$SD)	GD Posttest (X$\pm$SD)
I (Kontrol Normal)	94,00 $\pm$ 2,71	95,75 $\pm$ 2,22	94,25 $\pm$ 2,22	89,00 $\pm$ 6,68	92,75 $\pm$ 2,22
II (Kontrol Negatif)	91,75 $\pm$ 1,26	218,75 $\pm$ 19,41	110,50 $\pm$ 5,97	96,50 $\pm$ 7,14	125,00 $\pm$ 36,71
III (Kontrol Positif)	89,25 $\pm$ 26,32	222,75 $\pm$ 9,32	105,00 $\pm$ 10,49	106,50 $\pm$ 4,36	120,50 $\pm$ 7,85
IV (Perlakuan 1)	96,20 $\pm$ 7,60	220,00 $\pm$ 7,78	104,80 $\pm$ 10,06	102,60 $\pm$ 8,17	113,40 $\pm$ 7,96
V (Perlakuan 2)	87,00 $\pm$ 24,75	222,50 $\pm$ 11,93	96,25 $\pm$ 10,24	98,00 $\pm$ 10,52	119,00 $\pm$ 16,53
VI (Perlakuan 3)	82,25 $\pm$ 20,66	223,00 $\pm$ 14,70	95,75 $\pm$ 12,42	103,75 $\pm$ 6,85	113,75 $\pm$ 13,70

Berdasarkan Tabel 5 Data menunjukkan bahwa induksi yang dilakukan efektif menaikkan kadar gula darah secara signifikan pada kelompok II sampai VI hingga melebihi 200 mg/dL dan berbeda dengan kelompok kontrol normal yang berada di angka 95,75 $\pm$ 2,22 mg/dL. Meskipun demikian, intervensi berupa pemberian ekstrak serta kontrol positif terbukti dapat mereduksi kadar gula darah secara bertahap sampai akhir pengamatan. Berdasarkan analisis One-Way ANOVA, diperoleh nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$) yang mengindikasikan adanya perbedaan penurunan kadar gula darah yang sangat signifikan di antara seluruh kelompok perlakuan.

Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Mimba dan Daun Kelor Dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Galur Wistar Yang Diinduksi Aloksan

Berdasarkan hasil penelitian perubahan kadar gula darah, pemberian induksi aloksan secara intraperitoneal memicu kondisi hiperglikemia pada tikus galur Wistar (Kelompok II–VI) dengan

kenaikan kadar glukosa darah mencapai >200 mg/dL dibanding kadar *pretest* (82,25 - 96,20 mg/dL). Dalam hal ini, aloksan bekerja secara selektif dengan cara merusak sel β pankreas melalui pembentukan radikal bebas dan stres oksidatif yang mengakibatkan penurunan produksi hormon insulin secara drastis. Pemberian kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor selama 21 hari terbukti efektif mereduksi kadar glukosa darah secara berangsur-angsur (*time-dependent*).

Efektivitas ini didukung oleh hasil analisis statistik One-Way ANOVA menunjukkan nilai F hitung sebesar 12,481 dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor memiliki aktivitas antihiperglikemia pada tikus yang mengalami diabetes eksperimental akibat induksi aloksan. Aloksan diketahui merupakan senyawa diabetogenik yang secara selektif merusak sel β pankreas melalui pembentukan *reactive oxygen species* (ROS). Kerusakan sel β pankreas menyebabkan penurunan produksi insulin sehingga kadar glukosa darah meningkat (Sri & Dwi, 2025). Efek antihiperglikemia tersebut diduga berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor. Berdasarkan hasil skrining fitokimia, kedua ekstrak menunjukkan hasil positif mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tanin dan terpenoid. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut mendukung aktivitas farmakologis ekstrak sebagai antioksidan dan antidiabetik karena masing-masing memiliki mekanisme kerja yang saling melengkapi dalam mengendalikan kadar glukosa darah.

Flavonoid merupakan senyawa yang berperan penting dalam menurunkan kadar glukosa darah melalui aktivitas antioksidan yang kuat. Flavonoid mampu menetralkan radikal bebas yang terbentuk akibat induksi aloksan sehingga kerusakan sel β pankreas dapat diminimalkan. Selain itu, flavonoid juga dilaporkan mampu meningkatkan sensitivitas insulin, merangsang translokasi GLUT-4 pada jaringan perifer, menghambat enzim α -glukosidase dan α -amilase serta menurunkan produksi glukosa di hati (Sri & Dwi, 2025). Dengan mekanisme tersebut, kadar glukosa darah dapat dikendalikan melalui peningkatan pemanfaatan glukosa oleh jaringan sekaligus penurunan absorpsi glukosa dari saluran cerna. Selain flavonoid, saponin juga berkontribusi terhadap aktivitas antihiperglikemia dengan meningkatkan sensitivitas insulin, memperlambat penyerapan glukosa di usus, serta memperbaiki metabolisme lipid yang umumnya mengalami gangguan pada kondisi diabetes (Saini, 2016). Alkaloid berperan dalam meningkatkan sekresi insulin dan memperbaiki metabolisme glukosa, sedangkan tanin mampu menghambat aktivitas enzim pencernaan karbohidrat sehingga pembentukan glukosa berlangsung lebih lambat. Terpenoid juga diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang membantu melindungi jaringan pankreas dari kerusakan oksidatif. Kombinasi berbagai metabolit sekunder tersebut diduga menghasilkan efek sinergis sehingga mampu memberikan aktivitas antihiperglikemia pada tikus yang diinduksi aloksan (Mointi, Tandi, Utami, & Wirawan, 2023).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Isdadiyanto *et al.* (2026) yang melaporkan bahwa ekstrak etanol daun mimba memiliki aktivitas antihiperglikemia, antioksidan, dan antiinflamasi pada tikus diabetes. Aktivitas tersebut dikaitkan dengan kandungan flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang mampu mengurangi stres oksidatif serta memperbaiki fungsi pankreas. Penelitian Cinta *et al.* (2026) juga menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba mampu memperbaiki kerusakan jaringan pada tikus hiperglikemia akibat induksi aloksan, sehingga mendukung pemanfaatan daun mimba sebagai tanaman yang memiliki potensi antidiabetik. Hasil penelitian ini memperkuat temuan tersebut karena menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun mimba dan daun kelor juga mampu memberikan efek antihiperglikemia pada hewan uji.

Opini peneliti, ditinjau dari hasil yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terbukti efektif menurunkan kadar glukosa darah pada tikus galur Wistar yang diinduksi aloksan. Efektivitas tersebut dibuktikan melalui adanya perbedaan bermakna antara kelompok kontrol negatif dengan kelompok yang memperoleh perlakuan berdasarkan hasil uji *One-Way ANOVA* dan uji lanjut *Tukey HSD*. Dengan demikian, kombinasi ekstrak kedua tanaman memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat terapi herbal pendamping dalam pengelolaan diabetes mellitus, meskipun masih diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan dosis paling efektif, mengevaluasi keamanan penggunaan jangka panjang, serta mengkaji mekanisme kerja secara lebih mendalam.

Penentuan Dosis Optimal Ekstrak Etanol Daun Mimba Dan Daun Kelor Dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa seluruh kelompok perlakuan menunjukkan kemampuan dalam menurunkan kadar glukosa darah dibandingkan kelompok kontrol negatif. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa seluruh dosis ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini telah memberikan efek antihiperglikemia yang relatif setara secara statistik. Dengan kata lain, meskipun secara deskriptif terdapat variasi rerata penurunan kadar glukosa darah pada masing-masing kelompok, perbedaan tersebut belum cukup besar untuk dinyatakan berbeda secara statistik.

Dalam penelitian farmakologi, kondisi tersebut sering dijumpai ketika dosis yang diberikan telah berada pada rentang dosis efektif sehingga penambahan dosis tidak lagi menghasilkan peningkatan respons yang bermakna. Fenomena ini dikenal sebagai *plateau effect* yaitu keadaan ketika efek terapi telah mencapai titik maksimal sehingga peningkatan dosis hanya memberikan tambahan efek yang sangat kecil atau bahkan tidak memberikan peningkatan efek sama sekali Utami *et al.*, (2025). Selain dipengaruhi oleh karakteristik farmakodinamik senyawa aktif, tidak ditemukannya perbedaan yang bermakna antar dosis juga dapat disebabkan oleh variasi biologis pada hewan uji. Meskipun tikus yang digunakan berasal dari galur yang sama dan telah memenuhi kriteria penelitian, respons terhadap induksi aloksan maupun kemampuan regenerasi sel β pankreas dapat berbeda pada setiap individu.

Variasi tersebut dapat memengaruhi besar kecilnya penurunan kadar glukosa darah setelah pemberian ekstrak sehingga meningkatkan variasi data antar kelompok. Faktor lain yang juga perlu dipertimbangkan adalah jumlah sampel pada masing-masing kelompok penelitian. Ukuran sampel yang relatif terbatas dapat menyebabkan kekuatan uji statistik (*statistical power*) menjadi lebih rendah sehingga perbedaan rerata antar kelompok belum dapat terdeteksi sebagai perbedaan yang bermakna. Oleh karena itu, bukan berarti setiap dosis memiliki efektivitas yang benar-benar sama, melainkan perbedaan yang terjadi pada penelitian ini belum cukup kuat untuk dibuktikan secara statistik (Syahfitri, 2024).

Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa rentang dosis yang digunakan telah mampu menghasilkan aktivitas antihiperglikemia. Oleh karena itu, penentuan dosis optimal tidak hanya didasarkan pada besarnya penurunan kadar glukosa darah tetapi juga harus mempertimbangkan efisiensi penggunaan dosis. Dalam pengembangan obat herbal, prinsip penggunaan dosis efektif terendah (*minimum effective dose*) lebih diutamakan karena dapat memberikan efek terapi yang diharapkan dengan risiko efek samping dan penggunaan bahan yang lebih rendah. Apabila terdapat satu kelompok dosis yang secara deskriptif menunjukkan rerata penurunan kadar glukosa darah paling besar, maka dosis tersebut dapat dipertimbangkan sebagai kandidat dosis optimal.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mointi *et al.* (2023) mengenai tanaman obat antidiabetes yang melaporkan bahwa peningkatan dosis tidak selalu menghasilkan peningkatan efektivitas. Setelah mencapai konsentrasi tertentu, reseptor atau jalur metabolisme yang berperan dalam mekanisme antihiperglikemia dapat mengalami kondisi jenuh sehingga respons terapi cenderung stabil. Oleh karena itu, penambahan dosis di atas rentang efektif tidak selalu memberikan manfaat tambahan yang signifikan.

Potensi Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Mimba Dan Daun Kelor Dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Aloksan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) mampu menurunkan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi aloksan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi ekstrak daun mimba dan daun kelor memiliki aktivitas antihiperglikemia yang berpotensi menghambat perkembangan hiperglikemia akibat kerusakan sel β pankreas yang diinduksi aloksan.

Berdasarkan hasil skrining fitokimia, ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tanin dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas farmakologis yang saling melengkapi dalam memperbaiki gangguan metabolisme glukosa. Flavonoid berperan sebagai antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas sehingga mengurangi kerusakan oksidatif pada sel β pankreas (Inzucchi *et al.*, 2015). Selain itu, flavonoid juga meningkatkan

sensitivitas insulin, menghambat pembentukan glukosa di hati serta meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan perifer melalui aktivasi transporter glukosa. Alkaloid diketahui mampu merangsang sekresi insulin, sedangkan saponin berperan meningkatkan sensitivitas insulin dan memperlambat absorpsi glukosa di saluran cerna. Tanin dan terpenoid turut mendukung aktivitas antihiperglikemia melalui penghambatan enzim pencernaan karbohidrat serta perlindungan terhadap jaringan pankreas dari kerusakan oksidatif (Musyaropah & Cahyanto, 2025). Adanya berbagai mekanisme tersebut memungkinkan kombinasi ekstrak memberikan efek yang lebih komprehensif dibandingkan apabila hanya bekerja melalui satu jalur metabolisme.

Daun mimba diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antihiperglikemia yang kuat melalui kandungan flavonoid, nimbin, nimbolide, serta berbagai senyawa terpenoid. Sementara itu, daun kelor kaya akan quercetin, asam klorogenat, vitamin C serta senyawa fenolik yang berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan menghambat proses glukoneogenesis. Kombinasi kedua tanaman tersebut diduga menghasilkan efek yang saling melengkapi sehingga mampu memberikan aktivitas antihiperglikemia melalui berbagai target biologis secara bersamaan (Lady *et al.*, 2020).

Meskipun penelitian ini tidak secara langsung membandingkan efek ekstrak tunggal dengan kombinasi ekstrak, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar glukosa darah pada tikus yang diinduksi aloksan. Oleh karena itu, kombinasi kedua tanaman berpotensi dikembangkan sebagai salah satu kandidat terapi herbal pendamping pada pengelolaan diabetes mellitus. Namun demikian, potensi tersebut masih memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui penelitian praklinis maupun klinis untuk mengevaluasi keamanan, efektivitas jangka panjang, farmakokinetik, serta kemungkinan interaksi antar senyawa aktif yang terkandung di dalamnya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa daun mimba maupun daun kelor memiliki aktivitas antidiabetik yang berkaitan dengan kandungan antioksidan dan senyawa fenoliknya. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kedua tanaman mampu menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki fungsi sel β pankreas, serta mengurangi stres oksidatif pada kondisi diabetes eksperimental. Temuan penelitian ini memperkuat bukti bahwa kombinasi kedua ekstrak juga memiliki potensi sebagai agen antihiperglikemia, sehingga dapat menjadi dasar bagi pengembangan produk fitofarmaka berbahan alam yang lebih efektif dalam membantu pengendalian kadar glukosa darah.

Selain memberikan kontribusi terhadap pengembangan obat herbal, hasil penelitian ini juga memiliki implikasi ilmiah bahwa penggunaan kombinasi tanaman obat dapat menjadi salah satu pendekatan dalam meningkatkan efektivitas terapi berbasis bahan alam. Pemanfaatan kombinasi ekstrak memungkinkan tercapainya aktivitas farmakologis melalui berbagai mekanisme kerja secara simultan, sehingga diharapkan mampu memberikan efek terapi yang lebih optimal. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya mengevaluasi kadar glukosa darah sebagai parameter utama. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan pemeriksaan kadar insulin, histopatologi pankreas, biomarker stres oksidatif, serta parameter toksisitas agar mekanisme kerja kombinasi ekstrak dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji efektivitas ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus galur Wistar yang diinduksi aloksan, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor efektif/memiliki efektivitas terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus putih jantan galur Wistar yang diinduksi aloksan. Penurunan kadar gula darah terjadi dari kondisi hiperglikemia 218,75–223,00 mg/dL pada H3 hingga menurun pada H21 setelah pemberian perlakuan. Berdasarkan hasil analisis statistik (uji Tukey HSD) tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara signifikan antarvariasi dosis perlakuan (150, 250, dan 350 mg/kgBB). Ketiga variasi dosis tersebut sama-sama mampu menurunkan kadar gula darah secara signifikan (penurunan pada

dosis 150 mg/kgBB sebesar 106,60 mg/dL; dosis 250 mg/kgBB sebesar 103,50 mg/dL; dan dosis 350 mg/kgBB sebesar 109,25 mg/dL). Oleh karena itu, dosis 150 mg/kgBB dapat dinilai sebagai dosis paling efisien/optimal karena sudah memberikan efek penurunan glukosa darah yang sebanding dengan dosis yang lebih tinggi. Pemberian variasi dosis kombinasi ekstrak etanol daun mimba dan daun kelor berpengaruh secara signifikan terhadap dinamika kadar glukosa darah antarkelompok (One-Way ANOVA menunjukkan perbedaan antar kelompok dengan $F=12,481$; $p=0,000$). Seluruh variasi dosis kombinasi mampu menurunkan kadar glukosa darah tikus hiperglikemia secara bermakna jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, meskipun efektivitas penurunan kadar gula darah antarvariasi dosis tersebut tidak berbeda signifikan secara statistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Sarjana Farmasi, Universitas Aisyah Pringsewu yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian mengenai efektivitas kombinasi ekstrak etanol daun mimba (*Azadirachta indica*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus galur Wistar yang diinduksi aloksan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, N., Hasan, T., Rusman, Jasmiadi, & Zulfitri. (2022). *Phytochemical Screening , Relationship of Total Phenolic with Antioxidant Activity Of Ethanol and Methanol Extracts of Kesambi (Schleichera oleosa (Lour .) Oken) Bark Skrining Fitokimia dan Hubungan Kadar Fenolik Total dengan Aktivitas Antioksidan Ekst.* 22(2), 118–124.
- Alzohairy, M. A. (2016). *Therapeutics Role of Azadirachta indica (Neem) and Their Active Constituents in Diseases Prevention and Treatment.* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7382506>
- Amines, N., Salami, S. A., & Siwe-noundou, X. (2022). *Catalytic Performance of Immobilized Sulfuric Acid on Silica.*
- Andhiarto, Y., Andayani, R., & Ilmiyah, N. H. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) DENGAN METODE EKSTRAKSI PERKOLASI TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Staphylococcus aureus*. *Journal Of Pharmacy Science And Technology*, 2(1), 102–111.
- Azwanida, N. N. (2018). (2018). *Tanaman Obat & Aromatik.* 4. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Ba, F., Bah, M. S., Sene, M., Sambou, J. K., Gueye, M. M., Hadji, E., & Ba, M. (2020). *Antidiabetic properties of Moringa oleifera : A review of the literature.* 11(June), 18–29. <https://doi.org/10.5897/JDE2019.0136>
- Carracher, A. M., Marathe, P. H., & Close, K. L. (2018). International Diabetes Federation 2017. In *Journal of Diabetes* (Vol. 10). <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12644>
- Characterization, F. (2021). *Unveiling Monoterpene Biosynthesis in Taiwan.*
- Cinta, B., Septiani, D., Novianti, G., & Nur, H. (2026). Review Article: Moringa Leaf (*Moringa oleifera* L.) Extract Preparation in Lowering Blood Glucose Levels in Alloxan-Induced Rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Pharmaceutical and Sciences Electronic*, 9(1), 906–918. <https://doi.org/https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>
- Dewi, S. S., Ermina, R., Kasih, V. A., & Hefiana, F. (2023). *Analisis Penerapan Metode One Way Anova*

Menggunakan Alat Statistik Spss. 2(2), 121–132.

Dinas Kesehatan Kota. (2023). *Pemerintah Provinsi Lampung Dinas Kesehatan*. (44), 1–339.

Inzucchi, S. E., Bergenstal, R. M., Buse, J. B., Diamant, M., Ferrannini, E., Nauck, M., ... Tsapas, A. (2015). *Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes , 2018 : A Patient- Centered Approach Update to a Position Statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of*. 38(January), 140–149. <https://doi.org/10.2337/dc14-2441>

Isdadiyanto, S., Mardiaty, S. M., & Budianto, E. Y. (2026). Gambaran Histologi Aorta Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) dengan Asupan Pakan Tinggi Lemak dan Pemberian Ekstrak Etanol Biji Mahoni (*S wietenia mahagoni*). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 10(2).

Kementerian Kesehatan. (2023). Suvei Kesehatan Indonesia (SKI). *Laporan Tematik SKI 2023*, 965.

Lady, D., Handoyo, Y., & Pranoto, M. E. (2020). *Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Pembuatan Simplicia Daun Mimba (Azadirachta Indica) The Effect Of Drying Temperature Variation On The Simplicia Of Mimba Leaf (Azadirachta Indica)*. 1(2), 45–54.

Mohammed, A., Kumar, R., Ashfaq, F., Abdulrahman, A., Abd, A., Hafiz, E., Ashfaq, F. (2023). Young and mature leaves of *Azadirachta indica* (neem) display different antidiabetic and antioxidative effects. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 10(1), 316–328. <https://doi.org/10.1080/2314808X.2023.2196191>

Mohammed, A., Kumar, R., Ashfaq, F., Abdulrahman, A., Abd, A., Hafiz, E., ... Rizvi, S. I. (2023). *Machine Translated by Google Jurnal Ilmu Dasar dan Terapan Mesir Perkenalan*. (April). <https://doi.org/10.1080/2314808X.2023.2196191>

Mointi, N., Tandi, J., Utami, I. K., & Wirawan, W. (2023). Efek Ekstrak Daun Matoa Terhadap Kadar Kreatinin dan Ureum Tikus Putih Jantan di Induksi Streptozotocin. *Farmakologika Jurnal Farmasi*, XX(1).

Mthiyane, F. T., Dlodla, P. V, & Ziqubu, K. (2022). *A Review on the Antidiabetic Properties of Moringa oleifera Extracts : Focusing on Oxidative Stress and In fl ammation as Main Therapeutic Targets*. 13(July), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.940572>

Muhammad, C., Nazar, J., Bashir, F., Izhar, S., & Anderson, J. (2015). *Npj* 1 2. 4(1), 17–22.

Musyaropah, R., & Cahyanto, T. (2025). *Studi Pemanfaatan Tanaman Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Pengobatan Tradisional di Kampung Cibeas Desa Cintaraja Kecamatan Singaparna Kabupaten Tasikmalaya*.

Nova, E. (2020). *Potential of Moringa oleifera to Improve Glucose Control for the Prevention of Diabetes and Related Metabolic Alterations : A Systematic Review of Animal and Human Studies*. 1–28.

Pareek, A., Pant, M., Gupta, M. M., Kashania, P., & Ratan, Y. (2023). *Moringa oleifera : An Updated Comprehensive Review of Its Pharmacological Activities , Ethnomedicinal , Phytopharmaceutical Formulation , Clinical , Phytochemical , and Toxicological Aspects*.

Puspitasari, V., Choerunisa, N., Farmasi, P. S., Kedokteran, F., Diponegoro, U., & Pare, B. (2021). *Kajian Sistematis : Efek Antidiabetes Buah Pare (Momordica charantia Linn .) Terhadap Kadar Glukosa*. 1(2), 18–27.

Saini, R. K. (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera* : a review of their nutritional , therapeutic and

industrial significance. *3 Biotech*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3>

Shofiati, N., Mardiaty, S. M., Sitasiwi, A. J., & Isdadiyanto, S. (2021). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume 6 Nomor 2 Agustus 2021 Efek Pemberian Ekstrak Etanol Daun Mimba (Azadirachta indica A. Juss) Terhadap Struktur Histologis Pankreas Tikus Putih (Rattus norvegicus L.) Hiperglikemia Effects of Ethanolic Neem (Azadirachta indica A. Juss) Leaf Extract on the Histological Structure of Pancreas in Hyperglycemic White Rats (Rattus norvegicus L.)*. 6.

Sri, A., & Dwi, R. (2025). Antidiabetic Activity Test of Moringa Leaf Extract Combination (Moringa oleifera Lam.) and Guava Leaves (Psidium guajava L.) in Male Wistar Rats Uji Aktivitas Antidiabetes Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera L.) dan Daun Jamb. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(4), 2371–2380. <https://doi.org/https://doi.org/10.36490/journal-jps.com> Homepage:

Syahfitri, R. (2024). *Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes : LITERATUR REVIEW*. 1–10.

Utami, E. T., Fajariyah, S., Lelono, A., & Nihayah, H. (2025). Jurnal Biologi Tropis Blood Glucose Level of Hyperglycemia Rats (Rattus novergicus) after Neem Gum (Azadirachta indica) Administration. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1543 – 1548. <https://doi.org/http://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8748>

Utami, Y. P., & Jariah, A. (2024). *Penetapan Sifat Fisikokimia Ekstrak Etanol Daun Mimba (Azadirachta indica A. Juss) : Penelitian Eksperimen Berskala Laboratorium Determination of Physicochemical Properties of Ethanol Extract of Neem Leaves (Azadirachta indica A. Juss) : Laboratory Scale Experimental Research*. 16(3), 355–365.

Wicaksono, A. R., Mardiaty, S. M., & Isdadiyanto, S. (2023). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume 8 Nomor 1 Februari 2023 Efek Pemberian Ekstrak Etanol Daun Mimba (Azadirachta indica A. Juss) Terhadap Struktur Histopatologi Hepar Tikus Putih (Rattus norvegicus L.) Jantan Hiperglikemia Effects of Neem (Azadirachta indica A. Juss) Leaves Ethanol Extract on the Histological Structure of Liver Tissue in Hyperglycemic Male White Rats (Rattus norvegicus L.)*. 8.