

ANTOSIANIN BUNGA TELANG (*CLITORIA TERNATEA L.*) SEBAGAI ANTI DIABETES: SEBUAH TINJAUAN

Anthocyanins of Butterfly Pea Flowers (Clitoria ternatea L.) as An Anti-Diabetic: A Review

Andi Eka Yuniyanto^{1*}, Ramadhana Komala¹, Wiwi Febriani¹

¹Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia.

*Corresponding author email: andiekayuniyanto@gmail.com

Received: 20/07/2025 Accepted: 04/09/2025 Published: 21/09/2025

Abstrak

Bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) diketahui sebagai sumber antosianin yang memiliki warna biru alami yang tumbuh liar di kawasan Asia termasuk Indonesia. Bunga telang memiliki warna biru yang memiliki kandungan kaya antosianin. Bunga telang diketahui sebagai sumber antosianin, dan berpotensi sebagai pewarna biru alami yang tumbuh liar di kawasan Asia, termasuk Indonesia. Senyawa utama berupa glukosida delphinidin merupakan antosianin yang bertanggung jawab atas warna biru bunga telang biru. Antosianin adalah pigmen yang larut dalam air, termasuk dalam flavonoid, dan terdapat di hampir semua buah-buahan, dan sayuran pada konsentrasi yang bervariasi. Terdapat 635 antosianin dibedakan berdasarkan posisi serta jumlah gugus metoksil dan hidroksil dalam struktur dasar antosianin. Studi ini bertujuan untuk membahas antosianin berasal dari bunga telang dapat menurunkan status glukosa darah penderita diabetes melitus. Salah satu manfaat biologis antosianin adalah sebagai antidiabetes. Ekstrak tumbuhan kaya antosianin dapat memperbaiki konsekuensi terkait diabetes dengan mengurangi penyerapan glukosa, stres oksidatif, sekresi insulin, sensitivitas insulin, toleransi glukosa, penyerapan glukosa, konsumsi glukosa, aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, kandungan antosianin bunga telang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia dalam upaya pencegahan dan sebagai terapi antidibetik bagi penderita diabetes melitus. Diperlukan pengembangan produk baru bunga telang dengan tidak mengurangi sifat fungsionalnya agar manfaat kesehatan bagi yang mengonsumsinya tetap terjaga.

Kata kunci: antosianin, bunga telang, diabetes melitus.

Abstract

Clitoria ternatea L. (butterfly pea) is recognized as a source of anthocyanins, possessing a natural blue color, and grows wild in Asia, including Indonesia. The blue color of butterfly pea flowers is attributed to their rich anthocyanin content. The primary compound, delphinidin glucoside, is the anthocyanin responsible for the blue color of the flowers. Anthocyanins are water-soluble pigments belonging to the flavonoid class and are present in almost all fruits and vegetables at varying concentrations. To date, 635 types of anthocyanins have been identified, differentiated by the position and number of methoxyl and hydroxyl groups in their basic structure. This study aimed to discuss the potential of anthocyanins from butterfly pea flowers to reduce blood glucose levels in patients with diabetes mellitus. One of the biological benefits of anthocyanins is their antidiabetic activity. Plant extracts rich in anthocyanins can improve diabetes-related outcomes by reducing glucose absorption, mitigating oxidative stress, enhancing insulin secretion and sensitivity, improving glucose tolerance, and exhibiting antioxidant activity. Therefore, the anthocyanin content in butterfly pea flowers provides significant health benefits, serving both as a preventive agent and as an antidiabetic therapy for individuals with diabetes mellitus. Further development of new butterfly pea-based products is needed to preserve its functional properties and maintain its health benefits for consumers.

Keywords: anthocyanins, butterfly pea flowers, diabetes mellitus.

This is an open access article under [CC-BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Copyright © 2025 The Author(s)

PENDAHULUAN

Clitoria ternatea L., yang dikenal sebagai bunga telang, adalah sejenis bunga yang ditandai dengan warna biru yang khas. Bunga ini telah sering digunakan sebagai zat pewarna alami dalam industri makanan (Melati & Rahmadani, 2020). Bunga telang memiliki potensi sebagai antioksidan karena mengandung polifenol. Kehadiran polifenol dalam bunga telang telah terbukti melalui beberapa penelitian, yang menunjukkan berbagai manfaatnya, termasuk sebagai agen antioksidan, antidiabetes, anti-obesitas, anti-inflamasi, antimikroba, dan antikanker (Verma et al., 2013; Marpaung, 2020; Lakshan, 2020; Rajamanickam et al., 2015; Havananda & Luengwilai, 2019).

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) diketahui sebagai sumber antosianin, dan berpotensi sebagai pewarna biru alami yang tumbuh liar di kawasan Asia, termasuk Indonesia. Senyawa utama berupa glukosida delphinidin merupakan antosianin yang bertanggung jawab atas warna biru bunga telang biru (Sutakwa et al., 2021). Bunga telang biru mengandung anthocyanin spesifik yang disebut delphinidin 3,5',5'-triglucoside yang juga dikenal sebagai ternatin (Suarna & Wijaya, 2021).

Antosianin adalah sekelompok produk alami polifenol yang termasuk dalam kelas metabolit sekunder yang luas yang secara kolektif disebut flavonoid (Belwal et al., 2017). Antosianin merupakan pigmen keluarga polifenol yang larut dalam air yang memiliki potensi keuntungan terapeutik untuk mengobati diabetes melitus yang memiliki dampak menguntungkan pada metabolisme glukosa, dan memiliki sifat anti-inflamasi melalui berbagai mekanisme (Sharma et al., 2023). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa asupan antosianin dalam jumlah sedang menyebabkan penurunan risiko diabetes melitus terkait dengan mekanisme peningkatan metabolisme glukosa dan lipid serta resistansi insulin, aktivitas antioksidan, dan anti-inflamasi (Liu et al., 2023; Sopian et al., 2022). Berdasarkan hal tersebut penulis bertujuan untuk membahas antosianin berasal dari bunga telang dapat menurunkan status glukosa darah penderita diabetes mellitus.

METODE

Artikel ini menggunakan metode **tinjauan literatur** yang bersifat naratif. Penelusuran pustaka dilakukan melalui berbagai basis data ilmiah, antara lain PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, DOAJ, serta prosiding seminar nasional maupun internasional yang relevan. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci *Clitoria ternatea*, *butterfly pea*, *anthocyanin*, *anti-diabetic*, *diabetes mellitus*, dan *phytochemical*, baik secara terpisah maupun dalam bentuk kombinasi.

Kriteria inklusi yang ditetapkan dalam kajian ini adalah artikel yang dipublikasikan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2013–2023), berbahasa Inggris atau Indonesia, serta secara khusus membahas kandungan antosianin pada bunga telang dan hubungannya dengan mekanisme antidiabetes. Selain itu, literatur klasik yang dianggap relevan juga disertakan sebagai pendukung. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel non-ilmiah, publikasi yang tidak melalui proses telaah sejawat (*peer review*), serta artikel yang tidak berkaitan langsung dengan topik antosianin bunga telang maupun aktivitas antidiabetes.

Proses seleksi literatur dilakukan dengan membaca judul, abstrak, dan isi artikel untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan kajian. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian ditelaah secara kritis, dibandingkan, dan disintesis untuk memperoleh informasi yang komprehensif. Data yang dikumpulkan meliputi kandungan antosianin pada bunga telang, mekanisme metabolisme, aktivitas biologis, serta potensi penggunaannya sebagai agen antidiabetes. Selanjutnya, hasil telaah literatur disajikan dalam bentuk deskriptif agar memberikan gambaran

menyeluruh mengenai potensi antosianin bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai terapi tambahan pada diabetes melitus.

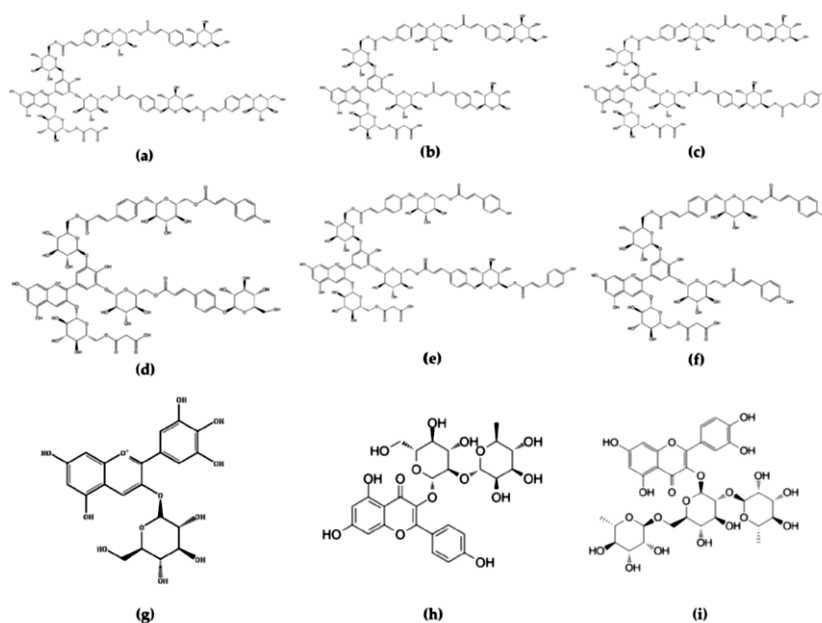
Metode tinjauan literatur ini dipilih karena sesuai untuk mengintegrasikan hasil penelitian yang telah ada sehingga dapat menghasilkan pemahaman yang lebih luas terhadap suatu topik (Snyder, 2019). Pendekatan ini juga memungkinkan peneliti menyusun sintesis konseptual yang mendalam dari berbagai sumber yang relevan (Xiao & Watson, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Antosianin Bunga Telang

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) diketahui sebagai sumber antosianin, dan berpotensi sebagai pewarna biru alami yang tumbuh liar di kawasan Asia, termasuk Indonesia. Senyawa utama berupa glukosida delphinidin merupakan antosianin yang bertanggung jawab atas warna biru bunga kacang biru (Sutakwa et al., 2021). Bunga telang biru mengandung anthocyanin spesifik yang disebut delphinidin 3,5',5'-triglucoside yang juga dikenal sebagai ternatin (Suarna & Wijaya, 2021).

Antosianin adalah bagian dari senyawa flavonoid yang berasal dari tumbuhan dan bertanggung jawab atas warna mulai dari merah muda pucat hingga merah, ungu dan biru tua. Kata antosianin berasal dari kata Yunani Anthos (bunga) dan kyanos (biru). Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) diidentifikasi mengandung antosianin sebagai senyawa fitokimia utama, yang ditandai dengan warna biru tua pada kelopak. Berbagai macam polifenol ditemukan di kelopak bunga; Namun, konstituen polifenol utama yang terkandung di dalamnya adalah antosianin. Antosianin berwarna biru di kelopak dan terasilasi berdasarkan delphinidin, yang dikenal sebagai ternatin yang diisolasi dari bunga telang, yaitu ternatin A1-A3, B1-B4, C1-C4, dan D1-D3 [21,23,32-35]. Studi lain melaporkan bahwa glikosida delphinidin minor dan preternatin A3 dan C4 diisolasi dari bunga telang muda (Multisona et al., 2023). Analisis kuantitatif masing-masing antosianin disajikan pada Tabel 1 dan beberapa struktur ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Antosianin pada bunga *C. ternatea*: (a) Ternatin A1; (b) Ternatin A2; (c) Ternatin B1; (d) Ternatin B2; (e) Ternatin D1; (f) Ternatin D2; (g) Delphinidin 3-O-glukosida; (h) Kaempferol 3-neohesperidoside; (i) Quercetin 3-O-rutinoside.

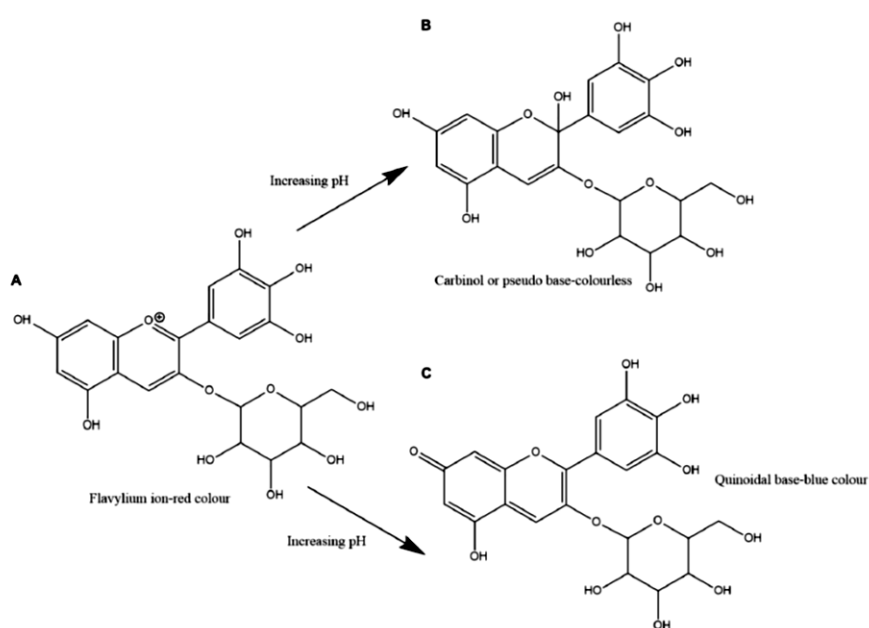
Antosianin adalah pigmen yang larut dalam air dan terutama disimpan dalam vakuola. Lebih dari 500 pigmen antosianin telah dijelaskan dalam literatur; namun, sebagian besar jenis antosianin didasarkan pada tiga struktur utama: pelargonidin, cyanidin, dan delphinidin, dengan masing-masing jenis dicirikan oleh jumlah gugus hidroksil pada cincin-B. Gugus hidroksil tunggal (tipe pelargonidin) menghasilkan pigmen yang lebih kemerahan, dengan meningkatnya hidroksilasi cincin-B menyebabkan pergeseran warna ke spektrum biru. Warna antosianin berubah, tergantung pada pH, dari asam ke basa. Warnanya merah pada pH 1-2, ungu ke biru pada pH 8-14, dan kuning pada pH 8-14 (Multisona et al., 2023).

Tabel 1. Total Antosianin Monomer dan Kandungan Fenol Total pada Bunga dari 3-Genotipe Bunga Telang yang Berbeda

Genotip	Total Antosianin	Total Fenol
Blue single	37,17±0,35	35,91±0,21
Blue double	51,90±0,56	38,92±1,40
White single	0,00	30,16±0,49

Sumber : Surya et al. (2022)

Bunga telang merupakan sumber yang kaya polyacylated anthocyanin dan stabilitasnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan non-acylated anthocyanin memberikan keuntungan untuk digunakan sebagai zat pewarna makanan alami. Seperti semua anthocyanin, warna biru ekstrak antosianin bunga telang juga berubah dengan pH. Pada pH lebih rendah dari 3,2 warna merah ada, dari pH 3,2 menjadi 5,2 warna berubah dari ungu ke biru, dari pH 5,2 hingga pH 8,2 warna biru muda ada dan dari pH 8,2 hingga pH 10,2 warna berubah dari biru muda ke warna hijau tua (Escher et al., 2020a). Warna ini perubahan dapat dijelaskan oleh perubahan struktural yang terjadi pada molekul antosianin bersama dengan perubahan konsentrasi HC dan OH dalam medium. Warna merah dikaitkan dengan adanya ion flavylium, warna biru dengan adanya basa quinoidal netral dan warna hijau untuk kalkon ionik.



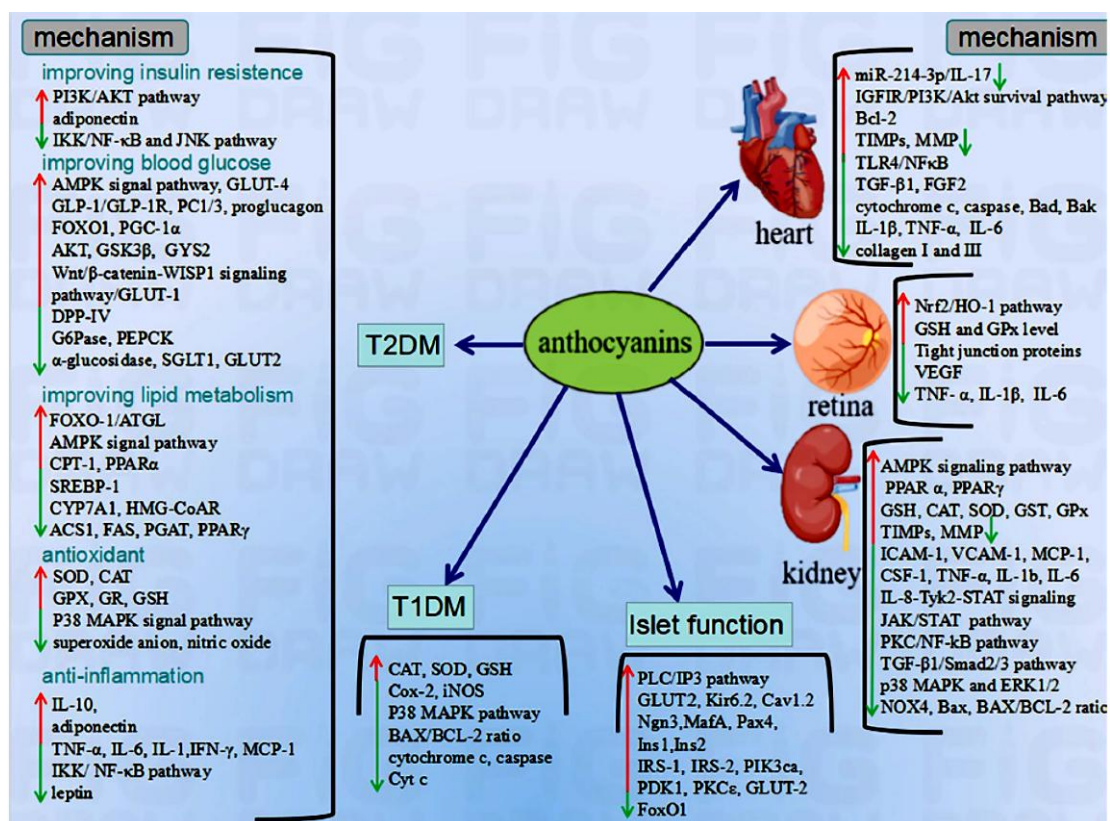
Gambar 2. Perubahan struktural delphinidin-3-glukosida dengan peningkatan pH.

Pada antosianin non-asilasi, ion flavilium berubah menjadi pseudo-basa karbinol tidak berwarna ketika pH meningkat. Namun, pada antosianin bunga kacang biru, adanya gugus asil mencegah hidrolisis ion flavilium menjadi bentuk basa semu karbinol yang kurang stabil dan sebaliknya membentuk quinoidal warna biru yang kurang sensitif terhadap perubahan pH pada medium agak asam atau netral. Oleh karena itu, antosianin telang biru dapat digunakan sebagai zat pewarna biru dalam sistem pangan asam dan netral (Vidana Gamage et al., 2021). Gambar 2 menunjukkan perubahan struktural delphinidin-3-glukosida dengan meningkatnya pH dan pembentukan warna biru pada antosianin bunga kacang biru.

Jalur (A,B) menunjukkan transformasi ion flavilium menjadi karbinol atau basa semu. Jalur (A,C) menunjukkan transformasi ion flavilium menjadi basa kuinoidal. Jalur (A,C) menunjukkan perubahan struktural yang bertanggung jawab atas pembentukan warna biru pada antosianin bunga telang biru.

Metabolisme Antosianin

Mekanisme pencegahan antosianin dan pengobatan diabetes tipe 2. Dengan perkembangan resistansi insulin, gangguan metabolisme lipid meningkat, dan peningkatan glukosa darah yang mempromosikan peradangan dan stres oksidatif yang pada akhirnya memimpin perkembangan DM2 dan munculnya berbagai komplikasi. Ciri-ciri DM di atas sering sudah ada pada pradiabetes. Antosianin meningkatkan fitur ini melalui berbagai mekanisme untuk mencegah pradiabetes berkembang menjadi DM. Mekanisme ini juga melibatkan pengobatan DM2 (Liu et al., 2022) (Gambar 3).



Gambar 3. Mekanisme manfaat kesehatan dari antosianin pada diabetes mellitus dan pulau pankreas.

NF- κ B: faktor nuklir kappa-B; cJNK: kinase terminal-N c-Jun; AMPK: AMP-diaktifkan protein kinase; GLP-1: Peptida-1 seperti glukagon; PC1/3: prohormone convertase 1/3; FoxO1: kotak forkhead O1; PGC-1 α : Peroxisom proliferasi-diaktifkan reseptor gamma coactivator 1-alpha; GSK3 β : glikogen sintase kinase 3 β ; GYS2: glikogen sintase 2; G6Pase: glukosa 6-fosfatase; PEPCCK: Fosfoenolpiruvat karboksikinase; Masuk GL: Lipase trigliserida adiposa; CPT-1: Karnitin palmitoil transferase I; PPAR: reseptor yang diaktifkan proliferasi peroksisom; SREBP-1: protein pengikat elemen pengatur sterol; CYP7A1: Sitokrom P450 Keluarga 7 Subfamili A Anggota 1; MMP: Matriks metalloproteinase; TIMP: Metaloproteinase matriks jaringan; ICAM-1: faktor adhesi leukosit; VCAM-1: molekul adhesi sel vaskular-1; Protein kemoatraktan monosit-1; Ngn3: neurogenin3; IRS: substrat reseptor insulin; PIK3ca: fosfatidilinositol-4,5-bisfosfat 3-kinase katalitik subunit alfa; PDK1: Kinase-1 tergantung fosfoinositida.

Mekanisme 1 Antosianin sebagai Antidiabetes

1. Meningkatkan resistansi insulin

Jalur PI3K / AKT, jalur transduksi sinyal insulin, mempercepat sintesis glikogen dan menahan glukoneogenesis. Sitokin proinflamasi dapat menekan jalur PI3K/AKT dengan aktivasi inhibitor jalur kappa B kinase (IKK)/nuclear factor kappa B(NF- κ B). Antosianin dapat mengurangi aktivasi faktor proinflamasi melalui efek anti-inflamasinya, tetapi juga secara langsung mengaktifkan jalur PI3K / AKT untuk meningkatkan resistansi insulin. Selanjutnya, fosforilasi residu serina substrat reseptor insulin 1 (IRS-1) juga menghambat sinyal insulin yang menyebabkan resistansi insulin. Aktivasi Jun NH2-terminal kinase (JNK) dan NF- κ B dihambat oleh antosianin untuk mengurangi fosforilasi residu serina IRS-1. Selain itu, antosianin telah terbukti menginduksi adiponektin, yang memiliki beberapa sifat sensitif insulin sehingga ini mungkin salah satu mekanisme untuk meningkatkan resistansi insulin.

2. Meningkatkan kadar glukosa darah

Antosianin meningkatkan keadaan hiperglikemik DMT2 melalui berbagai mekanisme untuk mengurangi risiko pengembangan DMT2. Pertama, antosianin mengaktifkan AMP-activated protein kinase (AMPK) yang merupakan molekul kunci dalam regulasi metabolisme bioenergi pada jaringan adiposa putih, otot rangka, dan hati. Pada jaringan adiposa putih dan otot rangka, aktivasi AMPK menginduksi transporter glukosa 4 (GLUT4) untuk meningkatkan penyerapan dan pemanfaatan glukosa. Di hati, aktivasi AMPK mengurangi produksi glukosa. Kedua, antosianin sebagai peserta dalam jalur pensinyalan terkait peptida-1 (GLP-1) / reseptor GLP-1 (GLP-1R) terkait glukagon. GLP-1, target molekuler yang signifikan untuk pengobatan DMT2, diproduksi di usus berikatan dengan GLP-1R pada sel β pankreas, kemudian mengaktifkan jalur cAMP / PKA untuk mempromosikan pelepasan insulin dan pertumbuhan sel β (Jones et al. 2018). Dan antosianin meningkatkan sekresi GLP-1 dengan upregulation prohormone convertase 1/3 (PC1/3) dan proglukagon yang terlibat dalam produksi GLP-1. Ketiga, antosianin menurunkan glukosa darah dengan mengatur metabolisme glikogen. Aktivitas fosfoenolpiruvat karboksikinase (PEPCCK) dan glukosa-6-fosfatase (G6Pase) dihambat oleh antosianin melalui upregulating tingkat ekspresi mRNA dari peroksisom proliferasi-activated receptor γ (PPAR γ) koaktivator 1 α (PGC-1 α) dan protein kotak forkhead O1 (FoxO1) sehingga mengurangi kerusakan glikogen (Alvarado, Schoenlau, et al., 2016, Jiang et al., 2020). Selanjutnya, fosforilasi AKT dan glikogen sintase kinase-3 β (GSK3 β) diaktifkan oleh antosianin, yang mengarah ke peningkatan regulasi glikogen sintase 2

(GYS2) (Yan, Dai, and Zheng 2016, Herrera-Balandrano et al., 2021). Dan antosianin menghambat aktivitas α -amilase yang ada dalam lumen usus kecil untuk meningkatkan hiperglikemia postprandial. Melalui transporter glukosa 2 (GLUT2) dan transporter natrium / glukosaco-1 (SGLT1), glukosa dapat diserap dari usus kecil ke dalam pembuluh darah sehingga menyebabkan hiperglikemia postprandial (Williamson, 2013). Beberapa penelitian telah mengonfirmasi bahwa antosianin dapat menghambat transporter glukosa (SGLT1 dan GLUT2) untuk mengurangi penyerapan glukosa di usus, meningkatkan glukosa darah postprandial. Selain GLUT-4 dan GLUT-2, penelitian telah menunjukkan bahwa antosianin dapat mengatur ekspresi GLUT-1 dengan mengaktifkan jalur pensinyalan Wnt/ β -catenin-WISP1 sehingga mengurangi kadar glukosa darah.

3. Meningkatkan metabolisme lipid

Beberapa penelitian telah melaporkan beberapa mekanisme antosianin dalam meningkatkan metabolisme lipid. Pertama, banyak enzim yang terlibat dalam sintesis dan metabolisme asam lemak dan triasilgliserol, seperti Acyl-CoA synthase1(ACS1), fatty acid synthase (FAS), dan glycerol-3-phosphate acyltransferase (GPAT), dapat dihambat oleh antosianin. Dan sterol regulatory element binding protein (SREBP-1) diatur oleh insulin dan terlibat dalam ekspresi lipase. Antosianin mengurangi ekspresi SREBP-1 untuk mengurangi sintesis asam lemak. Kedua, antosianin mengaktifkan ekspresi gen enzim terkait metabolisme kolesterol seperti kolesterol 7 α -hidroksilase (CYP7A1) dan 3-hidroksi-3-methylglutaryl-CoA reduktase (HMG-CoAR). Mempromosikan pemecahan kolesterol atas sintesis kolesterol sehingga meningkatkan parameter lipid darah DM. Ketiga, antosianin dapat meningkatkan metabolisme adiposit dengan mengatur faktor transkripsi FoxO1-mediated transcription adiposa trigliserida lipase (ATGL). Keempat, antosianin ditunjukkan dalam penelitian lain untuk mengurangi akumulasi trigliserida hati dan meningkatkan metabolisme lipid dengan mengaktifkan jalur pensinyalan AMPK yang merupakan pengatur utama metabolisme lipid hati. Kelima, antosianin juga menghambat ekspresi gen adipogenik seperti PPAR γ dan meningkatkan ekspresi karnitina palmitoil transferase (CPT-1) dan PPAR α , yang berhubungan dengan oksidasi lemak.

4. Meningkatkan stres oksidatif

Kerusakan sel yang disebabkan oleh stres oksidatif memainkan peran penting dalam perkembangan DMT2 sehingga kapasitas antioksidan antosianin juga merupakan salah satu alasan efek anti-DMT2. Antosianin mengais radikal bebas berlebih dan mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh stres oksidatif dengan mengaktifkan sistem pertahanan antioksidan endogen. Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa antosianin meningkatkan aktivitas antioksidan enzimatis dalam tubuh, seperti superoksida dismutase (SOD) dan katalase (CAT), meningkatkan kemampuannya untuk melindungi sel dari kerusakan oksidatif dengan mengatalisis konversi radikal bebas menjadi hidrogen peroksida. Selain itu, antosianin juga meningkatkan aktivitas Glutathione peroxidase (GPx) dan glutathione reductase (GR), dan mempercepat sintesis glutathione (GSH), yang pada akhirnya meningkatkan aktivitas antioksidan plasma pada populasi DMT2. Stres oksidatif telah terbukti mengaktifkan jalur pensinyalan P38 MAPK, yang memainkan peran penting dalam respons stres oksidatif. Dan aktivasi P38 MAPK dapat dihambat oleh antosianin. Antosianin secara tidak langsung memberikan efek antioksidan dengan mengatur produksi anion superoksida dan oksida nitrat melalui metabolitnya.

5. Meningkatkan peradangan

Respons inflamasi jangka panjang dapat berkontribusi pada resistansi insulin yang akhirnya mengarah ke DM2, dan mendorong perkembangan komplikasi DM. Beberapa sitokin inflamasi TNF- α , IL-6, IL-1 memainkan peran kunci dalam respons inflamasi, sementara antosianin dapat menghambat ekspresi sitokin inflamasi ini sehingga memainkan peran anti-inflamasi. Monocyte chemoattractant protein 1 (MCP-1) adalah kemokin yang mengatur migrasi dan infiltrasi leukosit dan terlibat dalam patogenesis DM. Banyak penelitian telah membuktikan bahwa antosianin dapat mengurangi ekspresi MCP-1. Dan antosianin juga menghambat ekspresi gen sitokin inflamasi ini dengan menekan jalur IKK/NF- κ B. Pada saat yang sama, sekresi adiponektin meningkat oleh antosianin sehingga mengurangi ekspresi TNF- α dan IFN- γ , merangsang produksi IL-10 anti-inflamasi, dan mengubah fenotip makrofag dari tipe proinflamasi ke tipe antiinflamasi. Selain itu, leptin yang diproduksi oleh adiposit dapat mengatur respons imun, termasuk aktivasi sel-sel kekebalan tubuh dan induksi mediator pro-inflamasi. Antosianin telah menunjukkan bahwa dapat menghambat produksi leptin.

Mekanisme 2 antosianin sebagai antidiabetes

Peradangan yang diinduksi glukosa tinggi dan fibrosis miokard adalah dua faktor patogen utama komplikasi jantung diabetes. Interleukin-17 (IL-17) sebagai sitokin pro-inflamasi, diketahui memainkan peran penting dalam fibrosis jantung. Antosianin dapat mengurangi ekspresi IL-17 dengan mengatur miR-214-3p, yang merupakan RNA non-coding pendek yang mengontrol proses peradangan melindungi fungsi jantung. Metalloproteinase (MMPs) dapat mempromosikan transformasi fibroblas menjadi myofibroblast yang mengarah ke remodeling miokard, dan efek ini dapat dihambat oleh inhibitor jaringan mereka (TIMPs). Antosianin dapat mengatur keseimbangan homeostatik antara MMP dan TIMP-1 dan menghambat transformasi faktor pertumbuhan β (TGF- β) dan fibroblast Growth Factor 2 (FGF2) yang berhubungan dengan fibrosis jantung. Chen, YF et al juga menemukan bahwa antosianin mengurangi reseptor seperti tol 4 (TLR4) / aktivasi NF- κ B dan meningkatkan peradangan dan fungsi miokard. Nekrosis kardiomyosit dan apoptosis yang diinduksi hiperglikemia juga merupakan salah satu patogenesis komplikasi jantung diabetes. Pensinyalan kelangsungan hidup IGF1R/PI3K/AKT, dan mekanisme anti-apoptosis terkait keluarga BCL-2 ditingkatkan oleh antosianin, sementara keluarga caspase dan protein Bad dan Bak yang terkait dengan mekanisme apoptosis ditekan.

KESIMPULAN

Antosianin menghasilkan efek positif sebagai pengobatan tambahan potensial untuk DM. Antosianin memiliki efek menguntungkan pada metabolisme glukosa, metabolisme lipid, resistansi insulin, antioksidan, dan antiinflamasi melalui berbagai mekanisme sehingga berperan dalam pencegahan dan pengobatan DM. Selain itu, antosianin juga dapat mengurangi kerusakan organ yang disebabkan oleh deposisi glukosa dan lipid yang tinggi, meningkatkan fungsi organ, dan mencegah perkembangan komplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Belwal, T., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Habtemariam, S. (2017). Dietary anthocyanins and insulin resistance: When food becomes a medicine. *Nutrients*, 9(10), 1111. <https://doi.org/10.3390/nu9101111>

- Havananda, T., & Luengwilai, K. (2019). Variation in floral antioxidant activities and phytochemical properties among butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(3), 645–658. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-00738-6>
- Lakshan, S. A. T., Pathirana, C. K., Jayanath, N. Y., Abeysekara, W. P. K. M., & Abeysekara, W. K. S. M. (2020). Antioxidant and selected chemical properties of the flowers of three different varieties of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.). *Ceylon Journal of Science*, 49(2), 195. <https://doi.org/10.4038/cjs.v49i2.7740>
- Liu, Y., Wang, Q., Wu, K., Sun, Z., Tang, Z., Li, X., & Zhang, B. (2023). Anthocyanins' effects on diabetes mellitus and islet transplantation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33), 12102–12125. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2098464>
- Marpaung, A. M. (2020). Tinjauan manfaat bunga telang (*clitoria ternatea* l.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 1(2), 63–85. <https://doi.org/10.33555/jffn.v1i2.30>
- Melati, R., & Rahmadani, N. S. (2020). Diversifikasi Dan Preferensi Olahan Pangan Dari Pewarna Alami Kembang Telang (*Citoria ternatea*) di Kota Ternate. *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis*, 1(1), 84–88.
- Multisona, R. R., Shirodkar, S., Arnold, M., & Gramza-Michalowska, A. (2023). *Clitoria ternatea* flower and its bioactive compounds: potential use as microencapsulated ingredient for functional foods. *Applied Sciences*, 13(4), 2134. <https://doi.org/10.3390/app13042134>
- Rajamanickam, M., Kalaivanan, P., & Sivagnanam, I. (2015). Evaluation of anti-oxidant and anti-diabetic activity of flower extract of *Clitoria ternatea* L. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(8), 131–138. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50820>
- Sapian, S., Taib, I. S., Katas, H., Latip, J., Zainalabidin, S., Hamid, Z. A., Anuar, N. N. M., & Budin, S. B. (2022). The Role of Anthocyanin in Modulating Diabetic Cardiovascular Disease and Its Potential to Be Developed as a Nutraceutical. *Pharmaceuticals*, 15(11), 1344. <https://doi.org/10.3390/ph15111344>
- Sharma, S., Pandita, G., & Bhosale, Y. K. (2023). Anthocyanin: Potential tool for diabetes management and different delivery aspects. *Trends in Food Science & Technology*, 140, 104170. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104170>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Suarna, W., & Wijaya, M. S. (2021). Butterfly pea (*clitoria ternatea* L.: Fabaceae) and its morphological variations in Bali. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 6(2), 1–12. <https://doi.org/10.22146/JTBB.63013>
- Surya, D., Rajamani, K., Suresh, J., & Uma, D. (2022). Morphological characterization and assessment of anthocyanin in three different genotypes of *Clitoria ternatea* L. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7), 2388–2392.
- Sutakwa, A., Nadia, L. S., & Suharman, S. (2021). Addition of blue pea flower (*Clitoria ternatea* L.) extract increase antioxidant activity in yogurt from various types of milk. *Jurnal Agercolere*, 3(1), 31–37. <https://doi.org/10.37195/jac.v3i1.123>
- Verma, P. R., Itankar, P. R., & Arora, S. K. (2013). Evaluation of antidiabetic antihyperlipidemic and pancreatic regeneration, potential of aerial parts of *Clitoria ternatea*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23(5), 819–829. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013000500015>

Vidana Gamage, G. C., Lim, Y. Y., & Choo, W. S. (2021). Anthocyanins From *Clitoria ternatea* Flower: Biosynthesis, Extraction, Stability, Antioxidant Activity, and Applications. *Frontiers in Plant Science*, 12(December), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.792303>

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>