



Potensi Ekstrak Brotowali (*Tinospora crispera*) sebagai Adjuvan Pengendalian Glikemik pada Diabetes Melitus: Tinjauan Pustaka Kualitatif-Deskriptif

Ratih Indah Sari*, Yuvita, Tio Widia Astuti Marpaung, Ika Pratiwi

Politeknik Kesehatan Borneo Citra Medika

DOI:

<https://doi.org/10.47134/phms.v3i2.567>

*Correspondence: Ratih Indah Sari

Email: ratihindahsari95@gmail.com

Received: 22-12-2025

Accepted: 22-01-2026

Published: 22-02-2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara komprehensif potensi ekstrak Brotowali (*Tinospora crispera*) sebagai adjuvan pengendalian glikemik pada diabetes melitus, dengan fokus pada mekanisme farmakologis, efektivitas preklinik, dan relevansi kliniknya. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif melalui studi pustaka yang melibatkan analisis sistematis terhadap artikel ilmiah, laporan penelitian, dan dokumen akademik terpublikasi antara tahun 2015–2024. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur ilmiah yang relevan, sedangkan analisis data dilakukan secara induktif melalui proses identifikasi tema, reduksi data, dan kategorisasi konsep untuk mendapatkan pemahaman holistik terhadap fenomena yang dikaji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Tinospora crispera* memiliki aktivitas antidiabetes yang kuat melalui mekanisme insulinotropik, peningkatan sensitivitas insulin, inhibisi enzim pencernaan karbohidrat, dan aktivitas antioksidan protektif terhadap sel β pankreas. Senyawa aktif seperti borapetoside, tinoscorside, dan β -sitosterol berperan penting dalam modulasi jalur sinyal PI3K/AKT, GLUT4, dan PTPN1. Meskipun bukti preklinik mendukung efektivitasnya, keterbatasan berupa minimnya uji klinik dan variasi metode ekstraksi masih menjadi kendala penerapan klinis. Penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan fitofarmaka berbasis bukti ilmiah dan membuka peluang bagi penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai dosis, keamanan, dan standardisasi formulasi *Tinospora crispera*.

Kata kunci: *Tinospora Crispera*, Brotowali, Diabetes Melitus, Pengendalian Glikemik, Fitofarmaka

Pendahuluan

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu penyakit metabolik kronis dengan prevalensi yang terus meningkat di seluruh dunia. Data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menunjukkan bahwa pada tahun 2021 terdapat lebih dari 537 juta penderita diabetes di seluruh dunia, dan jumlah ini diproyeksikan akan meningkat hingga 783 juta pada tahun 2045. Peningkatan angka kejadian ini tidak hanya membebani sistem kesehatan, tetapi juga menimbulkan dampak ekonomi dan sosial yang signifikan, terutama di negara

berkembang. Kondisi ini mendorong upaya pencarian terapi baru yang lebih efektif dan aman untuk mengendalikan kadar glukosa darah secara optimal.

Salah satu pendekatan yang kini menarik perhatian ilmuwan adalah penggunaan bahan alam sebagai terapi tambahan atau adjuvan dalam pengelolaan diabetes. Brotowali (*Tinospora crispa* L.) telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional Asia Tenggara untuk berbagai penyakit, termasuk demam, gangguan hati, dan diabetes (Ahmad et al, 2016). Berbagai penelitian modern menunjukkan bahwa ekstrak brotowali memiliki aktivitas farmakologis penting seperti antihiperqlikemik, antiinflamasi, dan antioksidan yang relevan dalam konteks pengendalian glikemik (Haque et al, 2022).

Kebutuhan terhadap terapi adjuvan menjadi semakin mendesak karena banyak pasien DM tipe 2 yang tidak mencapai target glikemik meskipun telah menggunakan obat hipoglikemik oral atau insulin. Resistensi insulin, disfungsi sel β , dan efek samping obat sintetis seringkali menjadi hambatan dalam pengelolaan optimal (Thomas et al, 2016). Oleh karena itu, bahan alam seperti *Tinospora crispa* yang menunjukkan efek multi-target menawarkan potensi besar untuk melengkapi terapi konvensional.

Secara farmakologis, *Tinospora crispa* diketahui memiliki kandungan senyawa aktif seperti borapetoside A, B, dan C) (tinoscorside A) (serta β -sitosterol yang bekerja melalui berbagai mekanisme, termasuk stimulasi sekresi insulin, peningkatan sensitivitas insulin, dan penghambatan enzim pencernaan karbohidrat (Hamid et al, 2015) (Zuhri et al, 2022). Pendekatan multi-target ini memberikan dasar ilmiah kuat bagi potensinya sebagai adjuvan pengendali glikemik.

Hasil penelitian preklinik menunjukkan bahwa ekstrak brotowali mampu menurunkan kadar glukosa puasa, memperbaiki toleransi glukosa, serta menurunkan profil lipid pada model hewan diabetes (Firdausa et al, 2020) (Hassani et al, 2016) (Xu et al, 2017) (Yusof et al, 2022). Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa brotowali tidak hanya bekerja pada jalur glukosa, tetapi juga memperbaiki metabolisme lipid yang erat kaitannya dengan sindrom metabolik.

Namun demikian, efektivitas klinis *Tinospora crispa* masih menjadi perdebatan. Beberapa uji klinis menunjukkan hasil yang tidak konsisten dalam penurunan glukosa darah atau HbA1c, sementara beberapa laporan menyoroti potensi hepatotoksisitas yang perlu diwaspadai (Ahmad et al, 2016) (Arifah et al, 2023) (Haque et al, 2022). Dengan demikian, meskipun data preklinik mendukung, bukti klinis yang kuat masih terbatas.

Kesenjangan antara data preklinik yang menjanjikan dan hasil klinik yang bervariasi menunjukkan perlunya pendekatan ilmiah yang lebih sistematis untuk mengevaluasi potensi brotowali sebagai adjuvan pengendalian glikemik. Masalah standardisasi ekstrak, variasi dosis, serta durasi pemberian menjadi faktor penting yang harus diperhatikan (Haque et al, 2022) (Thomas et al, 2016).

Selain itu, adanya perbedaan kandungan fitokimia akibat metode ekstraksi yang beragam turut mempengaruhi hasil uji farmakologis. Misalnya, ekstrak air brotowali lebih dominan pada efek insulinotropik, sedangkan ekstrak etanol menunjukkan aktivitas sebagai penghambat enzim α -glukosidase (Hamid et al, 2015) (Hartini et al, 2022). Hal ini menegaskan pentingnya karakterisasi fitokimia yang komprehensif untuk menjamin konsistensi hasil penelitian.

Dari sisi mekanisme aksi, penelitian terbaru menunjukkan bahwa *Tinospora crispa* dapat meningkatkan fosforilasi reseptor insulin (IR) dan Akt, meningkatkan translokasi GLUT4, serta menekan ekspresi protein yang menghambat sinyal insulin seperti pIRS-1(Ser312) (Zuhri et al, 2022, 2023). Efek ini menunjukkan bahwa brotowali dapat berperan sebagai insulin sensitizer alami yang relevan pada kondisi resistensi insulin.

Selain itu, aktivitas penghambatan enzim α -amilase dan α -glukosidase yang ditunjukkan oleh senyawa borapetoside C dan komponen lain dari brotowali dapat menurunkan glukosa postprandial, menjadikannya analog alami dari obat seperti acarbose (Hamid et al, 2015) (Hartini et al, 2022). Kombinasi efek ini menjadikan *Tinospora crispa* kandidat ideal untuk pendekatan terapi multimodal.

Namun demikian, aspek keamanan tetap menjadi isu krusial. Beberapa laporan toksikologi menunjukkan adanya potensi hepatotoksitas yang bersifat dosis-bergantung, terutama pada penggunaan jangka panjang atau dosis tinggi (Arifah et al, 2023) (Haque et al, 2022) (Thomas et al, 2016). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan ambang batas keamanan dan mekanisme toksisitasnya.

Di sisi lain, dari perspektif etnofarmakologi, brotowali telah digunakan secara turun-temurun di berbagai budaya tanpa efek toksik signifikan pada dosis tradisional. Hal ini membuka peluang untuk mengeksplorasi pendekatan modern berbasis kearifan lokal dengan tetap mempertimbangkan bukti ilmiah (Ahmad et al, 2016).

Urgensi penelitian ini tidak hanya terletak pada potensi terapeutik *Tinospora crispa*, tetapi juga pada kebutuhan mendesak akan terapi komplementer yang aman, terjangkau, dan berbasis bukti untuk diabetes. Integrasi antara pendekatan tradisional dan sains modern dapat memberikan solusi inovatif bagi pengendalian glikemik yang berkelanjutan.

Artikel ini bertujuan untuk meninjau secara kualitatif dan deskriptif potensi ekstrak brotowali sebagai adjuvan dalam pengendalian glikemik pada diabetes melitus. Dengan menganalisis bukti preklinik dan klinik terkini, artikel ini berupaya menyajikan sintesis ilmiah yang komprehensif mengenai mekanisme kerja, efektivitas, serta aspek keamanan *Tinospora crispa*.

Manfaat yang diharapkan dari tinjauan ini adalah memberikan landasan teoretis yang kuat bagi pengembangan penelitian lanjutan serta panduan praktis bagi pemanfaatan brotowali dalam konteks terapi adjuvan diabetes. Dengan demikian, artikel ini berkontribusi terhadap upaya pencarian alternatif terapi yang lebih efektif, aman, dan berbasis bukti ilmiah.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif melalui studi pustaka (*library research*). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam potensi ekstrak *Tinospora crispa* (brotowali) sebagai adjuvan pengendalian glikemik dalam konteks teoretis dan empiris berdasarkan sumber literatur ilmiah yang kredibel. Penelitian kualitatif deskriptif berfokus pada penggambaran fenomena apa adanya tanpa manipulasi variabel, dengan tujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif terhadap konteks dan dinamika objek kajian (Abraham & P, 2024) (Baillie, 2019) (Doyle, 2019). Pendekatan ini relevan karena menekankan keutuhan

makna dan hubungan antara bukti ilmiah yang ditemukan pada berbagai studi terkait pengaruh brotowali terhadap pengendalian glikemik.

Sumber data dalam penelitian ini mencakup artikel ilmiah, buku referensi akademik, laporan penelitian, dan dokumen resmi yang membahas aspek fitokimia, farmakologi, serta toksikologi *Tinospora crispa* dalam konteks diabetes melitus. Sumber-sumber ini diperoleh melalui penelusuran sistematis terhadap basis data ilmiah seperti PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar, serta literatur yang terlampir pada tinjauan pustaka utama. Kriteria inklusi meliputi publikasi ilmiah berbahasa Inggris atau Indonesia yang diterbitkan sejak tahun 2015 hingga 2024, berfokus pada mekanisme aksi, efek farmakologis, dan keamanan ekstrak brotowali. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi publikasi populer non-ilmiah, artikel tanpa DOI, dan laporan yang tidak melalui proses *peer review* (Bandaranayake, 2024) (Granikov, 2020) (Jimenez, 2024).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur dan analisis dokumen ilmiah, dengan mengidentifikasi kata kunci seperti “*Tinospora crispa*”, “brotowali”, “diabetes mellitus”, “glycemic control”, dan “insulin sensitizer”. Proses ini dilakukan secara berulang untuk memastikan kelengkapan dan relevansi sumber data. Setiap literatur yang terpilih dievaluasi berdasarkan kualitas metodologis, orisinalitas temuan, serta kesesuaian dengan fokus penelitian. Pendekatan sistematis ini sejalan dengan prinsip audit trail dalam penelitian kualitatif yang menekankan transparansi dalam setiap tahapan pengumpulan dan analisis data (Bingham, 2023) (Pratt, 2025).

Prosedur analisis data dilakukan melalui empat tahap utama, yaitu: (1) identifikasi tema – dengan menelaah konsep kunci seperti aktivitas antihiperqlikemik, efek insulinotropik, dan potensi toksisitas ((2) reduksi data – menyaring informasi yang relevan dengan tujuan penelitian) ((3) kategorisasi konsep – mengelompokkan hasil temuan berdasarkan mekanisme farmakologis dan efek klinis) (serta (4) penarikan kesimpulan secara induktif untuk menyusun narasi ilmiah yang menggambarkan potensi brotowali sebagai adjuvan pengendali glikemik. Proses ini mengikuti prinsip analisis tematik yang umum digunakan dalam riset kualitatif modern (Belotto, 2018) (Kalpokaite & Radivojevic, 2018) (Vila-Henninger, 2022).

Untuk menjaga validitas dan reliabilitas data, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber dan analisis konseptual sejawat (*peer review*). Triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari berbagai sumber ilmiah dan pendekatan analisis yang berbeda, seperti data *in vitro*, *in vivo*, dan uji klinik. Sementara itu, *peer review* konseptual digunakan untuk memastikan konsistensi interpretasi terhadap literatur yang relevan. Langkah ini penting untuk meningkatkan *trustworthiness* hasil penelitian, sebagaimana disarankan dalam praktik terbaik penelitian kualitatif (Bingham, 2023) (Fife & Gossner, 2024).

Secara keseluruhan, metode kualitatif-deskriptif melalui studi pustaka ini mampu menghasilkan pemahaman mendalam mengenai potensi *Tinospora crispa* dalam pengendalian glikemik berdasarkan bukti ilmiah yang ada. Pendekatan ini tidak hanya menyoroti konsistensi hasil empiris, tetapi juga membuka ruang bagi eksplorasi mekanisme aksi dan implikasi klinis yang lebih luas. Dengan analisis yang sistematis, transparan, dan berbasis sumber akademik terpercaya, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang relevan, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan bagi pengembangan terapi adjuvan diabetes di masa mendatang.

Hasil dan Pembahasan

Hasil kajian pustaka ini menunjukkan bahwa brotowali (*Tinospora crispa*) memiliki potensi signifikan sebagai adjuvan dalam pengendalian glikemik pada diabetes melitus melalui berbagai mekanisme biologis yang saling melengkapi. Secara umum, bukti ilmiah yang dihimpun dari literatur preklinik, analisis fitokimia, dan kajian farmakologi mendukung peran aktif brotowali dalam menurunkan kadar glukosa darah, meningkatkan sensitivitas insulin, serta melindungi sel β pankreas dari stres oksidatif. Namun demikian, uji klinik pada manusia masih sangat terbatas, dan isu terkait hepatotoksisitas menuntut penelitian lanjutan untuk menilai keamanan penggunaannya (Arifah et al, 2023).

1. Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan

Bagian batang brotowali mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, glikosida, diterpenoid (termasuk borapetoside A, B, dan C) (tinoscorside A dan D), serta sterol yang berperan dalam aktivitas antidiabetes dan antioksidan (Pujiyanto et al, 2019) (Roni et al, 2022) (Zuhri et al, 2021, 2022, 2023). Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat batang menunjukkan nilai EC_{50} sebesar 53,6 $\mu\text{g/mL}$, menandakan kemampuan kuat dalam menangkap radikal bebas dan menekan stres oksidatif yang dapat menyebabkan disfungsi sel β serta resistensi insulin (Roni et al, 2022). Kandungan flavonoid tinggi pada ekstrak tersebut mendukung efek protektif terhadap sel pankreas dan perbaikan homeostasis glukosa.

2. Efek Antihiperglikemik In Vivo

Data hewan percobaan menunjukkan efek penurunan glukosa darah yang konsisten pada berbagai model diabetes, sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Efek Penurunan Glukosa Darah yang Konsisten pada Berbagai Model Diabetes

Model Penelitian	Sediaan Ekstrak	Efek Utama	Referensi
Tikus Wistar STZ	Ekstrak etanol batang (450 mg/kgBB, 10 hari)	Meningkatkan kadar insulin serum dan menurunkan glukosa darah	(Ashari, 2021)
Tikus Alloxan	Produk jamu mengandung brotowali (500 mg/kgBB)	Menurunkan kadar glukosa hingga $\pm 75\%$ dan menghambat kenaikan glukosa 18–75%	(Barat, 2019)
Tikus Alloxan (12 minggu)	Ekstrak metanol batang dan daun	Regenerasi sel β dan penurunan glukosa $\pm 75\%$	(Yusof et al, 2022)
Tikus DM kombinasi tanaman	Ekstrak kombinasi <i>T. crispa</i> dan tanaman lain	Peningkatan ekspresi GLUT4 otot dan ambilan glukosa perifer	(Hidayat & Wulandari, 2021)
Studi etnobotani Ambalau	Observasi lapangan	Penggunaan tradisional untuk menurunkan gula darah pada DM tipe 2	((Pangemanan et al, 2023)

Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa brotowali mampu memperbaiki profil glikemik baik melalui peningkatan kadar insulin maupun regenerasi sel β pankreas.

3. Mekanisme Molekuler

Mekanisme kerja brotowali bersifat multi-target, melibatkan efek insulinotropik, peningkatan sensitivitas insulin, serta inhibisi enzim pencernaan karbohidrat.

- a. Insulinotropik dan proteksi sel β : Brotowali meningkatkan kadar insulin plasma melalui aktivasi kanal Ca^{2+} pada sel β pankreas, memperbaiki sekresi fisiologis dan mengurangi apoptosis sel (Arifah et al, 2023) (Ashari, 2021) (Pujiyanto et al, 2019).
- b. Inhibisi α -amilase dan α -glukosidase: Aktivitas inhibisi hingga 95% pada konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$ membuktikan potensi brotowali dalam menekan lonjakan glukosa postprandial (Kusriani et al, 2023) (Pujiyanto et al, 2019).
- c. Insulin sensitizer di jaringan otot: Senyawa aktif seperti tinoscorside A, borapetoside A/B, makisteron C, dan β -sitosterol mengatur ekspresi gen PI3K, PTPN1, PPAR γ , TNF, dan INSR yang berperan dalam resistensi insulin (Zuhri et al, 2021, 2022, 2023). Studi kultur sel otot L6.C11 menunjukkan peningkatan translokasi GLUT4 dan peningkatan glikogen otot melalui penurunan fosforilasi pIRS1(Ser312) (Zuhri et al, 2023).

4. Aktivitas Antioksidan dan Perlindungan Sel

Efek antioksidan dari senyawa flavonoid dan diterpenoid dalam brotowali berkontribusi terhadap penurunan stres oksidatif yang memperburuk disfungsi sel β pankreas. Penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ini berkorelasi positif dengan perbaikan profil glikemik (Arifah et al, 2023) (Ashari, 2021) (Roni et al, 2022). Aktivitas ini juga berpotensi meningkatkan ketahanan jaringan terhadap efek toksik akibat hiperglikemia kronis.

5. Analisis Bibliometrik dan Kesenjangan Penelitian

Kajian bibliometrik terkini mengidentifikasi 24 studi preklinik terkait potensi antidiabetes *T. crispa*, sebagian besar berfokus pada mekanisme fitokimia dan farmakologi (Arifah et al, 2023). Namun, belum terdapat uji klinik terkontrol yang dapat mengonfirmasi efektivitasnya pada manusia. Beberapa laporan kasus hepatotoksitas mengindikasikan pentingnya standarisasi dosis dan penetapan profil keamanan jangka panjang sebelum diaplikasikan dalam pengobatan klinik. Dengan demikian, diperlukan langkah menuju uji klinik bertahap dan farmakovigilans ketat untuk mengoptimalkan manfaat brotowali sebagai terapi adjuvan yang aman dan efektif.

6. Sintesis dan Implikasi

Dari keseluruhan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa *Tinospora crispa* memiliki potensi farmakologis kuat sebagai adjuvan pengendalian glikemik pada diabetes melitus tipe 2, terutama melalui mekanisme stimulasi sekresi insulin, peningkatan sensitivitas insulin, dan penghambatan enzim pencernaan karbohidrat. Meskipun bukti preklinik mendukung penggunaannya, keterbatasan data klinik serta variasi ekstraksi dan dosis menjadi faktor pembatas. Oleh karena itu, upaya standarisasi dan penelitian translasi menjadi prioritas penting sebelum penggunaannya secara luas dapat direkomendasikan.

Hasil penelitian yang dihimpun dari berbagai literatur menunjukkan bahwa *Tinospora crispa* (brotowali) memiliki mekanisme kerja kompleks dan multifaktorial sebagai adjuvan dalam pengendalian glikemik pada diabetes melitus tipe 2. Analisis ini menegaskan bahwa aktivitas antidiabetes tanaman ini tidak bersifat tunggal, melainkan melibatkan interaksi berbagai senyawa aktif yang bekerja secara sinergis untuk memperbaiki homeostasis glukosa melalui jalur insulinotropik, sensitisasi insulin, serta inhibisi enzim pencernaan karbohidrat. Hal ini memperlihatkan relevansi teoritis dengan konsep multi-target pharmacology pada fitoterapi modern, di mana kombinasi fitokonstituen berperan secara paralel terhadap beberapa mekanisme biokimia yang mendasari resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas (Zuhri et al, 2022, 2023).

Secara fitokimia, senyawa dominan seperti borapetoside A/B/C, tinoscorside A, β -sitosterol, dan makisteron C terbukti memiliki aktivitas biologis yang memengaruhi ekspresi gen dan protein kunci seperti PI3K, PTPN1, PPAR γ , dan INSR (Zuhri et al, 2021). Hasil penelitian molekuler memperkuat teori bahwa *Tinospora crispa* dapat berfungsi sebagai insulin sensitizer alami, serupa dengan mekanisme kerja obat thiazolidinedione namun dengan risiko toksisitas yang lebih rendah. Aktivitas ini menegaskan kontribusi ilmiah brotowali dalam memperkaya khazanah farmakoterapi herbal modern dan memberikan dasar ilmiah terhadap penggunaan tradisionalnya sebagai penurun gula darah (Hidayat & Wulandari, 2021) (Pangemanan et al, 2023).

Dari perspektif biomedis, aktivitas insulinotropik yang diamati pada ekstrak etanol batang brotowali menunjukkan peningkatan kadar insulin serum secara signifikan, sebagaimana dibuktikan pada tikus yang diinduksi streptozotisin (Ashari, 2021). Mekanisme ini diperkirakan melibatkan stimulasi kanal kalsium (Ca^{2+}) sel β pankreas yang berperan dalam sekresi insulin (Pujiyanto et al, 2019). Secara fisiologis, peningkatan kadar insulin tersebut berkontribusi terhadap perbaikan ambilan glukosa perifer dan pengaturan glikogen hepatic. Hal ini sesuai dengan teori insulin feedback mechanism yang menekankan peran homeostasis hormonal dalam menjaga kadar glukosa darah tetap stabil.

Selain efek endokrin, Brotowali juga menunjukkan kemampuan menghambat enzim pencernaan karbohidrat seperti α -amilase dan α -glukosidase. Aktivitas ini relevan dengan prinsip terapi farmakologis yang menargetkan pengendalian glukosa postprandial. Menariknya, tingkat inhibisi α -amilase mencapai 95% pada konsentrasi 1000 $\mu\text{g/mL}$ (Pujiyanto et al, 2019), yang secara teoretis dapat disetarakan dengan efektivitas obat komersial seperti acarbose. Mekanisme ini menunjukkan sinergi antara peran enzimatik dan metabolik dalam menurunkan beban glukosa pascakonsumsi makanan tinggi karbohidrat (Kusriani et al, 2023).

Namun, efektivitas biokimia ini tidak terlepas dari kontribusi aktivitas antioksidan senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak brotowali. Hasil penelitian Roni dkk. (2022) menunjukkan bahwa kandungan flavonoid tinggi pada ekstrak etil asetat batang brotowali mampu menghambat stres oksidatif yang menjadi salah satu penyebab utama resistensi insulin dan apoptosis sel β pankreas. Secara teoritis, antioksidan berperan penting dalam mempertahankan stabilitas redoks seluler dan mencegah disfungsi mitokondria yang berujung pada penurunan sekresi insulin. Oleh karena itu, fungsi antioksidan dalam brotowali dapat dipandang sebagai faktor pendukung utama dalam mekanisme pengendalian glikemik holistik.

Walaupun temuan ini sangat menjanjikan, hasil analisis bibliometrik oleh Arifah dkk. (2023) mengungkapkan bahwa dari 24 studi preklinik yang tersedia, sebagian besar masih berada pada tahap *in vitro* dan *in vivo*, dengan hanya sedikit studi yang melibatkan uji klinis manusia. Kekosongan bukti klinik ini menjadi keterbatasan utama yang menunda penerapan luas brotowali sebagai adjuvan pengendalian diabetes. Selain itu, laporan toksisitas hepatobilier terkait penggunaan jangka panjang menyoroti perlunya standarisasi ekstrak dan farmakovigilans yang ketat sebelum penggunaan terapeutik (Arifah et al, 2023).

Keterbatasan lain yang ditemukan adalah variabilitas hasil antar studi yang dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi, dosis, bagian tanaman yang digunakan (batang, daun, atau kombinasi), serta spesies hewan model. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi bioavailabilitas senyawa aktif dan efektivitas biologisnya. Sebagai contoh, Yusuf dkk. (2022) menunjukkan bahwa ekstrak daun dosis rendah memberikan regenerasi sel β lebih signifikan dibandingkan ekstrak batang, menandakan bahwa aktivitas terapeutik mungkin bergantung pada komposisi metabolit spesifik yang dihasilkan oleh bagian tanaman berbeda.

Implikasi dari temuan ini sangat luas dalam konteks pengembangan fitofarmaka berbasis bukti ilmiah. Brotowali berpotensi dikembangkan sebagai suplemen adjuvan bagi terapi standar seperti metformin atau insulin, terutama bagi pasien diabetes melitus tipe 2 yang mengalami resistensi insulin. Namun, agar efektivitas dan keamanan dapat dijamin, diperlukan penelitian lanjutan berupa uji klinik bertahap dengan desain acak dan kontrol placebo untuk menentukan dosis terapeutik optimal, serta mengidentifikasi biomarker farmakodinamik yang dapat digunakan untuk memantau respons terapi.

Dari segi kontribusi ilmiah, studi ini memperkuat posisi *Tinospora crispa* sebagai tanaman obat potensial dengan mekanisme multi-target, sekaligus menyoroti pentingnya pendekatan fitofarmakologi integratif yang menggabungkan analisis molekuler, metabolomik, dan bioinformatika untuk memahami keseluruhan efeknya terhadap sistem metabolik manusia. Integrasi ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara bukti preklinik dan penerapan klinik, serta membuka peluang kolaborasi lintas disiplin dalam bidang etnofarmasi, bioteknologi, dan kedokteran translasi.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis kualitatif-deskriptif terhadap berbagai literatur, dapat disimpulkan bahwa ***Tinospora crispa*** (brotowali) memiliki potensi kuat sebagai adjuvan dalam pengendalian glikemik pada diabetes melitus tipe 2 melalui mekanisme multi-target yang mencakup efek insulinotropik, peningkatan sensitivitas insulin, inhibisi enzim pencernaan karbohidrat, serta aktivitas antioksidan yang melindungi sel β pankreas. Temuan ini memperkaya pemahaman teoretis mengenai pendekatan fitofarmakologi berbasis bukti dan mendukung teori bahwa kombinasi senyawa bioaktif tanaman obat dapat bekerja sinergis dalam memperbaiki homeostasis glukosa. Secara akademik, hasil ini memperluas wacana ilmiah tentang integrasi antara pengobatan tradisional dan biomedis modern, sementara secara sosial-budaya memperkuat nilai kearifan lokal dalam pemanfaatan tanaman herbal sebagai terapi komplementer yang berkelanjutan. Namun, keterbatasan seperti minimnya uji klinik pada manusia, variasi metode ekstraksi, dan belum adanya standarisasi dosis aman masih menjadi tantangan yang perlu dijawab melalui

penelitian lanjutan. Oleh karena itu, disarankan agar praktisi kesehatan dan peneliti di bidang farmasi serta teknologi laboratorium medis mulai mempertimbangkan **Tinospora crispa** sebagai fitoterapi adjuvan dalam pengelolaan diabetes dengan memperhatikan standardisasi ekstrak, dosis, dan keamanan jangka panjang. Pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan secara multidisipliner melalui studi *in vitro*, *in vivo*, dan uji klinik terkontrol, disertai penerapan triangulasi data dan analisis metabolomik untuk memperkuat validitas hasil. Pemerintah dan lembaga kesehatan juga diharapkan mendukung riset berbasis bahan alam melalui kebijakan yang memfasilitasi pengembangan fitofarmaka nasional berbasis kearifan lokal. Ke depan, penelitian perlu menyoroti interaksi brotowali dengan terapi konvensional serta dampaknya terhadap kualitas hidup pasien agar dapat diintegrasikan secara optimal ke dalam praktik klinis dan mendorong pengembangan pengobatan komplementer yang berbasis bukti ilmiah dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Abraham, D. P. P. (2024). A Methodological Framework for Descriptive Phenomenological Research. *Western Journal of Nursing Research*, 47, 125–134. <https://doi.org/10.1177/01939459241308071>
- Ahmad, W., Jantan, I., & Bukhari, S. (2016). *Tinospora crispa* (L.) Hook. F. & Thomson: A Review of Its Ethnobotanical, Phytochemical, and Pharmacological Aspects. *Frontiers in Pharmacology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00059>
- Arifah, F., Nugroho, A., Rohman, A., & Sujarwo, W. (2023). A bibliometric approach to preclinical studies of *Tinospora crispa* (L.) Hook. F. & Thomson as an antidiabetic. *Indonesian Journal of Pharmacy*. <https://doi.org/10.22146/ijp.4963>
- Ashari, A. (2021). Peningkatan kadar insulin tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) jantan yang diinduksi streptozotosin akibat pemberian ekstrak etanol batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.). *INPHARMED Journal (Indonesian Pharmacy and Natural Medicine Journal)*. <https://doi.org/10.21927/inpharmed.v5i1.1653>
- Baillie, J. (2019). Commentary: An overview of the qualitative descriptive design within nursing research. *Journal of Research in Nursing*, 25, 458–459. <https://doi.org/10.1177/1744987119881056>
- Bandaranayake, P. (2024). Application of Grounded Theory Methodology in Library and Information Science Research: An Overview. *Sri Lanka Library Review*. <https://doi.org/10.4038/sllr.v38i2.70>
- Barat, J. (2019). Uji aktivitas antidiabetes produk obat herbal yang mengandung ekstrak Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers ex Hoff.f & Thoms.). [*Journal Unspecified*].
- Belotto, M. (2018). Data Analysis Methods for Qualitative Research: Managing the Challenges of Coding, Interrater Reliability, and Thematic Analysis. *The Qualitative Report*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2018.3492>
- Bingham, A. (2023). From Data Management to Actionable Findings: A Five-Phase Process of Qualitative Data Analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 22. <https://doi.org/10.1177/16094069231183620>
- Doyle, L. M. C., Keogh, B., Brady, A., McCann, M. (2019). An overview of the qualitative descriptive design within nursing research. *Journal of Research in Nursing*, 25, 443–455. <https://doi.org/10.1177/1744987119880234>

- Fife, S., & Gossner, J. (2024). Deductive Qualitative Analysis: Evaluating, Expanding, and Refining Theory. *International Journal of Qualitative Methods*, 23. <https://doi.org/10.1177/16094069241244856>
- Firdausa, S., Cho, M., Maung, K., Aung, N., Kuzaifah, N., & Suryawati, S. (2020). The blood glucose lowering effect of Malaysian *Tinospora crispa* in rats. *Journal of Nutrition*, 20. <https://doi.org/10.24815/jn.v20i1.15907>
- Granikov, V. and H., Q. and Crist, E. and Pluye, P. (2020). Mixed methods research in library and information science: A methodological review. *Library & Information Science Research*. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2020.101003>
- Hamid, H., Yusoff, M., Liu, M., & Karim, M. (2015). α -Glucosidase and α -amylase inhibitory constituents of *Tinospora crispa*. *Journal of Functional Foods*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.011>
- Haque, E., Bari, M., Khandokar, L., Anjum, J., Jantan, I., Seidel, V., & Haque, M. (2022). An updated and comprehensive review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological activity and toxicological profile of *Tinospora crispa* (L.) Hook. F. & Thomson. *Phytochemistry Reviews*, 22. <https://doi.org/10.1007/s11101-022-09843-y>
- Hartini, Y., Setyaningsih, D., Chrismaurin, F., & Delfia, F. (2022). Brotowali (*Tinospora crispa* L.) stem extract activity as an α -Amylase enzyme inhibitor. *Pharmacy Education*. <https://doi.org/10.46542/pe.2022.222.275277>
- Hassani, M., Ahmad, A., Asmawi, M., & Mahmudi, R. (2016). Preliminary investigation of normoglycemic, antihyperglycemic and dyslipidemic activities of different extracts of *Tinospora crispa* on diabetic rat. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 73(1), 129–134.
- Hidayat, R., & Wulandari, P. (2021). Potential combination of *Tinospora crispa*, *Andrographis paniculata*, *Cinamomum burmanii*, *Syzygium polyanthum* and *Momordica charantia* extracts against intake of glucose in muscle rats-induced diabetes mellitus. *EHI Journal*, 2, 68–72. <https://doi.org/10.37275/ehi.v2i1.14>
- Jimenez, S. B. J. & De La Torre, R. (2024). How do university libraries contribute to the research process? *The Journal of Academic Librarianship*. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102930>
- Kalpokaite, N., & Radivojevic, I. (2018). Demystifying Qualitative Data Analysis for Novice Qualitative Researchers. *The Qualitative Report*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2019.4120>
- Kusriani, H., Susilawati, E., Nurafipah, L., & N., N. (2023). Antidiabetic activity of combination of Binahong (*Anredera cordifolia* Ten. Steenis), Cherry (*Muntingia calabura* L.) and Brotowali (*Tinospora crispa* L.) extracts. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 15, 75–80. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_917_21
- Pangemanan, V., Ukratalo, A., Loilatu, M., Ichsan, M., Pattimura, N., & Manery, D. (2023). Kearifan lokal dalam pemanfaatan tumbuhan untuk mengatasi penyakit diabetes mellitus oleh pengobat tradisional di Kecamatan Ambalau Kabupaten Buru Selatan. *Pasapua Health Journal*. <https://doi.org/10.62412/phj.v5i2.97>
- Pratt, M. (2025). On the Evolution of Qualitative Methods in Organizational Research. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-111722-032953>

- Pujiyanto, S., Wijanarka, W., Raharjo, B., & Anggraeni, V. (2019). Aktivitas inhibitor α -amilase ekstrak etanol tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* L.). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. <https://doi.org/10.14710/bioma.21.2.91-99>
- Roni, A., Kurnia, D., & Hafsyah, N. (2022). Penetapan kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan pada ekstrak batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) dengan metode CUPRAC. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. <https://doi.org/10.36387/jiis.v7i1.856>
- Thomas, A., Rajesh, E., & Kumar, D. (2016). The Significance of *Tinospora crispa* in Treatment of Diabetes Mellitus. *Phytotherapy Research*, 30, 357–366. <https://doi.org/10.1002/ptr.5559>
- Vila-Henninger, L. D. C., Van Ingelgom, V., Caprioli, M., Teuber, F., Pannetreau, D., Bussi, M., Gall, C. (2022). Abductive coding: Theory building and qualitative (re)analysis. *Sociological Methods & Research*, 53, 968–1001. <https://doi.org/10.1177/004912412111067508>
- Xu, Y., Niu, Y., Gao, Y., Wang, F., Qin, W., Lu, Y., Hu, J., Peng, L., Liu, J., & Xiong, W. (2017). Borapetoside E, a clerodane diterpenoid extracted from *Tinospora crispa*, improves hyperglycemia and hyperlipidemia in high-fat diet-induced type 2 diabetes mice. *Journal of Natural Products*, 80, 2319–2327. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.7b00365>
- Yusof, N., Goh, M., & Ahmad, N. (2022). Evaluation of the antidiabetic, islet protective and beta-cell regenerative effects of *Tinospora crispa* (L.). *Natural Product Sciences*, 28, 105–112. <https://doi.org/10.20307/nps.2022.28.3.105>
- Zuhri, U., Purwaningsih, E., Fadilah, F., & Yuliana, N. (2021). Network pharmacology integrated molecular docking based prediction of active compounds and potential targets in *Tinospora crispa* Linn. As insulin sensitizer. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2021.05.05.442728>
- Zuhri, U., Purwaningsih, E., Fadilah, F., & Yuliana, N. (2022). Network pharmacology integrated molecular dynamics reveals the bioactive compounds and potential targets of *Tinospora crispa* Linn. As insulin sensitizer. *PLoS ONE*, 17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251837>
- Zuhri, U., Yuliana, N., Fadilah, F., Erlina, L., Purwaningsih, E., & Khatib, A. (2023). Exploration of the main active metabolites from *Tinospora crispa* (L.) Hook. f. & Thomson stem as insulin sensitizer in L6.C11 skeletal muscle cell by integrating in vitro, metabolomics, and molecular docking. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.09.01.555830>