

## Review Artikel

# Potensi dan Efektivitas Farmakologi Ekstrak Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Suplemen Antidiabetes: A Systematic Review

Anak Agung Made Ari Suryawati<sup>1\*</sup>, I Wayan Martadi Santika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, madeari1998@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, martadisantika@unud.ac.id

\*Penulis Korespondensi

**Abstrak**– Diabetes melitus (DM) merupakan gangguan metabolisme kronis pada tubuh yang ditandai dengan terjadinya peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) yang disebabkan adanya defisiensi produksi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas. Saat ini, terapi pengobatan suplementasi herbal mulai diperlukan sebagai alternatif pengobatan diabetes serta untuk memaksimalkan pengembangan potensi tanaman obat di Indonesia. Tanaman yang memiliki aktivitas antidiabetes contohnya adalah kembang telang (*Clitoria ternatea* L.). Penyusunan artikel ini bertujuan untuk mengetahui metabolit sekunder yang berperan dalam aktivitas antidiabetes serta potensinya sebagai suplemen herbal dalam penurunan kadar gula darah. Penelusuran literatur secara komprehensif dilakukan melalui *database* elektronik seperti PubMed, Science Direct, dan Google Scholar dengan menggunakan operator Boolean dan kata kunci spesifik, yaitu “*Clitoria ternatea antidiabetic*” dan “*Clitoria ternatea antihyperglycemic*”. Berdasarkan hasil penelusuran, diperoleh total 3117 artikel dan dipilih 14 artikel yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Artikel-artikel yang relevan ini dikaji lebih lanjut lalu disajikan dalam bentuk *review* sistematis. Secara *in vitro*, diperoleh hasil bahwa ekstrak kembang telang mengandung senyawa polifenol yang dapat berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase inhibitor yang dapat menghambat kerja enzim  $\alpha$ -amilase sehingga kadar gula darah akan terkontrol. Kemudian, secara *in vivo* diperoleh hasil bahwa ekstrak kembang telang mampu menurunkan kadar glukosa hewan uji dengan persentase penurunan sebesar 61% dengan efektivitas yang sebanding dengan penggunaan obat-obatan antidiabetes oral seperti metformin dan glibenklamid. Dengan demikian, disimpulkan bahwa ekstrak kembang telang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan aktif pada suplemen antidiabetes karena memiliki kandungan senyawa flavonoid dan antosianin dengan aktivitas farmakologi yang teruji baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

**Kata Kunci**– Antidiabetes, *Clitoria ternatea* L., Diabetes melitus, Ekstrak, Suplemen

## 1. PENDAHULUAN

Data International Diabetes Federation (IDF) menunjukkan bahwa saat ini Indonesia menempati peringkat ke-7 dengan jumlah penderita diabetes melitus (DM) sebanyak 10,7 juta orang. Kenaikan jumlah pasien DM diprediksi akan terjadi secara signifikan mencapai angka 13,7 juta pada tahun 2030 [1]. Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit menahun yang disebabkan oleh adanya gangguan metabolisme kronis pada tubuh akibat kelainan sekresi insulin [2]. Penderita DM umumnya akan mengalami gangguan pada metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein. Gangguan metabolisme ini diakibatkan karena insufisiensi fungsi insulin pada tubuh

yang dapat dipicu oleh dua faktor yakni adanya defisiensi produksi insulin oleh sel-sel  $\beta$  pankreas ataupun karena kurang responsifnya sel-sel tubuh terhadap insulin. Diabetes melitus umumnya ditandai dengan terjadinya peningkatan kadar gula darah dalam tubuh [3].

Diabetes melitus dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelompok, yakni diabetes melitus tipe 1 (DMT1), diabetes melitus tipe 2 (DMT2), diabetes gestasional, dan diabetes spesifik lain [4]. DMT1 dapat disebabkan karena adanya destruksi sel  $\beta$  pankreas sehingga terjadi kondisi defisiensi insulin yang absolut. Selanjutnya, DMT2 merupakan diabetes yang disebabkan karena kurangnya respons tubuh terhadap insulin atau yang umumnya disebut juga dengan kondisi resistensi insulin. Pada kondisi ini biasanya insulin dalam tubuh tidak dapat bekerja secara maksimal. Berikutnya, diabetes gestasional yang merupakan diabetes yang terjadi pada masa kehamilan dengan faktor penyebab berupa terhambatnya kinerja insulin akibat hormon-hormon yang disekresi oleh plasenta. Kemudian, diabetes spesifik lain adalah diabetes yang berhubungan dengan kelainan genetik terutama pada sel  $\beta$  pankreas. Tipe diabetes ini juga dapat disebabkan karena adanya penyakit pada pankreas, gangguan hormonal, penyakit lainnya ataupun pengaruh penggunaan obat-obatan seperti glukokortikoid, pengobatan HIV/Aids, antipsikotik, dan atipikal [5].

Penegakan diagnosis DM dapat dilakukan melalui 4 jenis pemeriksaan, yakni pemeriksaan glukosa plasma saat puasa, pemeriksaan toleransi yakni glukosa plasma setelah 2 jam pemberian glukosa oral 75 gram, pemeriksaan HbA1C, serta pemeriksaan glukosa darah acak. Adapun nilai normal dari masing-masing pemeriksaan tersebut adalah kadar glukosa plasma saat puasa  $< 7,0$  mmol/L (126 mg/dL), tes toleransi glukosa oral 75 gram  $< 11,1$  mmol/L (200 mg/dL), HbA1C  $< 6,5\%$  (48 mmol/mol), dan glukosa darah acak  $< 11,1$  mmol/L (200 mg/dL) [6]. Apabila seorang individu memiliki hasil pemeriksaan dengan nilai di atas normal dan disertai dengan tanda dan gejala maka dapat dianggap bahwa individu tersebut mengalami kondisi diabetes. Pada penderita DM umumnya kadar glukosa darah akan sangat tinggi yang mana kondisi ini umum disebut sebagai hiperglikemia. Pasien-pasien dengan kondisi hiperglikemia kronis dapat mengalami gangguan metabolisme lainnya sehingga berbagai sistem organ tubuh menjadi tidak seimbang yang kemudian dapat berdampak menjadi sebuah komplikasi penyakit yang serius. Komplikasi yang dapat terjadi meliputi komplikasi makrovaskular dan mikrovaskular. Komplikasi makrovaskular umumnya akan terjadi pada organ jantung, otak, dan pembuluh darah, sedangkan komplikasi mikrovaskular akan menyebabkan penyakit-penyakit seperti neuropati motorik, neuropati sensorik, neuropati otonom, retinopati, dan nefropati. Adanya kemungkinan terjadinya komplikasi pada penderita diabetes melitus ini tentunya perlu diberikan perhatian khusus terutamanya di Indonesia. Diabetes melitus dapat menjadi salah satu masalah kesehatan utama di negeri ini sehingga perlu penanganan dan terapi yang tepat untuk penderitanya [7].

Penderita diabetes melitus meningkat setiap tahun. Namun, pengobatan untuk kondisi ini seringkali mahal dan terkadang tidak tersedia [8]. Oleh karena itu, pendekatan alternatif untuk pengobatan diabetes melitus sangat diperlukan. Memanfaatkan potensi tanaman herbal Indonesia adalah salah satu pendekatan yang dapat diterapkan. Pengobatan herbal mulai populer di seluruh dunia baru-baru ini [9]. Tujuan penggunaan bahan alami adalah untuk menjadi lebih aman

karena tidak memiliki efek samping, lebih mudah mendapatkan bahan, dan lebih ramah lingkungan. Telah banyak penelitian yang fokus pada suplemen herbal yang dapat melindungi dan mencegah penyakit melalui senyawa nutrasetikalnya, memberikan manfaat tambahan fisiologis, dan meningkatkan kesehatan. Telah banyak dilaporkan juga bahwa suplemen herbal menjadi semakin populer karena keefektifan dan efek samping yang rendah yang sebelumnya telah dibuktikan melalui penelitian secara *in vitro* dan *in vivo* [10].

Tanaman yang memiliki aktivitas sebagai antidiabetes salah satunya adalah kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) yang termasuk dalam famili Fabaceae [11]. Kembang telang sudah banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional dalam penyembuhan penyakit sehingga tanaman ini termasuk dalam daftar tanaman obat keluarga (TOGA). Terdapat beberapa penelitian yang telah membuktikan bahwa kembang telang memiliki khasiat sebagai antidiabetes. Hal ini disinyalir karena kembang telang mengandung senyawa antosianin yang berpotensi sebagai antioksidan. Antosianin adalah subkelas dari flavonoid yang larut dalam air yang bertanggung jawab atas warna merah, ungu dan biru pada kembang telang [12]. Potensi besar kandungan kimia ekstrak kembang telang sebagai agen antidiabetes diharapkan dapat menjadi suplemen alami dalam pengobatan pasien diabetes yang dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas akibat diabetes. Namun hingga saat ini data khasiat kembang telang sebagai antidiabetes masih terbatas, sehingga penting untuk mengumpulkan penelitian yang berkaitan dengan kandungan fitokimia dan hasil uji aktivitas antidiabetes dari ekstrak kembang telang.

## 2. METODE

### Pencarian Literatur

Pendekatan pencarian literatur untuk kajian sistematis dilakukan menggunakan panduan *flow diagram Preferred Reporting Items for Systematic Reviews & Meta-Analysis* (PRISMA) [13][14]. Pencarian literatur dalam kajian sistematis ini ditujukan untuk menemukan artikel yang relevan terkait potensi kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) dalam kemampuannya untuk terapi diabetes. Pencarian literatur dalam kajian sistematis dilakukan secara komprehensif dengan menggunakan *search engine* seperti PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Selain itu, dalam pencarian literatur digunakan pula Operator Boolean. Kata kunci yang digunakan yakni (1) *Clitoria ternatea* L. AND (2) *antidiabetic* OR *antihyperglycemic*.

### Kriteria Inklusi

Artikel yang digunakan adalah artikel berbahasa Indonesia dan/atau Inggris baik berasal dari sumber nasional maupun internasional dengan rentang waktu publikasi yakni 10 tahun terakhir. Artikel yang dipilih harus memuat potensi antidiabetes, komponen kimia dan mekanisme kerja dari *Clitoria ternatea* L. berdasarkan penelitian secara *in vivo* dan *in vitro*.

### Kriteria Eksklusi

Artikel yang tidak digunakan dalam kajian sistematis adalah artikel berbentuk prosiding, disertasi, *review article* serta artikel-artikel dengan judul, abstrak, dan kata kunci yang tidak memenuhi kriteria inklusi.

## Seleksi Studi

Artikel lengkap dari artikel relevan yang diterbitkan akan ditinjau lebih lanjut. Selanjutnya, artikel-artikel yang terpilih akan disusun menggunakan perangkat lunak Mendeley.

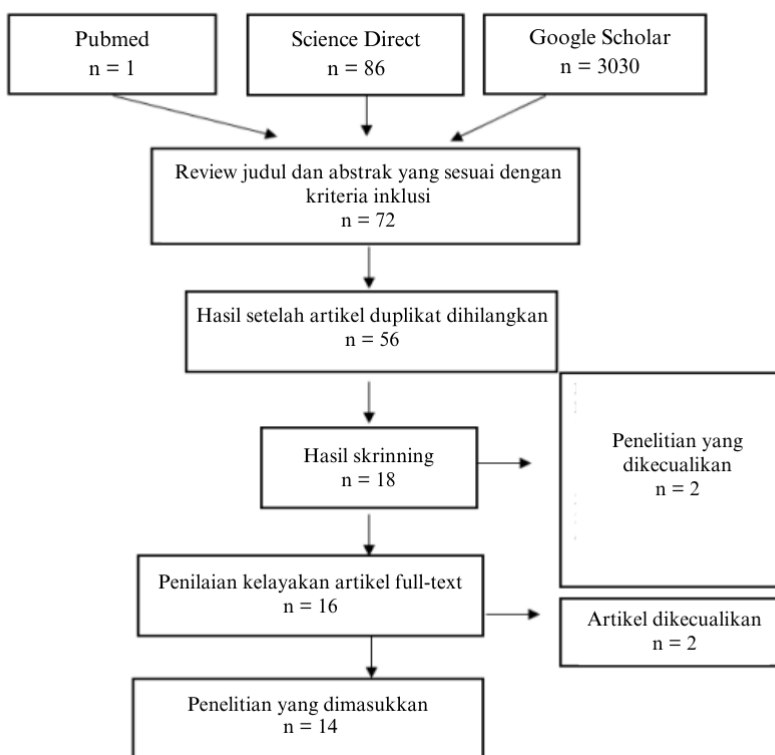
## Ekstraksi dan Pengelolaan Data

Artikel yang memenuhi kriteria inklusi akan dianalisis dan dikumpulkan datanya meliputi bagian tanaman yang digunakan, jenis ekstrak pengujian, senyawa fitokimia yang terdeteksi, prediksi senyawa bioaktif, jenis penelitian, dosis, serta mekanisme kerja dan aktivitas antidiabetes dari *Clitoria ternatea* L.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelusuran Literatur

Sebanyak 3117 artikel diperoleh dari penelusuran pustaka pada *database* elektronik seperti PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Namun, hanya 18 artikel yang lolos setelah skринning file duplikat, judul, dan abstrak. Selanjutnya, 18 artikel dikaji lebih lanjut dan hanya digunakan 14 artikel yang telah disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang diinginkan. Tabel 1 menunjukkan diagram alur proses penelusuran literatur berdasarkan pedoman PRISMA. Gambar 1 menunjukkan karakteristik komponen kimia *Clitoria ternatea* L., aktivitas antidiabetes, dan mekanisme kerjanya.



Gambar 1. Diagram Alir Hasil Penelusuran Literatur

Tabel 1. Kajian karakteristik komponen kimia, aktivitas antidiabetes dan mekanisme kerja dari *Clitoria ternatea* L.

Bagian	Jenis Ekstrak	Senyawa Fitokimia Terdeteksi	Prediksi Senyawa Bioaktif	Jenis Uji	Dosis	Mekanisme Kerja	Ref.
Bunga	Ekstrak etanol 96%	-	Polifenol	In Vivo	150 mg/kg BB selama 21 hari	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meningkatkan penyerapan glukosa pada jaringan perifer.</li> <li>- Mengatur aktivitas enzim heksokinase yang berkaitan dengan metabolisme karbohidrat.</li> </ul>	[15]
Bunga	Fraksi n-heksana, Fraksi etil asetat, dan Fraksi air	-	Steroid, saponin, tanin, flavonoid, dan alkaloid	In Vivo	400 mg/Kg BB selama 14 hari	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meningkatkan penyerapan glukosa dan berperan sebagai insulin sensitizer.</li> <li>- Menghambat transport glukosa dalam saluran cerna serta merangsang sekresi insulin pada sel <math>\beta</math> pankreas.</li> <li>- Meningkatkan glikogenesis.</li> <li>- Memproteksi dan meregenerasi sel <math>\beta</math> pankreas yang rusak dan meningkatkan sensitivitas insulin.</li> </ul>	[16]
Bunga	Ekstrak etanol 70%	Asam 2-hidroksisinamat	Antosianin dan	In Vivo	200, 400, 800	-Menurunkan	[17]

		inositol, katekin 7-O- $\beta$ -glukosida, delphinidin-3-O-(6-O-p-coumaroyl) asam glukosida-piruvat	flavonoid		mg/Kg BB selama 28 hari	kadar MDA, ekspresi glikogen dan GSK-3 $\beta$ . –Mengurangi sitokin IL-6 dan IL-18 . –Meningkatkan kadar insulin serum, serum CAT, SOD.	
Bunga	Ekstrak etanol 96%	Alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan steroid	Alkaloid, flavonoid, saponin, dan steroid	In Vivo	250, 500, 1000 mg/Kg BB selama 28 hari	–Merangsang peningkatan sekresi insulin dari sel $\beta$ -pankreas. –Menurunkan kadar glukosa serum. –Meningkatkan berat badan tikus.	[18]
Bunga	Ekstrak etanol 96%	Flavonoid, steroid, terpenoid, saponin, dan tanin	Alkaloid, flavonoid, antosianin, saponin, dan steroid	In Vivo	200 mg/Kg BB selama 7 hari	–Meningkatkan transpor glukosa dalam darah. –Menghambat penyerapan glukosa di usus. –Meningkatkan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase inhibitor.	[19]
Bunga	Ekstrak metanol	-	Flavonoid dan polifenol	In Vitro	0,25-1 mg/mL	–Meningkatkan aktivitas enzim $\alpha$ -glukosidase inhibitor.	[20]
Bunga	Ekstrak air	-	Flavonoid	In Vitro	1 mg/mL	–Menghambat AGEs turunan MG perantara dikarbonil untuk kawin	[21]

						dan mencegah oksidasi protein	
Daun	Ekstrak etanol	Flavonoid, glikosida, fenol, steroid, tanin, dan triterpenoid	Flavonoid, total fenol, tanin, glikosida, dan alkaloid	In Vivo	200, 400 mg/Kg BB selama 28 hari	-Mereduksi stres oksidatif sel $\beta$ pankreas.	[22]
Daun	Ekstrak metanol, Ekstrak air, Ekstrak kloroform, Ekstrak petroleum eter	-	-	In Vivo	200, 400 mgKg BB	-Meningkatkan sekresi insulin pankreas dari sel $\beta$ pankreas.	[23]
Bunga	Fraksi metanol 95%, Fraksi $\text{CHCl}_3$ , Fraksi etil asetat	Fraksi kloroform : - <i>Cephalotaxine, 3- deoxy, 3, 11- epoxy</i> - 9, 12- <i>octadecadienoic acid [z, z], 2- hydroxy- 1- [hydroxy methyl] ethyl ester</i> - <i>Hexa decanoic acid, 1- [hydroxymethyl] - 1, 2 - ethanediyl ester</i> - 9- <i>octadecanoic acid [z]-2- hydroxy1- [hydroxy methyl] ethyl ester</i> Fraksi etil asetat : - <i>Dodecanoic acid, 10- methyl- methyl ester</i> - 10-	-	In Vivo	300 mg/Kg BB selama 12 hari	- Menstimulasi sekresi insulin dari sel beta pankreas.	[24]

		<i>octadecanoic acid, methyl ester</i>					
		– <i>Cyclopropane butanoic acid, 2- [[2-[[2-[[2-pentyl cyclopropyl] methyl] cyclopropyl] methyl] cyclopropyl] methyl]- methyl ester</i>					
		– <i>1, 2-15, 16-Diepoxy hexadecane</i>					
Bunga	Ekstrak Air	Polifenol, flavonoid, dan antosianin	Polifenol, flavonoid, dan antosianin	In Vitro	-	–Mencegah glikasi protein yang diinduksi fruktosa dan kerusakan protein yang bergantung pada oksidasi.	[25]
Daun dan Bunga	Ekstrak etanol 99%	Alkaloid, flavonoid, glikosida, fenol, saponin, terpenoid, dan tanin	-	In Vitro	10, 20, 30, 40, 50 µg/mL	– Menghambat glikosilasi haemoglobin. – Mengaktifkan enzim $\alpha$ -amilase inhibitor.	[26]
Daun	Ekstrak etanol 95%	Alkaloid, glikosida, steroid, flavonoid, dan antosianin	Flavonoid, antosianin, dan alkaloid	In Vivo	200, 400 mg/Kg BB selama 6 jam	– Melindungi kerusakan organ akibat stres oksidatif.	[27]
Daun	Ekstrak metanol	-	-	In Vivo	200, 400 mg/Kg BB selama 30 menit	– Menurunkan kadar glukosa darah.	[28]



### **Karakteristik Kembang Telang**

Kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) berasal dari Ternate, Maluku. Tanaman ini telah menyebar ke Amerika Selatan, Afrika, Brazil, Pasifik Utara, dan Amerika Utara, bahkan di tempat tropis seperti Asia. Kembang telang juga disebut dengan nama lain, seperti bunga teleng (Jawa), bunga teleng (Inggris), Mazerion Hidi (Arab), dan sebagainya [29]. Dalam kehidupan sehari-hari, orang biasanya menggunakan kembang telang sebagai penghias pagar, minuman, dan pewarna makanan alami yang ramah lingkungan [30]. Tanaman ini juga lumrah digunakan sebagai obat tradisional. Di Indonesia, budidaya kembang telang belum mencapai kemajuan yang memuaskan meskipun telah digunakan secara luas [11].

Kembang telang merupakan tanaman dengan warna biru khas dan bentuk bunga yang menyerupai kupu-kupu dan batang tanaman yang merambat. Tanaman ini mempunyai jumlah spesies tanaman obat terbanyak di Indonesia yaitu sebanyak 110 spesies [31]. Batang telang memiliki morfologi bulat dengan rambut pada permukaannya, dan panjangnya berkisar antara 0,5 hingga 3 meter. Kembang telang memiliki akar tunggang dengan banyak akar lateral. Kembang telang memiliki banyak akar tunggang. Daunnya berbentuk jorong, majemuk menyirip berpasangan, berwarna hijau, dan permukaan bawah berbulu dengan panjang tangkai daunnya mencapai 2,5 cm. Bunga telang adalah jenis bunga monosimetris setangkup tunggal dengan lima kelopak berlekatan dan tiga mahkota yang juga berlekatan. Buahnya berbentuk polong dan panjangnya mencapai 14 cm, di dalamnya terdapat biji berjumlah 8-10 [32] [33].

### **Kandungan Kimia Tanaman Kembang Telang**

Pengujian kandungan fitokimia adalah langkah awal yang dapat menunjukkan kandungan dan kemampuan suatu senyawa untuk bertindak sebagai obat dalam bahan alam yang diuji [34]. Salah satu cara untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dalam bahan alam adalah melalui skrining fitokimia, yang dapat dilakukan baik secara kualitatif, semi-kuantitatif, atau kuantitatif [35]. Tanaman telang kaya akan kandungan metabolit sekunder yang dapat dijadikan salah satu sumber bahan aktif produk nutrasetikal [11]. Adapun bagian umum yang banyak dilaporkan dalam beberapa penelitian untuk dapat digunakan sebagai herbal dan mengandung sejumlah komponen yang bermanfaat bagi kesehatan manusia adalah bunga dan daunnya. Hasil studi literatur menunjukkan kandungan kimia daun dan bunga telang pada Tabel 1.

Sebagian besar senyawa yang ditemukan dalam tanaman kembang telang adalah alkaloid, flavonoid, steroid, glikosida, fenol, saponin, terpenoid, dan tanin [18][22][25][26][27]. Selain itu, terdapat penelitian yang meneliti hasil fraksinasi dari ekstrak etanol bunga telang. Hasil fraksinya terdiri dari 84,6% fraksi air, 3,4% fraksi n-heksan, dan 2,2% fraksi etil asetat. Adapun fraksi air akan menarik senyawa polar seperti glikosida flavonoid, polisakarida yang bersifat polar, fraksi n-heksan akan menarik senyawa yang bersifat non polar seperti steroid, lemak, terpenoid, fenil propanoid, dan fraksi etil asetat akan menarik senyawa semi polar seperti flavonoid aglikon, alkaloid, polifenol [16].

Penelitian lain terkait kandungan fitokimia ekstrak bunga telang juga dilakukan dengan analisis menggunakan kromatografi cair spektroskopi massa (LC-MS). Dalam analisis tersebut terdeteksi bahwa ekstrak bunga telang mengandung senyawa asam 2-hidroksisinamat, inositol,

katekin 7-O- $\beta$ -glukosida, delphinidin-3-O-(6-O-p-coumaroyl) asam glukosida-piruvat [17]. Penelitian lain juga melakukan analisis terhadap ekstrak  $\text{CHCl}_3$  dan EtOAc bunga telang dengan menggunakan metode analisis GC-MS dimana diperoleh hasil bahwa dalam ekstrak kloroform terdapat empat senyawa, yakni Cephalotaxine, 3-deoksi,3,11-epoksi, 9,12-asam oktadekadienoat [z,z], 2-hidroksi-1- [hidroksi metil] etil ester, asam heksadekanoat, 1-[hidroksimetil]- 1,2-ethanediyl ester, dan 9-asam oktadekanoat [z]-2-hidroksi 1-[hidroksi metil] etil ester. Selain itu, dalam ekstrak etil asetat juga terdeteksi sebanyak empat senyawa, diantaranya asam dodekanoat, 10-metil-metil ester, 10-asam oktadekanoat, metil ester, asam siklopropana butanoat, 2-[[2-[[2-[[2-pentil siklopropil] metil] siklopropil] metil] siklopropil] metil]-metil ester, serta 1,2-15, 16-Diepoksi heksadekana [24].

Bagian daun dan bunga telang mengandung jumlah fenolik dan flavonoid tertinggi. Kandungan fitokimia termasuk komponen bioaktif yang diperoleh di dalam ekstrak suatu tanaman juga dapat dipengaruhi oleh suhu pelarut yang digunakan secara umum selama proses ekstraksi. Senyawa fenolik adalah kelompok metabolit sekunder terbesar yang ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi. Senyawa fenolik memainkan peran penting dalam struktur tumbuhan dan terlibat dalam banyak jalur metabolisme. Senyawa fenolik merupakan kelompok antioksidan alami yang sangat penting dan berkontribusi terhadap nutrisi tumbuhan karena keanekaragaman dan ketersediaannya yang luas. Sebagian besar senyawa fenolik ditemukan dalam ekstrak kembang telang. Hampir di setiap pengujian kandungan metabolit sekunder ekstrak kembang telang mengandung flavonoid dan tanin yang mana senyawa ini termasuk ke dalam golongan senyawa fenolik. Flavonoid merupakan kumpulan polifenol yang tersebar luas pada tumbuhan dalam bentuk glikosida yang melekat pada gula. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak kembang telang dapat ditarik oleh pelarut baik polar hingga non-polar [16][35].

#### **Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Kembang Telang Secara In Vitro**

Beberapa penelitian telah mengkaji aktivitas antidiabetes dari ekstrak kembang telang secara in vitro. Terdapat penelitian yang melakukan pengujian aktivitas antidiabetes dengan melihat kemampuan penghambatan ekstrak bunga telang terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase dari jamur *Saccharomyces cerevisiae*. Parameter yang diuji yakni nilai IC<sub>50</sub> yang akan menggambarkan seberapa besar aktivitas penghambatan  $\alpha$ -glukosidase. Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak metanol adalah 10,7 g/ml, yang menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang merupakan penghambat aktif  $\alpha$ -glukosidase. Senyawa yang bertanggung jawab atas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase kemungkinan adalah polifenol karena sifat antioksidannya dapat mencegah kerusakan dari spesies oksigen reaktif dan juga mengikat dan menghambat  $\alpha$ -amilase dan  $\alpha$ -glukosidase [24]. Hal ini didukung pula oleh penelitian lainnya terkait penyerapan glukosa dalam sel ragi dan uji glikosilasi hemoglobin non-enzimatik. Pengujian dilakukan pada konsentrasi ekstrak sebesar 10, 20, 30, 40 dan 50  $\mu\text{g/mL}$ . Hasil menunjukkan bahwa untuk semakin tinggi konsentrasi dari ekstrak yang digunakan maka semakin tinggi pula % aktivitas glikosilasi hemoglobin oleh non-enzimatik. Ekstrak etanol *Clitoria ternatea* menunjukkan aktivitas antidiabetes yang kuat. Ekstrak kembang telang menunjukkan penghambatan glikosilasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan obat standar. Begitu pula dengan aktivitas penyerapan glukosa dalam sel ragi melalui

transpor glukosa secara difusi terfasilitasi. Ekstrak etanol *Clitoria ternatea* menunjukkan aktivitas yang jauh lebih tinggi pada semua konsentrasi glukosa yang menunjukkan peningkatan maksimum. Selain itu,  $\alpha$ -amilase yang merupakan salah satu enzim pencernaan usus, memainkan peran penting dalam pencernaan karbohidrat. Salah satu metode terapi antidiabetik menghentikan enzim  $\alpha$ -amilase, yakni dengan mengurangi kadar glukosa dalam darah setelah makan. Untuk menghasilkan glukosa dan maltosa, enzim  $\alpha$ -amilase akan menghidrolisis ikatan  $\alpha$  dari polisakarida terkait alfa besar seperti glikogen dan pati. Nantinya, inhibitor  $\alpha$ -amilase akan mengikat ikatan  $\alpha$  polisakarida dan mencegah polisakarida terpecah menjadi monosakarida dan disakarida. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, ekstrak etanol dan air dari kembang telang menunjukkan tingkat penghambatan  $\alpha$ -amilase yang tinggi dibandingkan dengan obat modern lainnya seperti acarbose [20][26].

Aktivitas antidiabetes suatu komponen aktif juga dapat dilihat dari kemampuannya menghambat pembentukan produk akhir glikasi lanjut, juga dikenal sebagai AGEs (Advanced Glycation End Products). Berdasarkan salah satu penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa dengan konsentrasi 0,25–1,00 mg/mL, ekstrak bunga telang terbukti menghambat pembentukan AGE dan mengurangi kadar fruktosamin dan oksidasi protein. Mekanisme ini terjadi dengan mengurangi kandungan protein karbonil dan mencegah penipisan tiol bebas [21]. Adanya ion tembaga juga menunjukkan bahwa CTE menghentikan kerusakan DNA oksidatif yang disebabkan MG/lisin. Flavonoid, derivat delphinidin, dan quercetin-3rutinoside adalah senyawa yang diduga berkontribusi pada aktivitasnya. Mereka juga berkontribusi pada penguatan metilglikosal. Hal ini terutama karena turunan flavonoid, seperti glikosida flavonol dan delphinidin, yang memiliki situs aktif pada cincin posisi flavonoid C-6 dan C-8, serta gugus hidroksil di C-5.

Aktivitas antidiabetes suatu komponen aktif juga dapat dilihat dari kemampuannya menghambat pembentukan produk akhir glikasi lanjut, juga dikenal sebagai AGEs (Advanced Glycation End Products). Berdasarkan salah satu penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa dengan konsentrasi 0,25–1,00 mg/mL, ekstrak bunga telang terbukti menghambat pembentukan AGE dan mengurangi kadar fruktosamin dan oksidasi protein. Mekanisme ini terjadi dengan mengurangi kandungan protein karbonil dan mencegah penipisan tiol bebas [21]. Adanya ion tembaga juga menunjukkan bahwa ekstrak kembang telang mampu menghentikan kerusakan DNA oksidatif yang disebabkan metilglosal (MG)/lisin. Flavonoid, derivat delphinidin, dan quercetin-3-rutinoside adalah senyawa yang diduga berkontribusi pada aktivitasnya. Senyawa-senyawa tersebut juga berkontribusi pada penghambatan metilglikosal. Hal ini terutama karena turunan flavonoid, seperti glikosida flavonol dan delphinidin memiliki situs aktif pada cincin posisi flavonoid C-6 dan C-8, serta gugus hidroksil di C-5 [36].

#### **Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Kembang Telang Secara In Vivo**

Pengujian aktivitas antidiabetes ekstrak kembang telang secara in vivo telah dilakukan dengan pemberian ekstrak *Clitoria ternatea* L. sebanyak 150 mg/kgBB selama 21 hari terhadap hewan uji. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang dapat mencegah penurunan berat badan pada tikus yang menderita DMT2 dan menurunkan kadar MDA. Flavonoid sebagai

antioksidan juga dapat memperbaiki hiperglikemia, berat badan dan jaringan, stres oksidatif, glikogen otot rangka, kandungan, resistensi insulin, dan aktivitas atau ekspresi enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat, seperti heksokinase. Flavonoid sebagai antioksidan diduga dapat mengatasi hiperglikemia, berat badan dan jaringan, stres oksidatif, glikogen otot rangka, kandungan, resistensi insulin, indeks fungsi sel, ekspresi gen Glut-4, dan apoptosis pankreas [15].

Penelitian lain juga dilakukan terhadap hewan uji yang diberi Streptozotocin 45mg/kg BB dan Nicotinamid 110mg/kg BB. Hasilnya menunjukkan bahwa fraksi air yang mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, dan antosianin berpotensi menurunkan kadar gula darah, tetapi tidak lebih baik dari fraksi n-heksan dan fraksi etil asetat. Kelompok fraksi n-heksan dan fraksi etil asetat memiliki kemampuan antidiabetes yang hampir sama dengan glibenklamid [16]. Hal ini juga didukung dengan penelitian lainnya yang menguji aktivitas antidiabetes pada mencit dimana dosis maksimal 1000 mg/Kg BB memberikan penurunan kadar gula darah yang lebih baik. Pemberian ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) mampu menurunkan kadar glukosa darah mencit putih jantan dengan persentase penurunan sebesar 61% dibandingkan dengan kelompok dosis pembanding, kontrol positif dan kontrol negatif [18].

Di samping, bagian bunganya yang memiliki aktivitas antidiabetes, bagian daun tanaman telang juga terbukti memiliki efek antidiabetes. Pengujian dilakukan terhadap pada tikus yang diinduksi STZ (streptozotocin). Berdasarkan pengujian tersebut, terlihat bahwa efek glibenklamid lebih baik dengan penurunan sebesar 39,05%, tetapi ekstrak metanol daun telang pada dosis 400 mg/kg turut menunjukkan penurunan gula darah sebesar 26,91% setelah pemberian 4 jam. Diikuti oleh ekstrak air, petroleum eter, dan terakhir kloroform dengan efek paling kecil [28].

Aktivitas antidiabetik *Clitoria ternatea* tidak terlepas dari senyawa kimia yang terkandung di dalamnya, khususnya senyawa flavonoid dan senyawa fenolik. Kandungan fenolik pada *C. ternatea*, seperti kaempferol, asam p-kumarik, delphinidin-3,5-glukosida dan delphinidin-3-glukosida diketahui menghambat aktivitas  $\alpha$ -amilase serta  $\alpha$ -glukosidase pankreas, membantu menjaga kestabilan hidrolisis sukrosa menjadi glukosa. Flavonoid merupakan komponen utama bunga telang yang memiliki sifat penghambatan radikal bebas, hidrolisis enzimatis dan anti inflamasi. Hal ini menunjukkan kemampuan flavonoid (rutin dan kuersetin) sebagai antioksidan dan agen hipoglikemik, membantu mencegah stres oksidatif dan melindungi sel  $\beta$  pankreas serta mengurangi kadar gula darah dan juga meningkatkan stimulasi pelepasan insulin [27][37].

### **Potensi Pengembangan Suplemen Antidiabetes Ekstrak Kembang Telang**

Penggunaan suplemen sebagai terapi suportif pada pasien diabetes dapat dilakukan. Hal ini tentunya karena penggunaan suplemen yang mengandung komponen-komponen alamiah dari tanaman cenderung memiliki efek samping yang rendah. Pengembangan tanaman telang sebagai suplemen herbal antidiabetes dapat dilakukan karena selain sudah terbukti baik secara *in vitro* maupun *in vivo*, terdapat penelitian yang telah melakukan pengujian dengan subjek berupa individu yang sehat. Dalam penelitian yang meneliti sifat antihiperglikemia ekstrak bunga telang, 15 pria sehat berusia rata-rata 22,53 tahun dengan indeks massa tubuh rata-rata 21,57 Kg/m<sup>2</sup>

telah diberikan diet minuman yang mengandung 50 gram sukrosa. Setelah 30 menit, subjek yang mengonsumsi minuman mengandung sukrosa dan ekstrak bunga telang (2 g/400 ml air atau setara dengan 2,16 mg delphinidin 3-glukosida) memiliki kadar glukosa plasma dan insulin post prandial yang lebih rendah. Dengan demikian maka disimpulkan bahwa konsumsi ekstrak bunga telang dapat meningkatkan kapasitas antioksidan plasma dan mengurangi kadar Malon Dialdehida (MDA) yang merupakan penanda stress oksidatif [37]. Berdasarkan data tersebut, maka tanaman telang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sebuah suplemen antidiabetes yang dapat diformulasikan baik dalam bentuk sirup, tablet maupun kapsul.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap ekstrak kembang telang baik secara *in vitro* maupun *in vivo*, maka dapat disimpulkan bahwa tanaman telang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sebuah suplemen herbal yang dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes dengan efektivitas yang sebanding dengan penggunaan obat-obatan antidiabetes modern lainnya seperti metformin dan glibenklamid. Ekstrak kembang telang memiliki kandungan senyawa flavonoid dan antosianin dengan aktivitas farmakologi yang teruji mampu mencegah kerusakan sel  $\beta$  pankreas serta meningkatkan sensitivitas insulin sehingga mampu menurunkan kadar glukosa darah.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah terlibat dalam memberikan saran, masukan, dan dukungan dalam penyusunan review artikel sehingga peneliti dapat menyelesaikan artikel ini dengan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] S. Soelistijo, "Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021," *Glob. Initiat. Asthma*, p. 46, 2021, [Online]. Available: [www.ginasthma.org](http://www.ginasthma.org).
- [2] U. Galicia-Garcia *et al.*, "Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 21, no. 17, pp. 1–34, 2020, doi: 10.3390/ijms21176275.
- [3] D. W. Brison, "Definition, diagnosis, and classification," *Ameliorating Mental Disability: Questioning Retardation*. pp. 1–19, 2017. doi: 10.5005/jp/books/12626\_7.
- [4] D. Hardianto, "Telaah Komprehensif Diabetes Melitus: Klasifikasi, Gejala, Diagnosis, Pencegahan, Dan Pengobatan," *J. Bioteknol. Biosains Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 304–317, 2021, doi: 10.29122/jbbi.v7i2.4209.
- [5] A. A. Kazi and L. Blonde, *Classification of diabetes mellitus*, vol. 21, no. 1. 2001. doi: 10.5005/jp/books/12855\_84.
- [6] Z. Punthakee, R. Goldenberg, and P. Katz, "Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes, Prediabetes and Metabolic Syndrome," *Can. J. Diabetes*, vol. 42, pp. S10–S15, 2018, doi: 10.1016/j.jcjd.2017.10.003.

- [7] P. Goldenberg, R., Katz, "Screening for Diabetes in Adults Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee," *Can. J. Diabetes*, vol. 42, pp. S109–S114, 2018, [Online]. Available: <https://guidelines.diabetes.ca/docs/cpg/Ch15-Hyperglycemic-Emergencies-in-Adults.pdf>
- [8] B. L. Furman, M. Candasamy, S. K. Bhattamisra, and S. K. Veetil, "Reduction of blood glucose by plant extracts and their use in the treatment of diabetes mellitus; discrepancies in effectiveness between animal and human studies," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 247, p. 112264, 2020, doi: 10.1016/j.jep.2019.112264.
- [9] I. Y. Ningsih, "Peran Studi Etnofarmasi dalam Pencarian Tumbuhan Obat yang Berpotensi dikembangkan sebagai Antidiabetes," *J. Penelit. Pendidik. Guru Sekol. Dasar*, vol. 12, no. 01, pp. 38–49, 2015.
- [10] Hariyono and S. A. Wibowo, "Suplemen Herbal untuk Diabetes Melitus Tipe II: Systematic Review," *J. Ilm. Keperawatan*, vol. 7, no. 2, pp. 314–325, 2021.
- [11] M. Zahara, "Ulasan singkat: Deskripsi Tunga Telang ( *Clitoria ternatea* L.) dan Manfaatnya," *J. Pendidik. Sains dan Biol.*, vol. 9, no. 2, pp. 719–728, 2022, doi: 10.33059/jj.v9i2.6509.
- [12] Purwaniati, A. R. Arif, and A. Yuliantini, "Analisis Kadar Antosianin Total pada Sediaan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) dengan Metode pH Diferensial menggunakan Spektrofotometri Visible," *J. Farmagazine*, vol. 7, no. 1, pp. 18–23, 2020.
- [13] M. J. Page *et al.*, "The PRISMA 2020 Statement: an Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews," *BMC*, vol. 10, no. 89, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1186/s13643-021-01626-4.
- [14] B. Hutton *et al.*, "The PRISMA Extension Statement for Reporting of Systematic Reviews Incorporating Network Meta-analyses of Health Care Interventions: Checklist and Explanations," *Ann. Intern. Med.*, vol. 162, no. 11, pp. 777–784, 2015, doi: 10.7326/M14-2385.
- [15] T. F. Putri, B. Wasita, and D. Indarto, "The Effects of Ethanol Extract of Asian Pigeon Wings (*Clitoria ternatea* L.) Flower on Body Weight and Malondialdehyde Level in Diabetes Rat Model," in *Proceedings of the 4th International Conference on Life Sciences and Biotechnology (ICOLIB 2021)*, Atlantis Press International BV, 2023, pp. 303–311. doi: 10.2991/978-94-6463-062-6\_30.
- [16] Sunarti and P. Octavini, "Antidiabetic Effect of N-Hexane, Ethyl Acetate, and Water Fractions of *Clitoria ternatea* L. on Streptozotocin-Nikotinamide Induced Rats," *J. Pharm. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 400–408, 2023, [Online]. Available: <https://www.journal-jps.com>
- [17] W. Widowati *et al.*, "Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea* L.) Extract Displayed Antidiabetic Effect Through Antioxidant, Anti-inflammatory, Lower Hepatic GSK-3 $\beta$ , and Pancreatic Glycogen on Diabetes Mellitus and Dyslipidemia Rat," *J. King Saud Univ. - Sci.*, vol. 35, no. 4, pp. 1–10, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.jksus.2023.102579.
- [18] A. Pangondian *et al.*, "Potensi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Antidiabetes pada Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*)," *Forte J.*, vol. 3, no. 2, pp. 150–

- 157, 2023, [Online]. Available: <https://www.ojs.unhaj.ac.id/index.php/fj>
- [19] E. E. Ginting, R. M. Rumanti, D. Savira, P. Ginting, N. Marbun, and L. Leny, "In Vivo study of Antidiabetic Activity from Ethanol Extract of Clitoria ternatea L. Flower," *J. Drug Deliv. Ther.*, vol. 12, no. 6, pp. 4–9, Nov. 2022, doi: 10.22270/jddt.v12i6.5759.
- [20] A. W. Indrianingsih, M. P. Wulanjati, A. Windarsih, D. K. Bhattacharjya, T. Suzuki, and T. Katayama, "In Vitro Studies of Antioxidant, Antidiabetic, and Antibacterial Activities of Theobroma cacao, Annona muricata and Clitoria ternatea," *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, vol. 33, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1016/j.bcab.2021.101995.
- [21] P. Chayaratanasin, S. Adisakwattana, and T. Thilavech, "Protective Role of Clitoria ternatea L. Flower Extract on Methylglyoxal-Induced Protein Glycation and Oxidative Damage to DNA," *BMC Complement. Med. Ther.*, vol. 21, no. 80, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1186/s12906-021-03255-9.
- [22] R. Kavitha, "Antidiabetic and enzymatic antioxidant potential from ethanolic extracts of leaf and fruit of trichosanthes dioica and leaf of clitoria ternatea on diabetic rats induced by streptozotocin," *Asian J. Pharm. Clin. Res.*, vol. 11, no. 5, pp. 233–239, May 2018, doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i5.24434.
- [23] Abhishek Saxena, Anil Middha, Vikas Saxena, and Pankaj Mishra, "Evaluation of Antidiabetic Activity of Different Extracts of Clitoria ternatea Leaves in STZ-Induced Diabetic Rats," *Pharm. Biosci. J.*, pp. 69–73, Jun. 2016, doi: 10.20510/ukjpb/4/i3/108390.
- [24] M. Rajamanickam, P. Kalaivanan, and I. Sivagnanam, "Evaluation of Anti-Oxidant and Anti-Diabetic Activity of Flower Extract of Clitoria ternatea L.," *J. Appl. Pharm. Sci.*, vol. 5, no. 8, pp. 131–138, 2015, doi: 10.7324/JAPS.2015.50820.
- [25] P. Chayaratanasin, M. A. Barbieri, N. Suanpairintr, and S. Adisakwattana, "Inhibitory effect of Clitoria ternatea flower petal extract on fructose-induced protein glycation and oxidation-dependent damages to albumin in vitro," *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–9, 2015, doi: 10.1186/s12906-015-0546-2.
- [26] B. Dheebea and S. P. Kumar Dheebea B, "In vitro Antidiabetic, Antioxidant and Anti-inflammatory Activity of Clitoria Ternatea L.," *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.*, vol. 6, no. 7, pp. 342–347, 2014, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/267035740>
- [27] U. Bhosale, M. Zambare, R. Somani, and K. Talpate, "Antihyperglycemic and antioxidant activity of Clitoria ternatea Linn. on streptozotocin-induced diabetic rats," *AYU (An Int. Q. J. Res. Ayurveda)*, vol. 34, no. 4, p. 433, 2013, doi: 10.4103/0974-8520.127730.
- [28] S. Abhishek, M. Pankaj, and S. Vikas, "Hypoglycemic Effects of Clitoria ternatea Leaves (Linn) Extract," *Res. Rev. J. Pharmacol. Toxicol. Stud.*, vol. 1, no. 1, pp. 4–7, 2013.
- [29] K. S. Budiasih, "Kajian Potensi Farmakologis Bunga Telang ( Clitoria ternatea)," in *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY*, 2017, pp. 201–206. [Online]. Available: [https://jurnal.stiabengkulu.ac.id/index.php/jsm/article/view/18%0Afile:///C:/Users/ilmia/Downloads/497-Article](https://jurnal.stiabengkulu.ac.id/index.php/jsm/article/view/18%0Afile:///C:/Users/ilmia/Downloads/497-Article%0Ahttps://www.prosidingonline.iik.ac.id/index.php/senias/article/view/9520220501.pdf%0Ahttps://www.prosidingonline.iik.ac.id/index.php/senias/article/view/95) Text-1098-1-10-20220501.pdf%0Ahttps://www.prosidingonline.iik.ac.id/index.php/senias/article/view/95
- [30] A. M. Marpaung, "Tinjauan manfaat bunga telang (clitoria ternatea l.) bagi kesehatan

- manusia,” *J. Funct. Food Nutraceutical*, vol. 1, no. 2, pp. 63–85, 2020, doi: 10.33555/jffn.v1i2.30.
- [31] I. G. A. Padmawati, I. D. P. Kartika Pratiwi, and A. Agung I. Sri Wiadnyani, “Pengaruh Penambahan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* Linn) Terhadap Karakteristik Marshmallow,” *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 11, no. 1, p. 43, 2022, doi: 10.24843/itepa.2022.v11.i01.p05.
- [32] G. S. Chakraborty, V. Kumar, S. Gupta, A. Kumar, N. Gautam, and L. Kumari, “Phytochemical and Pharmacological Aspects of *Clitoria ternatea*-A Review,” *Indian J. Agric. Biochem.*, vol. 1, no. 2, pp. 03–09, 2018, doi: 10.5958/0974-4479.2020.00018.0.
- [33] A. D. Kusuma, “Potensi Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Obat Pengencer Dahak Herbal Melalui Uji Mukositas,” *Sains, Teknol. Sos. Pendidikan, dan Bhs.*, vol. 4, no. 2, pp. 65–73, 2019.
- [34] U. M. S. Purwanto, K. Aprilia, and Sulistiyani, “Antioxidant Activity of Telang (*Clitoria ternatea* L.) Extract in Inhibiting Lipid Peroxidation,” *Curr. Biochem.*, vol. 9, no. 1, pp. 26–37, 2022, doi: 10.29244/cb.9.1.3.
- [35] T. S. Julianto, *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [36] Y. Wang *et al.*, “*Clitoria ternatea* Flower Petal Extract Inhibits Adipogenesis and Lipid Accumulation in 3T3-L1 Preadipocytes by Downregulating Adipogenic Gene Expression,” *Molecules*, vol. 24, p. 1894, 2019.
- [37] C. Chusak, T. Thilavech, C. J. Henry, and S. Adisakwattana, “Acute effect of *Clitoria ternatea* flower beverage on glycemic response and antioxidant capacity in healthy subjects: A randomized crossover trial,” *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1186/s12906-017-2075-7.