

NARRATIVE RIVIEW: POTENSI TERAPEUTIK TANAMAN HERBAL DALAM PENURUNAN GULA DARAH

Nita Windi Lestari¹, Diski Wahyu Wijianto², Intan Aryanti³, Dea Maulina⁴

^{1,2} Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia

^{3,4} Mahasiswa Program Studi S1 Farmasi, Fakultas Kesehatan Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia

****Corresponding Author:** nitawinles@gmail.com

ABSTRAK

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit metabolik kronis dengan prevalensi global dan nasional yang terus meningkat, serta memicu beban ekonomi dan risiko kematian yang signifikan. Penatalaksanaan DM jangka panjang dengan obat antidiabetes oral sintetis seringkali menimbulkan efek samping yang memengaruhi kepatuhan pasien. Kondisi ini mendorong pencarian terapi komplementer berbasis bahan alam yang dinilai lebih aman dan minim efek samping. *Narrative review* ini bertujuan untuk memberikan gambaran sistematis mengenai potensi terapeutik, mekanisme biomolekuler, dan bukti ilmiah dari tanaman herbal lokal dalam menurunkan gula darah. Penelaahan literatur dilakukan secara sistematis menggunakan database ilmiah terpercaya (Google Scholar, ScienceDirect, Pubmed, Scopus, dan Elsevier) dalam rentang waktu 2013 hingga 2026 dengan kata kunci terkait tanaman obat antidiabetes dan mekanisme hipoglikemik. Kajian literatur menunjukkan bahwa pare (*Momordica charantia*), kayu manis (*Cinnamomum spp.*), kunyit (*Curcuma longa*), dan brotowali (*Tinospora crispa*) memiliki potensi besar sebagai agen antidiabetes melalui pendekatan multitarget. Mekanisme biomolekulernya meliputi regulasi jalur pensinyalan insulin dan translokasi GLUT-4 (pare dan kayu manis), penghambatan enzim pencernaan karbohidrat hidrolase seperti -glukosidase (kayu manis dan brotowali), proteksi sel -pankreas serta supresi sitokin pro-inflamasi (kunyit), hingga penekanan glukoneogenesis hepatis (brotowali). Evaluasi ilmiah tanaman ini bervariasi dari pengujian preklinik (*in vitro* dan *in vivo*) hingga uji klinis acak terkontrol (RCT) jangka panjang. Tanaman herbal pare, kayu manis, kunyit, dan brotowali terbukti secara ilmiah memiliki potensi terapeutik yang kuat dalam manajemen glukosa darah dan dapat dijadikan alternatif terapi pendamping yang strategis dalam tata laksana Diabetes Mellitus.

Kata Kunci: Antidiabetes, Bahan Alam, Diabetes Mellitus, Mekanisme Biomolekuler,

ABSTRACT

*Diabetes Mellitus (DM) is a chronic metabolic disease with a continuously increasing global and national prevalence, posing significant economic burdens and mortality risks. Long-term management of DM using synthetic oral antidiabetic drugs is often associated with side effects that alter patient compliance. This condition drives the search for complementary therapies based on natural products, which are considered safer with minimal side effects. This narrative review aims to systematically outline the therapeutic potential, biomolecular mechanisms, and scientific evidence of local herbal plants in lowering blood glucose levels. A literature search was conducted using reputable scientific databases (Google Scholar, ScienceDirect, Pubmed, Scopus, and Elsevier) spanning from 2013 to 2026, utilizing keywords related to antidiabetic medicinal plants and hypoglycemic mechanisms. The literature review demonstrates that bitter melon (*Momordica charantia*), cinnamon (*Cinnamomum spp.*), turmeric (*Curcuma longa*), and brotowali (*Tinospora crispa*) exhibit high potential as antidiabetic agents through a multi-target approach. Their biomolecular mechanisms include regulating insulin signaling pathways and GLUT-4 translocation (bitter melon and cinnamon), inhibiting carbohydrate hydrolase digestive enzymes such as -glucosidase (cinnamon and brotowali), protecting -pancreatic cells and suppressing pro-inflammatory cytokines (turmeric), as well as suppressing hepatic gluconeogenesis (brotowali). Scientific evaluations of these plants vary from preclinical trials (*in vitro* and *in vivo*) to long-term randomized controlled trials (RCTs). Bitter melon, cinnamon, turmeric, and brotowali are scientifically proven to possess robust therapeutic potential in blood glucose management and can serve as strategic complementary alternative therapies for Diabetes Mellitus management.*

Keywords: Antidiabetic, Diabetes Mellitus Biomolecular Mechanisms, Natural Products

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit metabolik kronis dengan beban kesehatan global yang terus meningkat. Berdasarkan IDF Diabetes Atlas edisi ke-11, diperkirakan 11,11% penduduk dewasa di dunia hidup dengan diabetes pada tahun 2024, dengan prevalensi diproyeksikan meningkat menjadi 12,96% pada tahun 2050. Lebih lanjut, jumlah penderita diabetes dewasa pada tahun 2024 telah melampaui 500 juta orang dan diproyeksikan meningkat mendekati 900 juta pada tahun 2050. Selain dari sisi jumlah penderita, diabetes menyebabkan 3,4 juta kematian pada tahun 2024, atau setara dengan satu kematian setiap 9 detik, serta menimbulkan beban ekonomi sekitar USD 1,015 triliun bagi sistem kesehatan global. Data ini menegaskan bahwa DM bukan hanya masalah kesehatan individu, tetapi juga ancaman serius terhadap sistem kesehatan dan ekonomi di berbagai negara (Kemenkes RI, 2026).

Di Indonesia, tren peningkatan kasus DM juga menunjukkan pola yang serupa dengan tren global. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memprediksi peningkatan jumlah penderita diabetes di Indonesia dari 8,4 juta pada tahun 2000 menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, rata-rata prevalensi DM di Indonesia berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk segala usia adalah sebesar 1,5%, yang berarti dari setiap 100.000 penduduk terdapat 1.500 orang yang terdiagnosis DM oleh dokter, dengan angka ini meningkat dibandingkan hasil Riskesdas 2013. Lebih jauh, provinsi dengan prevalensi DM tertinggi adalah DKI Jakarta sebesar 2,6%, sedangkan provinsi dengan prevalensi terendah adalah Nusa Tenggara Timur sebesar 0,6%. Peningkatan tren ini menyebabkan DM masuk dalam daftar sepuluh besar penyakit penyebab kematian di Indonesia, sehingga penanganan yang tepat menjadi sangat penting untuk mencegah komplikasi lebih lanjut (Afianti *et al.*, 2023).

Penatalaksanaan DM secara farmakologis konvensional umumnya melibatkan terapi insulin yang dikombinasikan dengan obat hipoglikemik lainnya, di mana selain insulin, antidiabetik oral seperti metformin merupakan terapi yang paling umum digunakan pada pasien diabetes mellitus. Namun, penggunaan obat-obatan sintetis dalam jangka panjang seringkali dikaitkan dengan berbagai efek samping yang dapat mempengaruhi kepatuhan dan kualitas hidup pasien. Kondisi inilah yang mendorong masyarakat, termasuk pasien DM, untuk mencari alternatif terapi pendamping yang dianggap lebih aman dan minim efek samping, salah satunya melalui pemanfaatan bahan alam atau tanaman herbal (Azizah & Novrianti, 2022).

Pemanfaatan tanaman herbal sebagai terapi komplementer pada pasien DM telah menjadi praktik yang cukup umum, khususnya di negara berkembang. Penggunaan obat herbal pada penyandang diabetes saat ini banyak direkomendasikan untuk mengurangi efek samping dari penggunaan obat antidiabetes yang dikonsumsi dalam jangka waktu lama. Fenomena ini sejalan dengan kondisi global, di mana menurut data WHO tahun 2019, dalam tiga dekade terakhir prevalensi diabetes mellitus telah meningkat hingga sekitar 422 juta orang di seluruh dunia, sehingga diperlukan alternatif pengobatan nonfarmakologi yang murah dan mudah didapatkan. Berbagai jenis tanaman lokal yang mudah ditemukan di lingkungan masyarakat mulai banyak dikaji potensinya sebagai agen antidiabetes, baik melalui penelitian etnofarmasi, uji praklinis, maupun uji klinis terbatas (Yedjou *et al.*, 2023).

Berbagai senyawa bioaktif yang terdapat dalam tanaman herbal dilaporkan memiliki beragam aktivitas farmakologis yang relevan dengan penanganan DM. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam tanaman herbal memberikan berbagai efek biologis, termasuk aktivitas antioksidan, antibakteri, dan antidiabetes (Chandrasekara & Shahidi, 2018), (Hamzah, 2018). Meskipun demikian, salah satu permasalahan utama terkait

pemanfaatan tanaman herbal adalah masih terbatasnya penelitian atau pengujian ilmiah yang secara komprehensif membuktikan khasiat dari tanaman obat yang digunakan. Oleh karena itu, narrative review ini disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai berbagai bahan alam yang berpotensi sebagai agen antidiabetes, mekanisme kerjanya, serta bukti ilmiah yang mendukung pemanfaatannya dalam manajemen penyakit diabetes mellitus.

METODE PENELITIAN

Metode pembuatan *narrative review* dilakukan dengan menelaah literatur yang

relevan mengenai potensi bahan alam terhadap penurunan gula darah. Pencarian literatur dilakukan menggunakan beberapa database ilmiah terpercaya, yaitu Google Scholar, *Sciencedirect*, Pubmed, Scopus, Elsevier dan sebagainya. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: *"Antidiabetic medicinal plants"*, *"Phytochemicals in diabetes"*, *"Hypoglycemic mechanism"*, *"Herbal medicine for Diabetes Mellitus"*, dan *"Bahan alam antidiabetes"*. Pencarian dilakukan dalam rentang waktu 2013 hingga 2026 untuk memperoleh data terbaru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil ekstraksi data terhadap bahan alam yang paling intensif diteliti

Nama Tanaman / Spesies	Kandungan Senyawa Aktif Utama	Mekanisme Kerja Utama	Status Evaluasi Ilmiah	Referensi
Pare(<i>Momordica charantia</i>)	Charantin, Peptida-P, Momordicin	Meniru fungsi insulin (<i>insulin-mimetic</i>), meningkatkan translokasi GLUT-4.	Preklinis (<i>in vivo</i>) & Uji Klinis Terbatas	(Review, 2013), (Liu <i>et al.</i> , 2021)
Kayu Manis (<i>Cinnamomum verum</i>)	Cinnamaldehyde, Polifenol tipe-A	Meningkatkan fosforilasi reseptor insulin, menghambat enzim α -glukosidase.	Uji Klinis (Meta-analisis)	(Wang <i>et al.</i> , 2025)
Kunyit (<i>Curcuma longa</i>)	Kurkumin, Demetoksikurkumin	Menekan stres oksidatif, menghambat sitokin pro-inflamasi (TNF- α , IL-6).	Preklinis & Uji Klinis	(Ofori-attah & Aning, 2025)
Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>)	Tinosporaside, Berberin, Palmatin	Merangsang sekresi insulin dari sel β -pankreas, menghambat glukoneogenesis.	Preklinis (<i>in vitro</i> & <i>in vivo</i>)	(Silva <i>et al.</i> , 2022)

1. Mekanisme Biomolekuler Multitarget dalam Regulasi Homeostasis Glukosa

Salah satu keunggulan utama pemanfaatan bahan alam dalam tata laksana Diabetes Melitus (DM) adalah kemampuannya untuk bekerja melalui pendekatan multitarget (*multi-target approach*). Berbeda dengan obat antidiabetes konvensional yang umumnya hanya menasar satu jalur spesifik (misalnya, metformin yang dominan bekerja pada aktivasi AMPK di hati atau sulfonilurea pada reseptor SUR sel), senyawa fitokimia dalam bahan alam mampu berinteraksi dengan berbagai komponen seluler sekaligus (Silva *et al.*, 2022).

a. Regulasi Jalur Pensinyalan Insulin dan Translokasi GLUT-4

Resistensi insulin pada DM Tipe 2 ditandai dengan kegagalan kaskade intraseluler dalam merespons ikatan insulin pada reseptornya. Senyawa polifenol (terutama *polifenol tipe-A* dan *cinnamaldehyde*) yang diisolasi dari kayu manis (*Cinnamomum* spp.) serta *charantin* dari pare (*Momordica charantia*) terbukti bertindak sebagai agen mimetik insulin (*insulin-mimetic*).

Secara molekuler, senyawa-senyawa ini memicu autofosforilasi pada residu tirosin dari *Insulin Receptor Substrate-1* (IRS-1). Aktifnya IRS-1 akan merekrut enzim *Phosphoinositide 3-kinase* (PI3K), yang kemudian memicu fosforilasi *Protein Kinase B* (PKB/Akt). Aktivasi jalur kinase PI3K/Akt ini sangat krusial karena menginduksi translokasi *Glucose Transporter 4* (GLUT-4) dari vesikel intraseluler menuju ke membran plasma sel otot rangka dan adiposa. Peningkatan densitas GLUT-4 pada membran sel secara signifikan memfasilitasi influks glukosa dari sirkulasi darah ke dalam sel, sehingga menurunkan kadar hiperglikemia sistemik (Bara *et al.*, 2025). Selain di jaringan perifer, studi terbaru (Wang *et al.*, 2025) juga menegaskan bahwa ekstrak kayu manis mengaktifkan jalur sinyal hepatik PI3K/Akt ini untuk menekan laju glukoneogenesis di organ hati

b. Penghambatan Enzim Karbohidrat Hidrolase (Postprandial Glycemic Control)

Pengendalian kadar glukosa darah postprandial (setelah makan) merupakan pilar penting untuk mencegah komplikasi makrovaskular pada pasien diabetes. Enzim -glukosidase dan -amilase yang terletak pada *brush border* usus halus bertanggung jawab dalam hidrolisis oligosakarida dan disakarida menjadi monosakarida (glukosa) sebelum diserap ke sirkulasi sistemik.

Bahan alam seperti brotowali (*Tinospora crispa*) yang kaya akan alkaloid (berberin dan palmatin) serta ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) bertindak sebagai inhibitor kompetitif terhadap enzim-enzim tersebut (Putri *et al.*, 2025). Senyawa fitokimia ini menduduki sisi aktif enzim -glukosidase, sehingga menghambat pemecahan karbohidrat kompleks. Efeknya adalah perlambatan laju absorpsi glukosa di lumen usus, yang secara langsung mencegah terjadinya lonjakan glukosa darah mendadak (*postprandial glucose spikes*) setelah konsumsi makanan tinggi karbohidrat.

c. Proteksi Sel -Pankreas, Modulasi Anti-inflamasi, dan Sumbu Gut-Microbiota

Patofisiologi DM Tipe 2 sangat erat kaitannya dengan inflamasi kronis tingkat rendah (*low-grade chronic inflammation*) dan stres oksidatif yang dimediasi oleh akumulasi *Reactive Oxygen Species* (ROS). Paparan ROS yang tinggi secara konstan dapat memicu apoptosis pada sel -pankreas, yang lambat laun menurunkan kapasitas sekresi insulin endogen.

Kurkumin, zat aktif utama dari kunyit (*Curcuma longa*), menunjukkan peran protektif yang kuat melalui regulasi transkripsi gen. Kurkumin bekerja dengan menekan translokasi *Nuclear Factor-kappa B* (NF- κ B) ke dalam inti sel, sehingga menghambat ekspresi gen-gen sitokin pro-inflamasi seperti *Tumor Necrosis Factor-alpha* (TNF- α) dan *Interleukin-6* (IL-6). Penurunan sitokin ini meminimalkan kerusakan inflamatori pada jaringan pulau

Langerhans.

Lebih jauh lagi pada tingkat sistemik, tren penelitian mutakhir (Wang et al., 2025) mengungkapkan adanya keterlibatan modulasi mikrobiota usus oleh bahan alam. Polifenol herbal mampu memodifikasi ekosistem mikrobioma dengan meningkatkan kelimpahan bakteri menguntungkan seperti *Akkermansia muciniphila*. Perubahan profil mikrobiota ini berkorelasi positif dengan perbaikan integritas dinding usus dan penurunan sekresi lipopolisakarida (LPS) endotoksik, yang pada akhirnya memitigasi resistensi insulin secara sistemik.

2. Tanaman dengan Potensi Antidiabetes

a. Pare (*Momordica charantia*)

Pare mengandung berbagai senyawa kimia berupa flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, alkaloid, vicine, polipeptida, momordin, dan charantin yang dilaporkan dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah (Kamilla & Djohan, 2020). Charantin merupakan senyawa yang memiliki sifat menyerupai insulin (*insulin-like*) dan membantu mengurangi kadar gula darah (Afifah et al., 2022). Secara mekanistik, pare bekerja sebagai antioksidan, menurunkan resistensi insulin, meningkatkan sensitivitas insulin, meningkatkan asupan glukosa jaringan, sintesis glikogen otot hati, oksidasi glukosa, serta menurunkan glukoneogenesis (Kamilla & Djohan, 2020). Ekstrak air pare juga dilaporkan dapat memengaruhi penggunaan glukosa dengan mengaktifkan *Adenosine-monophosphate-activated protein kinase* (AMPK) pada jaringan otot. Sebuah kajian sistematis terhadap tujuh artikel pada tikus yang diinduksi aloksan menunjukkan bahwa buah pare menurunkan glukosa darah melalui penghambatan glukoneogenesis hati, perlindungan sel beta pankreas, peningkatan

sensitivitas insulin, dan pengurangan stres oksidatif, dengan tiga dari tujuh penelitian menunjukkan penurunan yang signifikan (Rahma et al., 2024).

b. Kayu Manis (*Cinnamomum spp.*)

Kayu manis dari genus *Cinnamomum*, termasuk spesies *Cinnamomum zeylanicum* dan *Cinnamomum cassia*, memiliki kandungan polifenol yang meningkatkan sensitivitas reseptor insulin pada penderita DM tipe 2, sehingga meningkatkan efektivitas penyerapan glukosa (Arini & Ardiaria, 2017). Kandungan bioaktifnya meliputi asam sinamat yang menghambat enzim HMG-CoA reduktase hepar, cinnamaldehyd yang meningkatkan transpor glukosa melalui GLUT-4 pada sel adiposa dan otot skeletal, serta polifenol dan flavonoid yang menangkap radikal bebas pada sel beta pankreas (Jurnal Kesehatan dan Agromedicine, 2018). Review terhadap delapan uji klinis dengan dosis 500 mg–6 g/hari selama 40 hari–4 bulan melaporkan mekanisme perbaikan kontrol glikemik melalui autofosforilasi reseptor insulin, translokasi GLUT-4, modulasi PK dan PEPCK hepatik, perubahan ekspresi PPAR- γ , dan penghambatan glukosidase usus (ResearchGate, 2022). Namun, tinjauan sistematis Cochrane terhadap 10 RCT (577 partisipan) menemukan efek kayu manis terhadap glukosa darah puasa masih inkonklusif, tanpa perbedaan signifikan pada HbA1c, insulin serum, maupun glukosa post-prandial dibanding kontrol (Leach, 2012).

c. Kunyit (*Curcuma longa*): Memutus Rantai Inflamasi–Resistensi Insulin

Berbeda dengan pare, kayu manis, dan brotowali yang bekerja relatif langsung pada reseptor insulin, transporter glukosa, atau enzim pencernaan karbohidrat, kunyit menunjukkan profil mekanisme yang

lebih mendasar, yaitu memutus mata rantai antara inflamasi kronis tingkat rendah (low-grade inflammation) dengan resistensi insulin yang menjadi akar patofisiologi DM tipe 2. Secara molekuler, jaringan adiposa pada kondisi obesitas dan hiperglikemia kronis mengalami infiltrasi makrofag yang memicu aktivasi jalur Nuclear Factor kappa B (NF- κ B) dan c-Jun N-terminal Kinase (JNK), sehingga meningkatkan transkripsi dan sekresi sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α dan IL-6. Kedua sitokin ini secara langsung mengganggu jalur transduksi sinyal insulin melalui fosforilasi serin pada Insulin Receptor Substrate-1 (IRS-1), yang menghambat fosforilasi tirosin normal dan akhirnya menurunkan translokasi GLUT-4 ke membran sel. Kurkumin, senyawa aktif utama dalam kunyit, bekerja dengan menghambat aktivasi NF- κ B pada jaringan adiposa, sehingga mengurangi infiltrasi makrofag dan menekan ekspresi TNF- α serta IL-6 baik pada tingkat transkripsi maupun sekresi protein (Gonzales & Orlando, 2008). Pada model tikus dengan diet tinggi lemak, pemberian kurkumin secara diet terbukti menghambat peningkatan ekspresi NF- κ B di jaringan adiposa dan hepar, memperbaiki sinyal insulin, serta mengurangi perkembangan resistensi insulin dan obesitas. Pada model monosit dan tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin, kurkumin juga terbukti menurunkan kadar IL-6, MCP-1, dan TNF- α dalam darah secara signifikan, sejalan dengan penurunan kadar glukosa darah dan HbA1c (Chiu *et al.*, 2025). Yang membedakan kunyit dari ketiga tanaman lainnya adalah ketersediaan bukti klinis berskala besar dengan desain *randomized controlled trial* (RCT) jangka panjang. Intervensi

kurkumin terbukti memperbaiki fungsi sel beta pankreas, ditunjukkan oleh peningkatan HOMA- β dan penurunan kadar C-peptide. Temuan ini diperkuat oleh studi RCT lanjutan pada 272 pasien obesitas dengan DM tipe 2 yang menerima 1.500 mg/hari kurkumin selama 12 bulan, yang menunjukkan perbaikan signifikan pada fungsi sel beta, indeks HOMA-IR, kadar glukosa darah puasa, dan HbA1c dibandingkan plasebo (Zamanian *et al.*, 2024).

d. Brotowali (*Tinospora crispa*): Mekanisme Ganda Pankreatik dan Hepatik

Brotowali menunjukkan profil farmakologis yang unik karena bekerja pada dua organ target sekaligus, yaitu pankreas (meningkatkan sekresi insulin) dan hepar (menekan glukoneogenesis), suatu kombinasi mekanisme yang relatif jarang ditemukan pada satu tanaman tunggal. Senyawa borapetol B yang diisolasi dari *Tinospora crispa* terbukti meningkatkan sekresi insulin secara *dose-dependent* pada pulau Langerhans terisolasi, baik pada konsentrasi glukosa fisiologis (3,3 mM) maupun tinggi (16,7 mM) (Cavaliere *et al.*, 2023). Senyawa alkaloid isokuinolin pada genus *Tinospora*, termasuk berberin dan palmatin, juga dilaporkan mampu meniru dan merangsang pelepasan insulin pada penelitian *in vitro* dan *in vivo* (Sinan *et al.*, 2024). Selain berberin, golongan diterpenoid khas *Tinospora crispa* seperti borapetosida A dan borapetosida C juga memberikan kontribusi pada efek hepatik ini. Borapetosida A dilaporkan menurunkan glukoneogenesis hepatik, meningkatkan cadangan glikogen hati, serta meningkatkan fosforilasi reseptor insulin (IR), Akt, dan AS160, sekaligus menurunkan ekspresi

PEPCK pada model tikus diabetes tipe 1 (Cavaliere *et al.*, 2023). Borapetosida C, di sisi lain, bekerja dengan meningkatkan utilisasi glukosa pada jaringan perifer sekaligus menekan glukoneogenesis hepatic, sehingga memberikan efek hipoglikemik melalui dua jalur sekaligus (Lam *et al.*, 2012). Mekanisme molekuler dari golongan diterpenoid ini secara umum melibatkan peningkatan translokasi GLUT-4 serta aktivasi jalur PI3K dan AMPK (Amin *et al.*, 2025).

KESIMPULAN

Pemanfaatan tanaman herbal seperti pare (*Momordica charantia*), kayu manis (*Cinnamomum* spp.), kunyit (*Curcuma longa*), dan brotowali (*Tinospora crispa*) memiliki potensi terapeutik yang besar sebagai agen komplementer dalam menurunkan kadar gula darah pada penderita Diabetes Mellitus (DM). Berbeda dengan obat konvensional yang menysasar satu jalur spesifik, bahan alam ini bekerja melalui pendekatan multitarget, seperti mimetik insulin, translokasi GLUT-4, penghambatan enzim karbohidrat hidrolase (-glukosidase), serta pemutusan rantai inflamasi kronis dan proteksi sel -pankreas. Didukung oleh berbagai pengujian ilmiah mulai dari tingkat preklinis hingga uji klinis berskala besar, penggunaan tanaman herbal ini menjadi alternatif pendamping yang strategis untuk membantu perbaikan kontrol glikemik sekaligus meminimalkan efek samping dari konsumsi obat sintesis jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, S., Dienia, W. S., Olivian, N. S., Aeni, S. Q., & Padan, R. N. (2025). *Aktivitas senyawa bioaktif brotowali (Tinospora crispa l .) Sebagai agen antidiabetes : kajian kimia medisinal dan molekuler docking*. 9(20), 2962–2968.

Andi Retno Afifah¹, KSri Wahyu², Sri

Wahyuni Gayatri³, Indah Lestari Daeng Kanang⁴, Rezky Putri Indarwati Abdullah⁵, Andi Farid Abdullah⁶, N. F. S. (2022). *Fakumi medical journal*. 2(3), 224–230.

Azizah, S. A., & Novrianti, I. (2022). *Pharmacotherapy Of Diabetic Mellitus : A Review Review : Farmakoterapi Diabetes Melitus*. 5(2), 80–91.

Bara, L. V., Budau, R., Apahidean, A. I., Bara, C. M., Iancu, C. V., Jude, E. T., Cheregi, G. R., Timar, A. V., Bei, M. F., Osvat, I. M., & Domocos, D. (2025). *Momordica charantia L .: Functional Health Benefits and Uses in the Food Industry*. 1–25.

Cavaliere, G., Cimmino, F., Trinchese, G., Catapano, A., Petrella, L., Angelo, M. D., Lucchin, L., & Mollica, M. P. (2023). *From Obesity-Induced Low-Grade Inflammation to Lipotoxicity and Mitochondrial Dysfunction : Altered Multi-Crosstalk between Adipose Tissue and Metabolically Active Organs*.

Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2018). *Journal of Traditional and Complementary Medicine Herbal beverages : Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review. Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*, 8(4), 451–458. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.006>

Chiu, Y., Chou, W., Ko, M., Liao, J., & Huang, T. (2025). *Curcumin mitigates obesity-driven dysbiosis and liver steatosis while promoting browning and thermogenesis in white adipose tissue of high-fat diet-fed mice. The Journal of Nutritional Biochemistry*, 143, 109920. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2025.109920>

Gonzales, A. M., & Orlando, R. A. (2008). *Nutrition & Metabolism Curcumin and resveratrol inhibit nuclear factor-kappaB-mediated cytokine expression*

- in adipocytes. 13, 1–13. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-5-17>
- Hamzah, D. F. (2018). *No Title*. 168–177.
- Kamilla, L., & Djohan, H. (2020). *JURNAL LABORATORIUM*. 2(1).
- Kemenkes RI. (2026). *AT*. 1–169.
- Liu, Z., Gong, J., Huang, W., Lu, F., & Dong, H. (2021). *The Effect of Momordica charantia in the Treatment of Diabetes Mellitus : A Review*. 2021.
- Ofori-attah, E., & Aning, A. (2025). *Curcumin in the Treatment of Kidney Disease : A Systematic Review with a Focus on Drug Interactions*. 1–22.
- Rahma, J., Munirah, I., Mukhlisatunnafsi, L., Nur, M. D., Harahap, H. S., Studi, P., Dokter, P., Kedokteran, F., Mataram, U., Neurologi, D., Kedokteran, F., & Mataram, U. (2024). *Page 60 of 10*. 8(1), 60–69.
- Review, P. (2013). *A ntidiabetic effects of M omordica charantia (bitter melon) and its medicinal potency*. 3(2), 93–102. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60052-3](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60052-3)
- Silva, M. L., Bernardo, M. A., Singh, J., & Mesquita, M. F. De. (2022). *Cinnamon as a Complementary Therapeutic Approach for Dysglycemia and Dyslipidemia Control in Type 2 Diabetes Mellitus and Its Molecular Mechanism of Action : A Review*.
- Sumiatin⁴, L. E. A. Y. W. T. R. P. T. (2023). *Faktor Risiko Kejadian Diabetes Mellitus (Dm) Pada Remaja Di Smp Negeri 3 Tuban. Dm*, 1–11.
- Wang, R., Yang, K., Liu, X., Zhang, Y., Chen, Y., Wang, N., Yu, L., Liu, S., Hu, Y., & Qin, B. (2025). *The Antidiabetic Mechanisms of Cinnamon Extract : Insights from Network Pharmacology , Gut Microbiota , and Metabolites*. 1–22.
- Yedjou, C. G., Grigsby, J., Mbemi, A., Nelson, D., Mildort, B., Latinwo, L., & Tchounwou, P. B. (2023). *The Management of Diabetes Mellitus Using Medicinal Plants and Vitamins. Dm*.
- Zamanian, M. Y., Alsaab, H. O., Golmohammadi, M., Abid, M. K., Joshi, A., Jafer, N. S., Kianifar, F., & Obakiro, S. B. (2024). *NF- κ B pathway as a molecular target for curcumin in diabetes mellitus treatment : Focusing on oxidative stress and inflammation*. 1–24.