

EFEKTIVITAS ANTOSIANIN EKSTRAK BUNGA MAWAR UNTUK PENGOBATAN DIABETES MELLITUS TIPE 2

WAWAN KURNIAWAN

Fakultas Farmasi, Magister Farmasi, Universitas Bhakti Kencana Bandung.
Email : wawan88wex@gmail.com

ABSTRAK

Hiperglikemia adalah suatu kondisi medis berupa peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal yang menjadi karakteristik beberapa penyakit terutama diabetes melitus di samping berbagai kondisi lainnya. Kekayaan bunga-bunga tropis di Indonesia yang dapat dimakan telah menjadi bagian dari kuliner nusantara, secara tradisional digunakan sebagai obat, sebagai pewarna alami untuk makanan dan minuman. Antosianin merupakan senyawa turunan polifenol yang keberadaannya sangat melimpah di alam dengan keanekaragaman dalam berbagai jenis tumbuhan. Antosianin adalah komponen alami yang terakumulasi pada vakuola dan bertanggungjawab untuk warna merah, biru dan ungu pada buah, sayur, bunga dan tumbuhan lainnya. Berbagai manfaat positif dari antosianin untuk kesehatan manusia adalah sebagai antioksidan, meningkatkan kemampuan penglihatan mata, anti inflamasi, mencegah diabetes, menghambat sel tumor dan mencegah penyakit neurologis.

Kata Kunci : Antosianin, Ekstrak Bunga Mawar, Diabetes Militus 2

ABSTRACT

Hyperglycemia is a medical condition in the form of an increase in blood glucose levels beyond normal which is a characteristic of several diseases, especially diabetes mellitus, in addition to various other conditions. Indonesia's rich edible tropical flowers have become part of the archipelago's cuisine, traditionally used as medicine, as natural dyes for food and beverages. Anthocyanins are polyphenolic compounds whose existence is very abundant in nature with diversity in various types of plants. Anthocyanins are natural components that accumulate in vacuoles and are responsible for the red, blue and purple colors in fruits, vegetables, flowers and other plants. Various positive benefits of anthocyanins for human health are as antioxidants, improve eye vision, anti-inflammation, prevent diabetes, inhibit tumor cells and prevent neurological diseases.

Keywords: Anthocyanins, Rose Flower Extract, Diabetes Militus 2

PENDAHULUAN

Antosianin merupakan kelompok pigmen larut air pada tanaman yang paling banyak ditemukan disamping klorofil. Senyawa ini dalam bahasa Yunani berasal dari kata anthos yang berarti bunga dan kyanos yang berarti biru (Nurtiana, 2019). Antosianin adalah komponen alami yang terakumulasi pada vakuola dan bertanggungjawab untuk warna merah, biru dan ungu pada buah, sayur, bunga dan tumbuhan lainnya.

Seringkali, senyawa ini juga terdapat pada daun, batang, biji, dan jaringan lain. Secara umum, pigmen turunan pelargonidin dan sianidin menghasilkan warna merah dan ungu secara berurutan, sedangkan pigmen delphinidin menunjukkan warna ungu atau biru. Antosianin membantu tanaman untuk menarik hewan, yang mengarah ke penyebaran benih dan penyerbukan dan berperan penting dalam melindungi tanaman dari kerusakan akibat sinar ultraviolet. Selain itu, mereka berperan sebagai antioksidan dan dalam melindungi deoxyribonucleic acid (DNA) dan aparatus fotosintesis dari fluks radiasi tinggi (Ayash et al., 2020).

Berbagai manfaat positif dari antosianin untuk kesehatan manusia adalah sebagai antioksidan, meningkatkan kemampuan penglihatan mata, anti inflamasi, mencegah diabetes, menghambat sel tumor dan mencegah penyakit neurologis.

Hiperglikemia adalah suatu kondisi medis berupa peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal yang menjadi karakteristik beberapa penyakit terutama diabetes melitus di samping berbagai kondisi lainnya. Diabetes melitus (DM) saat ini menjadi salah satu ancaman kesehatan global. Berdasarkan penyebabnya, DM dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelompok, yaitu DM tipe 1, DM tipe 2, DM gestasional dan DM tipe lain. Diabetes melitus atau penyakit kencing manis merupakan penyakit menahun yang dapat diderita seumur hidup. Diabetes melitus (DM) disebabkan oleh gangguan metabolisme yang terjadi pada organ pankreas yang ditandai dengan peningkatan gula darah atau sering disebut dengan kondisi hiperglikemia yang disebabkan karena menurunnya jumlah insulin dari pankreas.

Penyakit diabetes melitus biasanya disebut dengan the silent killer dikarenakan penyakit diabetes melitus ini berdampak pada semua organ tubuh dan dapat menimbulkan berbagai keluhan. Pada penyakit diabetes ini sifatnya kronis dan jumlahnya akan terus meningkat diseluruh dunia diikuti dengan meningkatnya jumlah populasi, usia, prevalensi obesitas dan aktivitas fisik yang menurun. Oleh karena itu, jumlah penderita DM akan meningkat menjadi 2 kali lipat pada dekade selanjutnya yang akan menambah beban harga pada pelayanan dalam bidang kesehatan terutama di negara berkembang. Diabetes tidak hanya menyebabkan kematian premature diseluruh dunia. Penyakit ini juga penyebab utama kebutaan, penyakit jantung, dan gagal ginjal. Organisasi international diabetes federation (IDF) memepkirakan sedikitnya terdapat 463 juta orang pada usia 20-79 tahun didunia menderita diabetes pada tahun 2019 atau setara dengan angka prevalensi sebesar 9.3% dari total penduduk pada usia yang sama.

Organisasi WHO memprediksi adanya peningkatan jumlah pasien DM tipe 2 yang cukup besar pada tahun-tahun mendatang. Badan kesehatan dunia WHO memprediksi kenaikan jumlah pasien DM tipe 2 di Indonesia dari 8,4 juta pada tahun 2000 menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030. Prediksi International Diabetes Federation (IDF) juga menunjukkan bahwa pada tahun 2019 - 2030 terdapat kenaikan jumlah pasien DM dari 10,7 juta menjadi 13,7 juta pada tahun 2030.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan yaitu ekstrak bunga mawar yang diambil kandungan antosianin sebagai anti diabet khususnya diabetes tipe 2, pemberian ekstrak bunga mawar yang kaya akan antosianin pada tikus yang mengalami diabetes tipe 2 dapat mengaktifkan activated protein kinase (AMPK) pada jaringan adipose, otot dan hati. Itu merupakan faktor penting dalam menjaga keseimbangan energi dalam sel dan target yang potensial untuk pencegahan dan pengobatan diabetes tipe 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bunga Mawar

Kekayaan bunga-bunga tropis di Indonesia yang dapat dimakan telah menjadi bagian dari kuliner nusantara, secara tradisional digunakan sebagai obat, sebagai pewarna alami untuk makanan dan minuman, dan hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa bunga-bunga tersebut bisa menjadi bahan pangan dan minuman fungsional terutama karena mengandung senyawa antioksi iptek hortikultura 25 dan tinggi. Antioksidan alami yang berasal dari tanaman lebih baik dan aman dikonsumsi. Untuk kebutuhan sendiri, bunga tersebut dapat ditanam di halaman rumah asalkan masih mendapat sinar matahari.¹

Bunga mawar khususnya mawar merah (*Rosa damascena* Mill) dapat dikembangkan di negara kita, asalkan memenuhi persyaratan tumbuhnya diantaranya daerah pengembangan
Copyright (c) 2023 HEALTHY : Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan

memiliki iklim tropis maupun subtropis, elevasi 700-1000 m di atas permukaan laut (dpl), suhunya sejuk serta cukup lembab. Menurut (Windi, 2014) bunga mawar sudah tidak asing lagi di kalangan masyarakat pecinta bunga, selain sebagai tanaman hias juga dapat dibuat sebagai bunga potong karena memiliki nilai estetika dan berbau harum. Berdasarkan kegunaannya, bunga ini sering digunakan sebagai tanaman hias pot, bunga potong, dan dapat digunakan sebagai tanaman penghias taman, selain itu mawar juga digunakan sebagai bunga tabur (rampai) dan bahan industri kosmetik dan pewangi.²

Mawar yang dapat dimakan telah diidentifikasi sebagai sumber potensial senyawa antioksidan yang meningkatkan kesehatan manusia. Untuk menilai potensi ini, sembilan kultivar mawar yang dapat dimakan yang dipanen di Jincheon, Chungbuk. Ekstrak kelopak bunga mawar yang dapat dimakan disiapkan, dan senyawa antioksidan penyusun serta aktivitas antioksidannya dianalisis. Konsentrasi antosianin total dan konsentrasi flavonoid total secara signifikan lebih tinggi pada kultivar Mister Lincoln dibandingkan pada kultivar lainnya. Total senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan total pada kultivar Mister Lincoln dan Orange Meillandina secara nyata lebih tinggi dibandingkan kultivar lainnya. Kandungan antosianin total berkorelasi tinggi dengan kandungan flavonoid, dan hubungan antara fenolik total dan aktivitas penangkapan radikal DPPH juga berkorelasi kuat. Secara keseluruhan, senyawa antioksidan dan aktivitas antioksidan mawar yang dapat dimakan ditemukan lebih besar daripada buah dan sayuran berdaun. Dengan demikian, mawar yang dapat dimakan adalah sumber alami senyawa antioksidan, dan diharapkan memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam produksi makanan fungsional dan industri kosmetik.²⁰

Antosianin

Antosianin merupakan senyawa turunan polifenol yang keberadaannya sangat melimpah di alam dengan keanekaragaman dalam berbagai jenis tumbuhan. Antosianin merupakan kelompok pigmen larut air pada tanaman yang paling banyak ditemukan di samping klorofil. Senyawa ini adalah komponen alami yang terakumulasi pada vakuola dan bertanggungjawab untuk warna merah, biru dan ungu pada buah, sayur, bunga dan umbi-umbian. Antosianin disusun dari sebuah aglikon (antosianidin) yang teresterifikasi dengan satu atau lebih gugus gula (glikon). Terdapat sekitar 600 jenis antosianin yang telah diekstrak dari tanaman. Perbedaan utama dari berbagai jenis antosianin adalah pada jumlah gugus hidroksil dan gugus gula yang terikat pada struktur molekul ataupun posisi dari ikatannya. Antosianin memiliki berbagai manfaat untuk kesehatan tubuh diantaranya adalah sebagai antioksidan, pencegah penyakit kardiovaskular, meningkatkan daya penglihatan, anti-diabetes, anti inflamasi dan anti kanker. Dalam proses pengolahannya, untuk mempertahankan kestabilan dan kandungan antosianin perlu memperhatikan beberapa karakteristiknya yakni antosianin rentan terhadap suhu tinggi, cahaya, lebih stabil pada pH rendah dan dapat dipertahankan kestabilannya dengan cara kopigmentasi.²⁴

Antosianin merupakan kelompok pigmen larut air pada tanaman yang paling banyak ditemukan disamping klorofil. Senyawa ini dalam bahasa Yunani berasal dari kata anthos yang berarti bunga dan kyanos yang berarti biru.⁴

Flavonoid yang larut dalam air, tidak teroksidasi, tidak jenuh, antosianin, banyak terdapat pada bunga dan buah-buahan. Konsumsi diet flavonoid ini lebih tinggi dibandingkan dengan flavonoid lainnya. Beberapa penelitian, baik pada model hewan maupun sel, menunjukkan bahwa antosianin memiliki aktivitas antidiabetes.¹⁴

Aktivitas antidiabetes flavonoid mendukung pengaturan pencernaan karbohidrat, pensinyalan insulin, sekresi insulin, pengambilan glukosa, dan deposisi adiposa.¹⁷

Antosianin adalah komponen alami yang terakumulasi pada vakuola dan bertanggungjawab untuk warna merah, biru dan ungu pada buah, sayur, bunga dan tumbuhan lainnya. Seringkali, senyawa ini juga terdapat pada daun, batang, biji, dan jaringan lain. Secara

umum, pigmen turunan pelargonidin dan sianidin menghasilkan warna merah dan ungu secara berurutan, sedangkan pigmen delphinidin menunjukkan warna ungu atau biru. Antosianin membantu tanaman untuk menarik hewan, yang mengarah ke penyebaran benih dan penyerbukan dan berperan penting dalam melindungi tanaman dari kerusakan akibat sinar ultraviolet. Selain itu, mereka berperan sebagai antioksidan dan dalam melindungi deoxyribonucleic acid (DNA) dan aparatus fotosintesis dari fluks radiasi tinggi.⁵

Metformin adalah obat anti-diabetes oral yang berasal dari lilac Prancis yang cocok untuk pengobatan diabetes dengan profil keamanan yang terkenal. Membandingkan efek metformin dan anthocyanin yang diekstraksi dari blueberry pada kadar glukosa darah mengungkapkan bahwa ekstrak blueberry (595 mg/g total anthocyanin) menyebabkan penurunan glukosa darah sebesar 33% hingga 51% dibandingkan dengan penurunan 27% yang terlihat dengan metformin. Studi lain melaporkan bahwa quercetin merangsang jalur AMPK tergantung insulin, yang analog dengan aktivitas metformin. Selain itu, sebuah studi yang mengukur efek pengobatan bersama metformin dan flavon pada pasien kanker payudara menunjukkan penghambatan yang signifikan dalam viabilitas sel dan peningkatan apoptosis.¹⁶

Sumber Antosianin

Antosianin dapat ditemukan secara luas pada buah, bunga, daun, umbi-umbian, kulit batang, dan kulit buah maupun pada legum dan sereal. Berbagai produk hortikultura yang mengandung antosianin ditampilkan pada gambar berikut.²⁴

Bukti Antidiabetes dari Flavonoid, Flavonoid adalah tanaman metabolit sekunder mengerahkan sifat anti-diabetes yang kuat misalnya, quercetin, naringin, hesperidin, gallate epigallocatechin, baptingenin, myricetin, dan anthocyanin. Ini memiliki sifat antioksidan dan anti-inflamasi yang sangat besar. Bukti saat ini telah mengungkapkan bahwa senyawa flavonoid telah menunjukkan efek regulasi gen. Sel yang dikultur diperlakukan dengan flavonoid kakao menunjukkan mekanisme studi in-vivo yang kurang dipahami. Dengan menggunakan garis sel yang berbeda. Telah diamati bahwa flavanol kakao dapat meningkatkan homeostasis glukosa melalui fungsi karbohidrat mediasi di usus. Beberapa penelitian menyarankan efek perbaikan sel yang diberi perlakuan kakao terhadap faktor apoptosis mendorong sintesis glukosa, mengaktifkan sekresi insulin dan membujuk replikasi seluler. Oleh karena itu, flavanol kakao yang diperkaya katekin meningkatkan glukosa yang memicu sekresi insulin, di sisi lain, sel kultur yang diobati dengan ekstrak kakao total atau fraksi kaya prosianidin polimer tidak menunjukkan efek positif pada tingkat (0,75 –25 µg/mL). Diet yang dilengkapi dengan 10% kakao pada tikus Zucker diabetes berlemak (ZDF) selama 9 minggu menurunkan hiperglikemia meningkatkan sensitivitas insulin dan meningkatkan fungsi massa sel.¹⁸

Flavonoid adalah molekul yang berbeda secara struktural yang sangat banyak terdapat di alam. Efek anti-oksidatif flavonoid masuk ke zona sentral karena sifat yang luas untuk mengatasi stres oksidatif pada pasien diabetes selama dekade terakhir. Kami telah memberikan bukti bahwa diabetes berkembang dari stres oksidatif. Banyak upaya telah dilakukan untuk meminimalkan stres oksidatif yang diinduksi seluler pada diabetes dengan suplementasi antioksidan. Flavonoid menampilkan aktivitas anti-oksidan dan anti-inflamasi yang kuat in-vitro dan in-vivo dan juga memodulasi faktor transkripsi dan mediator pro-inflamasi melalui interaksi dengan reseptor. Saat ini, isolasi pulau pankreas dan model transplantasinya mungkin memiliki implikasi terapeutik pada T2DM. Cara terbaik adalah dengan mengimplikasikan kedua strategi seperti flavonoid dengan proses transplantasi berdasarkan pankreas yang mungkin memberikan beberapa wawasan terapeutik baru. Hal ini lebih lanjut menunjukkan bahwa serapan beberapa senyawa flavonoid terlepas dari tunggal dalam jumlah yang berlebihan adalah yang paling penting. Dari catatan, bahwa banyak literatur pada manusia dan hewan menunjukkan dosis yang tepat dari flavonoid tunggal murni meningkatkan glikemia karena

sebagian besar flavonoid memberikan aktivitas dengan mempengaruhi pencernaan gula kompleks dan penyerapan glukosa.¹⁹

Peran, Fungsi Antosianin Terhadap Kesehatan

Berbagai manfaat positif dari antosianin untuk kesehatan manusia adalah sebagai antioksidan, meningkatkan kemampuan penglihatan mata, anti inflamasi, mencegah diabetes, menghambat sel tumor dan mencegah penyakit neurologis. Berikut beberapa potensi kesehatan dari antosianin:

1. Sebagai antioksidan

Potensi antioksidan dari antosianin tergantung dari struktur kimia dari molekul, struktur fenol memberikan sifat antioksidan. Glikosilasi pada antosianin menurunkan aktivitas radical scavenger dibandingkan dengan aglikon.⁶

Atom oksigen positif pada molekul antosianin membuatnya lebih berpotensi sebagai pendonor hydrogen. Aktivitas antioksidan pada antosianin dapat meningkat dengan adanya kandungan phytochemical lain seperti flavanol, katekin atau vitamin yang juga biasanya berada di dalam buah.⁷

Mencegah penyakit kardiovaskular Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang melibatkan jantung dan pembuluh darah (arteri dan vena), penyakit ini dapat berkembang disebabkan adanya platelet aggregation, hipertensi, tingginya Low Density Lipoprotein (LDL) darah dan disfungsi sel endotel pada saluran pembuluh darah. Studi epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi bahan makanan berbasis sayur dan buah dapat meningkatkan perlindungan terhadap penyakit jantung karena adanya kandungan senyawa senyawa bioaktif salah satunya antosianin.⁸

2. Meningkatkan daya penglihatan

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa antosianin dapat meningkatkan daya penglihatan termasuk gangguan pada retina.⁹

Antosianin dapat meningkatkan daya penglihatan melalui interaksi dengan fosfodiesterase (PDE) pada phototransduction, pencegahan PDE oleh antosianin akan memicu sel otot halus melakukan relaksasi sehingga kelelahan mata berkurang dan juga menipiskan lensa mata untuk mencegah terjadinya rabun dekat.⁷

3. Anti diabetes

Diabetes dapat terjadi akibat resistensi insulin ataupun kekurangan insulin yang akan menyebabkan meningkatnya kadar gula darah.¹⁰

Pada penelitian pemberian ekstrak bilberry yang kaya akan antosianin pada tikus yang mengalami diabetes tipe 2 dapat mengaktifkan activated protein kinase (AMPK) pada jaringan adipose, otot dan hati. Itu merupakan faktor penting dalam menjaga keseimbangan energi dalam sel dan target yang potensial untuk pencegahan dan pengobatan diabetes tipe 2. Pada jaringan adiposa, akan terjadi peningkatan glucose transporter type 4 (GLUT4) yang mana merupakan komponen utama untuk membawa glukosa masuk ke dalam jaringan. Hal tersebut akan membuat uptake glukosa menjadi meningkat. Sedangkan pada hati dan otot akan terjadi fosforilasi dari acetylCoA carboxilase dan peningkatan acylCoA oxidase yang mampu menurunkan proses lipogenesis.¹¹

Pengaktifan AMPK memicu penurunan pembentukan enzim glukoneogenesis sehingga mencegah pembentukan glukosa dari hati. Keseluruhan mekanisme tersebut pada akhirnya akan mampu memicu penurunan kadar glukosa dalam darah juga penurunan lipid pada serum dan hati sehingga sensitivitas insulin meningkat.¹²

4. Anti inflamasi

Inflamasi (peradangan) adalah respon biologi secara kompleks dari luka, iritasi, atau inisiasi dan pengembangan kanker/ tumor. Stimulasi terjadinya inflamasi adalah

akibat adanya perubahan asam arachidonic menjadi prostaglandin oleh enzim cyclooxygenase (COX). Antosianin memiliki kemampuan untuk menghambat messenger ribonucleic acid (mRNA) atau ekspresi protein dari COX-2, nuclear factor kappa (NF-k) dan berbagai interleukin. Antosianin juga dapat menghambat aktivitas pembentukan prostaglandin.¹³

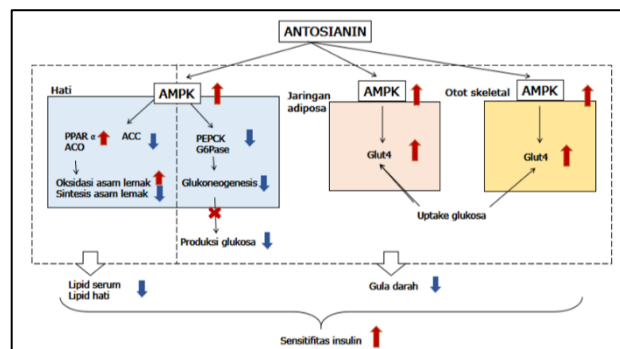
5. Anti kanker

Terdapat berbagai mekanisme antosianin sebagai anti kanker dalam tubuh diantaranya adalah mencegah atau membloking fase G1/ G0 dan G2/ M, ii) menginduksi apoptosis dan antiangiogenesis, iii) menginduksi phase II enzyme untuk detoksifikasi, iv) mencegah kerusakan oksidatif DNA.¹⁴

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sarma & Sharma (1999) diketahui bahwa cyanidin dapat berinteraksi dengan DNA membentuk kompleks cyanidin-DNA yang lebih stabil sehingga diperkirakan mampu mencegah kerusakan oksidatif DNA.¹⁵

Produk hortikultura	Total kandungan antosianin (mg/Kg)	Referensi
Anggur merah cv. Crimson tanpa biji	138,1	(Ferrara <i>et al.</i> , 2015)
Beras hitam utuh	3222,3	(Maulida & Guntari, 2015)
Beras merah	25,6 – 70,6	(Prabowo <i>et al.</i> , 2014)
Bilberry	18600 - 33970	(Zoratti <i>et al.</i> , 2014)
Buah senggani	383,8	(Anggraini, 2012)
Buah tomi-tomi	1038,9	(Fitriyani <i>et al.</i> , 2018)
Bunga rosella ungu	5787,5 – 8838,7	(Choiriyah, 2017)
Bunga kembang sepatu	7390	(Sangadji <i>et al.</i> , 2017)
Bunga mawar	9250	(Sangadji <i>et al.</i> , 2017)
Bunga pukul empat	9770	(Sangadji <i>et al.</i> , 2017)
Daun bayam merah	132,76	(Adam, 2017)
Daun <i>Caladium</i>	57	(Hasidah <i>et al.</i> , 2017)
Kacang panjang	14	(Reswari <i>et al.</i> , 2019)
Kubis merah	11110 - 17800	(Ahmadiani <i>et al.</i> , 2014)
Kulit buah jentri	238,7	(Lestario <i>et al.</i> , 2011)
Kulit buah naga	104,58	(Kwartiningsih <i>et al.</i> , 2016)
Kulit secang	23400	(Nomer <i>et al.</i> , 2019)
Mangga apel	105	(Anwarudinsyah <i>et al.</i> , 2013)
Mangga Khirsapati	115	(Anwarudinsyah <i>et al.</i> , 2013)
Mulberry	650	(Huang <i>et al.</i> , 2017)
Raspberry	459	(Palonen & Weber, 2019)
Strawberry	444	(Ingrid & Iskandar, 2016)
Ubi ungu	618,5	(Dan <i>et al.</i> , 2013)

Gambar 1. Total antosianin pada berbagai produk hortikultura



Gambar 2 : Mekanisme antosianin sebagai antidiabet dalam tubuh

KESIMPULAN

Diabetes melitus (DM) disebabkan oleh gangguan metabolisme yang terjadi pada organ pankreas yang ditandai dengan peningkatan gula darah atau sering disebut dengan kondisi hiperglikemia yang disebabkan karena menurunnya jumlah insulin dari pankreas. Antosianin dapat ditemukan secara luas pada buah, bunga, daun, umbi-umbian, kulit batang, dan kulit buah

maupun pada legum dan sereal. Berbagai manfaat positif dari antosianin untuk kesehatan manusia adalah sebagai antioksidan, meningkatkan kemampuan penglihatan mata, anti inflamasi, mencegah diabetes, menghambat sel tumor dan mencegah penyakit neurologis. Pada penelitian pemberian ekstrak bilberry yang kaya akan antosianin pada tikus yang mengalami diabetes tipe 2 dapat mengaktifkan activated protein kinase (AMPK) pada jaringan adipose, otot dan hati. Itu merupakan faktor penting dalam menjaga keseimbangan energi dalam sel dan target yang potensial untuk pencegahan dan pengobatan diabetes tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hussain, Z.A. Ahmed, T.O. Mahwi, T.A. Aziz. Effect of quercetin on postprandial glucose excursion after mono- and disaccharides challenge in normal and diabetic rats. *J. Diab. Mell.* 2 (2012)
- Ayash, A., Al-Tameemi, K., & Nassour, R. (2020). Anthocyanin pigments: Structure and biological importance. Article in *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 13(4), 45–57. www.jchps.com
- Balandrano, Daniela & Chai, Zhi & Hutabarat, Ruth & Beta, Trust & Feng, Jing & Ma, Kaiyang & Li, Da-Jing & Huang, Wuyang. (2021). Hypoglycemic and hypolipidemic effects of blueberry anthocyanins by AMPK activation: In vitro and in vivo studies. *Redox Biology*. 46. 102100.10.1016/j.redox.2021.102100.
- Boivin D, Blanchette M, Barrette S, Moghrabi A, B' Eliveau R. (2007). Inhibition Of Cancer Cell Proliferation And Suppression Of TNF-Inducactivation Of NF Kappa B By Edible Berry Juice. *Anticancer Res.* 27(2):937–48.
- Haejo Yang, Youngjae Shin, Antioxidant compounds and activities of edible roses (*Rosa hybrida* spp.) from different cultivars grown in Korea, *CrossMark*, 2017.
- He J, Giusti MM. (2010). Anthocyanins: Natural Colorants Withhealth-Promoting Properties. *Annu Rev Food Sci Technol.* 1:163–87.
- INFODATIN, Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Tetap Produktif Cegah dan Atasi Diabetes Mellitus, 2020.
- Kong, J. Lian C Ngoh K., Tet F., Brouillard. (2003). Analysis and Biological Activities Of Anthocyanins. *Phytochemistry.* 64:923–933.
- Kruger, M. Neildavies, Kathryn H. Myburgh, Sandrine Lecour. (2014). Proanthocyanidins, Anthocyanins and Cardiovascular Diseases. *Food Research International.* 59: 41–52.
- LESTARI et.al, Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan, 2021
- Nomi, Y., K.I. Kurashige, H. Matsumoto. 2019. Therapeutic Effects of Anthocyanins for Vision and Eye Health. *Molecules*, 24, 118
- Nurtiana, W. (2019). Anthocyanin as Natural Colorant: a Review. *Food ScienTech Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33512/fsj.v1i1.6180>
- PERKENI, Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia 2021
- Pojer E, Fulvio M. Dan J, Creina S. (2013). The Case for Anthocyanin Consumption to Promote Human Health: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety.* 12(5):483-508
- Raghad Khalid AL-Ishaq, et.al, Flavonoids and Their Anti-Diabetic Effects: Cellular Mechanisms and Effects to Improve Blood Sugar Levels. *MDPI*, 2019
- Raida Amelia Ifadah et.al, Ulasan Ilmiah: Antosianin dan Manfaatnya untuk Kesehatan, *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 2021

- Semple, R.K. 2016. Carbohydrate Metabolism: Diabetes Mellitus, Genomic Aberrations. Di dalam Reference Module in Biomedical Sciences. Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-801238-3.99433-9.
- Sutarni, & Suryowinoto, M. (1997). Flora Eksotika Tanaman Hias Berbunga. Jakarta: Kanisius
- Takikawa M, Inoue S, Horio F. (2010). Dietary Anthocyanin-Rich Bilberry Extract Ameliorates Hyperglycemia and Insulin Sensitivity Via Activation of AMPActivated Protein Kinase in Diabetic Mice. *J Nutr.* 140:527–33.
- Tarique Hussaina, et.al, Flavonoids and Type 2 Diabetes: Evidence of efficacy in clinical and animal studies and delivery strategies to enhance their therapeutic efficacy. Elsevier, 2020.
- Vinayagam, R.; Xu, B. Antidiabetic properties of dietary flavonoids: A cellular mechanism review. *Nutr. Metab. (Lond.)* 2015, 12, 60. [CrossRef] [PubMed]
- Wang, L. S., & Stoner, G. D. (2008). Anthocyanins and Their Role in Cancer Prevention. *Cancer letters*, 269(2), 281– 290. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.05.020>
- Windi. (2014). Daya Hambat Minyak Atsiri Mawar (*Rosa damascena* Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. Universitas Hasanuddin: Makassar.