

## TINJAUAN MANFAAT BUNGA TELANG (*CLITORIA TERNATEA L.*) BAGI KESEHATAN MANUSIA

Abdullah Muzi Marpaung

Department of Food Technology, Swiss German University, Indonesia, 15143

### ABSTRACT

All part of the butterfly pea (*Clitoria ternatea*) plant reported having a various positive effect on human health. The blue petal, in particular, shows a wide range of functional activity including as an antioxidant, antidiabetic, antiobesity, anticancer, anti-inflammatory, and antibiotic. The hydrophilic phase of butterfly pea flower extract contains flavonol glycosides, anthocyanins, flavones, flavonols, phenolic acids, and cyclotides. Meanwhile, the terpenoids, alkaloids, and fatty acids were found in the lipophilic phase of butterfly pea flower extract. The proven health benefits and the wide range of the type of bioactive compounds promote butterfly pea flower as the source of functional food and nutraceuticals. However, a series of intensive research, including the clinical trial, is still needed.

**Keywords:** *Butterfly pea; Clitoria ternatea; functional food; nutraceutical.*

### ABSTRAK

Telang (*Clitoria ternatea*) merupakan salah satu dari tanaman yang semua bagiannya memiliki manfaat fungsional bagi tubuh manusia. Bagian kelopak bunganya dilaporkan bermanfaat sebagai antioksidan, antidiabetes, antiobesitas, antikanker, antiinflamasi, antibiotik dan melindungi jaringan hati. Berbagai komponen bioaktif ditemukan pada bunga telang, baik yang bersifat lipofilik maupun hidrofilik. Di antara komponen bioaktif yang dijumpai adalah flavonol glikosida, antosianin, flavon, flavonol, asam fenolat, senyawa-senyawa terpenoid dan alkaloid, serta senyawa-senyawa peptida siklik atau siklotida. Rentang manfaat yang luas menjadikan bunga telang sebagai salah satu bahan potensial baik untuk pangan fungsional maupun nutrasetikal. Sekalipun demikian, serangkaian penelitian hingga ke tahap uji klinis masih diperlukan.

**Kata kunci:** *Bunga telang; Clitoria ternatea; nutrasetikal; pangan fungsional.*

### Article Information

Article Type: Review  
Journal Type: Open Access  
Volume: 1 Issue 2

Manuscript ID  
v1n2261-2

Received Date  
13 January 2020

Accepted Date  
13 February 2020

Published Date  
29 February 2020

DOI:  
10.33555/jffn.v1i2.30

### Corresponding author:

Abdullah Muzi Marpaung  
Tangerang, Indonesia, 15143  
Email: [abdullah.muzi@sgu.ac.id](mailto:abdullah.muzi@sgu.ac.id)

### Citation:

Marpaung, A.M. 2020. Tinjauan dan Manfaat Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) bagi Kesehatan Manusia. *J. Functional Food. & Nutraceutical*, 1(2), pp.47-69.

**Copyright:** ©2020 Swiss German University. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## PENDAHULUAN

Belakangan ini bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) semakin populer di Indonesia sebagai bunga yang memberikan banyak manfaat kesehatan. Sajian minuman bunga telang atau dalam bentuk penganan lain semakin mudah dijumpai di restoran. Bunga telang, segar ataupun kering, kini relatif semakin ramai diperjualbelikan. Semakin banyak pula yang menanam tanaman bunga telang di pekarangan rumah untuk keperluan satu keluarga.

Informasi terkait manfaat atau yang diklaim sebagai manfaat bunga telang tersedia berlimpah di berbagai saluran internet: saluran berita, situs perusahaan atau organisasi, situs pribadi, dan media sosial. Kecondongan masyarakat sekarang untuk saling berbagi pengetahuan, cerita, atau pengalaman pribadi berkontribusi pula kepada semakin berlimpahnya informasi terkait manfaat bunga telang. Persoalannya, tidak semua informasi itu bersandar kepada hasil penelitian ilmiah. Sebagian tak jelas rujukan ilmiahnya. Ada pula yang sekadar pengalaman atau testimoni pribadi. Sebagian lagi berasal dari kepercayaan tradisional. Ada juga informasi ilmiah yang dilebih-lebihkan atau yang diinterpretasikan secara keliru. Telang merupakan tanaman yang seluruh bagiannya memiliki manfaat kesehatan. Sering khasiat bagian tanaman seperti akar, daun, atau biji, diklaim pula sebagai khasiat bunga. Kekeliruan ini bahkan ditemukan pula pada beberapa artikel ilmiah.

Jika demikian, seberapa jauh sesungguhnya manfaat bunga telang bagi kesehatan tubuh kita? Pertanyaan semacam ini tidaklah mudah untuk dijawab, bahkan boleh jadi tidak dapat tuntas terjawab. Akan tetapi, sebuah ulasan dipandang perlu untuk paling tidak memilah dan menelaah sebanyak mungkin data sehingga diperoleh informasi yang benar-benar merujuk kepada manfaat bunga telang yang didukung oleh hasil penelitian ilmiah. Hal inilah yang melatarbelakangi ditulisnya artikel ini. Bagian bunga dari tanaman telang menjadi pokok perhatian pada tulisan ini karena pemanfaatan bagian lain dari telang praktis belum banyak dijumpai di kalangan masyarakat Indonesia.

Ulasan di dalam artikel ini terbagi menjadi empat bagian: (i) bunga telang dalam pengobatan tradisional, (ii) sifat fungsional dan nutrasetikal bunga telang, (iii) komponen bioaktif pada bunga telang, dan (iv) tantangan bunga telang sebagai pangan fungsional dan nutrasetikal.

## Bunga Telang Dalam Pengobatan Tradisional

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.), selanjutnya dalam artikel ini disebut sebagai ‘telang’ untuk membedakannya dengan ‘bunga telang’ yang merupakan bagian dari tanaman, merupakan tanaman merambat menahun yang tergolong dalam keluarga *Fabaceae* atau polong-polongan. Pohon, bunga, dan bagian-bagian bunga telang dapat dilihat pada Gambar 1. Tanaman ini tumbuh menyebar di berbagai belahan dunia beriklim tropis dan subtropis di benua Asia dan Pasifik, Amerika dan Karibia, Afrika, dan Australia (Gomez & Kalamani, 2003). Dari mana tanaman ini berasal masih belum dapat dipastikan. Telang tidak berasal dari Pulau Ternate, Maluku Utara meski memiliki nama ilmiah yang berkaitan (Fantz, 1991). Satu versi menyebutkan bahwa telang bersal dari wilayah Asia yang beriklim tropis (Gomez & Kalamani, 2003). Satu versi secara spesifik menyebutkan Asia Tenggara sebagai asal tanaman ini (Manjula *et al.*, 2013). Sementara itu, menurut versi lain telang disebutkan berasal dari Karibia, Amerika Tengah dan Meksiko (Mukherjee *et al.*, 2008) atau Afrika (Poth *et al.*, 2011).

Telang merupakan herbal yang boleh dikata istimewa di dalam pengobatan tradisional. Seluruh bagiannya – mulai dari akar hingga bunga – dipercaya memiliki efek mengobati dan memperkuat kinerja organ (Mukherjee *et al.*, 2008). Khasiat tanaman ini diakui di dalam pengobatan tradisional berbagai peradaban, terutama Asia dan Amerika. Fantz (1991) dan Mukherjee *et al.* (2008) merangkum khasiat seluruh bagian telang untuk mengobati berbagai penyakit dalam pengobatan tradisional Asia (Asia tenggara, Asia selatan, India, Pakistan, Sudan, Filipina, Jawa), Amerika (El Salvador, Kuba, Karibia) dan Afrika (Ghana). Manjula *et al.* (2013) secara khusus mengulas khasiat telang menurut



Gambar 1. (Kiri) Tanaman telang, (kanan atas) bunga telang, (kanan bawah) bagian-bagian bunga telang

tradisi pengobatan India. Di antaranya disebutkan manfaat telang (i) untuk mengobati insomnia, epilepsi, disentri, keputihan, gonorrhoea, rematik, bronkhitis, asma, maag, tuberkulosis paru, demam, sakit telinga, penyakit kulit seperti eksim, impetigo, dan prurigo, sendi bengkak, kolik, sembelit, infeksi kandung kemih, asites (akumulasi kelebihan cairan pada rongga perut) (ii) untuk memperlancar menstruasi, melawan bisa ular dan sengatan kalajengking, (iii) sebagai antiperiodik (obat untuk mencegah terulangnya penyakit kambuhan seperti malaria), obat cacing, pencahar, diuretan, pendingin, pemicu mual dan muntah sehingga membantu mengeluarkan dahak bronkhitis kronis, dan stimulan seksual. Sebagai tambahan, oleh masyarakat Arab Saudi daun, biji dan bunga telang dimanfaatkan untuk mengobati penyakit *liver* atau hati (Al-Asmari et al., 2014). Di Madagaskar daun telang digunakan untuk meredakan nyeri sendi (Jain et al., 2003). Di Myanmar campuran jus bunga telang dan susu digunakan untuk menyembuhkan sakit mata (DeFilipps & Krupnick, 2018). Sementara itu di Indonesia, khususnya masyarakat Betawi, bunga telang digunakan untuk membuat jernih mata bayi.

Dalam sistem pengobatan kuno India (Ayurveda), telang tergolong herbal yang penting. Hal ini dapat terlihat pada nama yang diberikan kepada telang

dalam Bahasa Hindi, yaitu *aparajita* yang berarti 'yang tak terkalahkan'. Tanaman ini sekurang-kurangnya disebutkan pada dua kitab utama Ayurveda, yaitu *Charaka Samhita* dan *Sushruta Samhita* (Kumar et al., 2016). Peran terpenting telang di dalam Ayurveda adalah sebagai salah satu bahan dalam *Medhya Rasayana*, yakni campuran herbal yang dipercaya berkhasiat untuk meremajakan otak, menyembuhkan gangguan neurologis dan meningkatkan atau mempertahankan kecerdasan (Lijon et al., 2017). Tidak semua manfaat tersebut telah dibuktikan secara ilmiah, sehingga hanya dapat dipandang sebagai kearifan masa lalu yang dapat dikembangkan sebagai gagasan penelitian.

Sejak tahun 1950-an tanaman telang telah menjadi obyek penelitian ilmiah, khususnya untuk mengonfirmasi manfaatnya sebagaimana yang diklaim dalam pengobatan tradisional. Publikasi ilmiah pertama adalah pada tahun 1954 yang melaporkan kandungan asam lemak pada biji telang (Oguis et al., 2019). Sementara itu, manfaat fungsional telang yang pertama kali mendapatkan konfirmasi ilmiah adalah efek diuretik dari akar telang pada tahun 1962 (Oguis et al., 2019).

Sebagaimana telah disampaikan, tulisan ini khusus merangkum dan mengulas manfaat bunga telang

yang sudah mendapatkan bukti ilmiah. Sementara itu, bagian-bagian lain dari telang, yang juga banyak memiliki manfaat, berada di luar cakupan artikel ini.

### Sifat Fungsional dan Nutrasetikal Bunga Telang

Dunia pengetahuan sudah lama menyadari manfaat produk-produk metabolisme sekunder untuk menopang kesehatan tubuh manusia. Di antara produk metabolisme sekunder itu adalah polifenol. Bunga telang adalah salah satu dari sumber tanaman dengan kadar polifenol relatif tinggi sehingga potensial memberikan manfaat kesehatan bagi manusia (Kamkaen & Wilkinson, 2009; Marpaung et al., 2013; Rabeta & An Nabil, 2013). Pada bab ini dirangkum berbagai penelitian yang mengungkapkan manfaat ekstrak bunga telang sebagai antioksidan, antidiabetes, anti-obesitas, anti-inflamasi, antimikroorganisme, antikanker, hepatoprotektif, dan beberapa manfaat fungsional lainnya.

### Antioksidan

Stres oksidatif adalah keadaan yang tak seimbang antara produksi spesies oksigen reaktif dan mekanisme pertahanan antioksidan. Spesies oksigen reaktif (ROS) seperti hidrogen peroksida, anion superoksida, dan radikal hidroksil biasanya dihasilkan melalui jalur metabolisme aerobik dalam tubuh manusia. Jika berlebihan, ROS mengakibatkan kerusakan oksidatif pada biomolekul seluler termasuk DNA, protein, asam nukleat, dan lipida membran. Peningkatan stress oksidatif sangat berperan pada terjadinya berbagai penyakit degeneratif. Asupan antioksidan, menurut sejumlah penelitian, dapat mencegah terjadinya penyakit terkait stres oksidatif.

Aktivitas antioksidan dalam mengelola stres oksidatif pada sistem biologis berlangsung melalui berbagai mekanisme seperti penangkapan radikal bebas, penghambatan enzim oksidatif, sebagai pengkelat ion logam, dan sebagai kofaktor enzim antioksidan (Lakshan et al., 2019). Di antara metode yang umum untuk menguji kemampuan

suatu sumber untuk menangkap radikal bebas adalah metode DPPH (*2,2-DiPhenyl 1-PicrylHydrazyl*), ABTS (*2,2'-Azinobis(3-ethylBenzoThiazoline-6-Sulfonate)*), ORAC (*Oxygen radical absorbance capacity*), FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*) dan TEAC (*Trolox equivalent antioxidant capacity*). Metode lain yang juga dikenal adalah HRSA (*Hydroxyl radical scavenging activity*), dan SRSA (*Superoxide radical scavenging activity*). Aktivitas antioksidasi bunga telang yang diekstraksi dengan berbagai prosedur dan pelarut serta diuji melalui berbagai metode telah dilaporkan pada sejumlah penelitian (Tabel 1).

Paling tidak ada tiga cara untuk menakar kemampuan suatu sumber sebagai antioksidan. Cara pertama, adalah mengukur seberapa banyak (dalam %) senyawa radikal yang dinetralkan oleh sumber antioksidan pada konsentrasi tertentu. Cara kedua, cara yang lebih umum dan komparatif, adalah menentukan konsentrasi sumber antioksidan untuk menetralkan 50% senyawa radikal, atau yang biasa dikenal dengan  $IC_{50}$ . Cara ketiga adalah dengan menentukan konsentrasi efisien untuk mencapai 50% dari respons maksimum dari suatu sumber atau  $EC_{50}$ . Dengan mengetahui  $IC_{50}$  atau  $EC_{50}$  kinerja suatu sumber antioksidan dapat dibandingkan dengan kinerja sumber antioksidan lain atau dengan kinerja antioksidan standar, biasanya adalah vitamin C (asam askorbat). Semakin kecil  $IC_{50}$  atau  $EC_{50}$  semakin efektif kerja suatu sumber sebagai antioksidan.

Sebagian besar peneliti menyebutkan bahwa kemampuan bunga telang untuk mereduksi senyawa radikal masih lebih rendah dibandingkan dengan kemampuan vitamin C (Rabeta & An Nabil, 2013; Srichaikul, 2018; Rajamanickam et al., 2015; Chayaratanasin et al., 2015; Phruksanan et al., 2014). Rajamanickam et al. (2015) melaporkan bahwa  $IC_{50}$  ekstrak metanol bunga telang adalah 95,30 mg/ml, sedangkan vitamin C hanya 70,80 mg/ml. Menurut Phruksanan et al. (2014)  $IC_{50}$  ekstrak air bunga telang adalah 0,47 mg/ml atau kira-kira 235 kali lebih tidak efektif dibandingkan vitamin C yang

Tabel 1. Aktivitas antioksidasi ekstrak bunga telang

Jenis Pelarut	Metode	Aktivitas Antioksidan			Referensi
		Konsentrasi (µg/ml)	% Penghambatan	IC <sub>50</sub> (µg/ml)	
Air	DPPH			470	(Chayaratanasin et al., 2015)
				242	(Lakshan et al., 2019)
				1000	(Kamkaen & Wilkinson, 2009)
				84	(Iamsaard et al., 2014)
					0,76 (Siti Azima et al., 2017)
					0,43 (Srichaikul, 2018)
					(Rajamanickam et al., 2015)
Metanol			95	(Kamkaen & Wilkinson, 2009)	
Etanol			4000	(Rajamanickam et al., 2015)	
Kloroform			132	(Rajamanickam et al., 2015)	
Etil asetat			107	(Rajamanickam et al., 2015)	
Air		25	391		(Rabeta & An Nabil, 2013)
		50	401		
		100	449		
		125	491		
		150	507		
		25	33		
Metanol		50	353		(Madhu, 2013)
		100	411		
		125	423		
		150	401		
		600	67		
Air	SRSA			26310	(Chayaratanasin et al., 2015)
Air	HRSA			19180	(Chayaratanasin et al., 2015)
Air	ABTS			0,1	(Srichaikul, 2018)
Air	ABTS	µM TEAC/g			4,16 (Siti Azima et al., 2017)
Air	FRAP	mmol FeSO <sub>4</sub> /mg			0,38 (Chayaratanasin et al., 2015)
					0,33 (Iamsaard et al., 2014)
					0,78 (Srichaikul, 2018)
					10,91 (Siti Azima et al., 2017)
Air	TEAC	µg FeSO <sub>4</sub> /mg mM TEAC/g mg TEAC/mg			0,17 (Chayaratanasin et al., 2015)
Air	ORAC	µM TEAC/g			15,76 (Siti Azima et al., 2017)

memiliki IC<sub>50</sub> 0,002 mg/ml. Menurut (Iamsaard et al., 2014) IC<sub>50</sub> ekstrak air bunga telang adalah 84,15 µg/ml, sedangkan IC<sub>50</sub> asam askorbat adalah 5,34 µg/ml. Kontradiktif dengan para peneliti lain,

Suganya et al., (2014) menyebutkan bahwa kemampuan ekstrak bunga telang untuk mereduksi senyawa radikal lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C.



Pada penelitian lain dilaporkan bahwa efektivitas bunga telang hanya 10,5% dari efektivitas Trolox untuk menangkap radikal hidroksil dan hanya 2% dari efektivitas Trolox untuk menangkap radikal superoksida. (Chayaratanasin et al., 2019). Uji aktivitas antioksidasi dengan berbagai metode menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang memiliki kemampuan yang baik di dalam menangkap berbagai macam radikal bebas, tetapi tergolong sebagai pengkelat logam yang lemah (Chayaratanasin et al., 2015).

Studi terhadap aktivitas antioksidasi 15 jenis bunga menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang merupakan salah satu dari bunga yang memiliki aktivitas antioksidasi paling tinggi (Vankar & Srivastava, 2010). Akan tetapi, menurut Siti Azima et al. (2017) aktivitas antioksidasi bunga telang masih lebih rendah dibandingkan dengan aktivitas kulit manggis (*Garcinia mangostana*), buah *Ardisia colorata*, dan buah jamblang (*Syzygium cumini*), baik dengan metode DPPH, ABTS, maupun FRAP. Berdasarkan metode ORAC aktivitas antioksidan bunga telang lebih baik dibandingkan dengan buah *Ardisia colorata* dan buah jamblang. Menurut (Lakshmeesh, 2019) bunga mawar lebih efektif dibandingkan dengan bunga telang sebagai antioksidan.

Ekstrak air bunga telang memiliki aktivitas antioksidasi yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak pelarut organik (Kamkaen & Wilkinson, 2009; Rabeta & An Nabil, 2013). Sementara itu, ekstrak metanol menghambat oksidasi dengan lebih baik dibandingkan dengan ekstrak etil asetat dan ekstrak kloroform (Rajamanickam et al., 2015). Hasil-hasil ini mengindikasikan bahwa fraksi hidrofilik (polar) bunga telang lebih berperan sebagai antioksidan daripada fraksi lipofilik atau nonpolarnya.

Potensi ekstrak bunga telang kemudian dipelajari lebih lanjut untuk melihat efektifitasnya di dalam melindungi sel dari kerusakan akibat oksidasi. Satu penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang melindungi eritrosit anjing dari hemolisis dan kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh 2,20 - azobis - 2 - metil - propanimidamide dihydrochloride (AAPH) (Phrueksanan et al., 2014). Ekstrak bunga telang juga efektif

melindungi sel-sel kulit dari tekanan oksidatif yang diinduksi oleh hidrogen peroksida dan sinar ultraviolet, yang membuatnya potensial sebagai kosmetika untuk memperlambat kulit keriput (Zakaria et al., 2018). Dalam studi lain sifat antioksidan dalam ekstrak bunga telang memfasilitasi produksi nanopartikel magnesium oksida, bahan yang semakin banyak digunakan untuk aplikasi biomedis (Sushma et al. 2015).

### Antidiabetes

Diabetes Mellitus (DM) merupakan gangguan metabolik yang ditandai oleh terjadinya hiperglikemia (gula darah tinggi), dislipidemia (gangguan metabolisme lipoprotein), dan metabolisme protein abnormal akibat terganggunya sekresi dan atau kerja insulin. Prosedur yang paling umum untuk menguji potensi antidiabetes suatu bahan adalah dengan mengukur efek hipoglikemia atau antihiperglikemia (menurunkan gula darah) bahan tersebut pada hewan percobaan, biasanya adalah tikus yang dibuat mengalami diabetes dengan cara diinduksi alloxan. Alloxan menyebabkan penurunan ekskresi insulin secara drastis akibat kerusakan sel- $\beta$  pulau Langerhans pada pankreas, sehingga menginduksi terjadinya hiperglikemia.

Efek hipoglikemia ekstrak bunga telang telah dibuktikan melalui beberapa penelitian (Daisy et al., 2009; Rajamanickam et al., 2015; Chusak et al., 2018). Pemberian ekstrak air bunga telang secara oral (400 mg/kg berat badan) kepada tikus percobaan menurunkan glukosa serum dan glikosilasi hemoglobin, serta meningkatkan insulin serum, glikogen otot hati dan tulang (Daisy et al., 2009). Pemberian ekstrak metanol, etil asetat, atau kloroform sebanyak 300 mg/kg berat badan menunjukkan aktivitas hipoglikemia pada tikus albino yang lebih efektif daripada obat diabetes komersial glibenamide (10 mg/kg) (Rajamanickam et al., 2015). Ekstrak kloroform bekerja lebih baik dibandingkan dengan ekstrak etil asetat dan methanol yang mengindikasikan bahwa aktivitas hipoglikemia lebih dikontribusikan oleh komponen bioaktif non-polar. Aktivitas antihiperglikemia ekstrak bunga telang telah pula diamati pada 15 pria sehat berusia rata-rata 22,53 tahun dengan indeks massa tubuh rata-rata 21,57

kg/m<sup>2</sup> yang diberi diet minuman yang mengandung 50 g sukrosa. Setelah 30 menit konsumsi, subjek yang minum minuman mengandung sukrosa bersama dengan ekstrak bunga telang (2 g/400 ml air atau setara dengan 2,16 mg delfinidin 3-glukosida) memiliki kadar glukosa plasma dan insulin postprandial yang lebih rendah (Chusak et al., 2018). Selain itu, konsumsi ekstrak bunga telang juga meningkatkan kapasitas antioksidan plasma dan menurunkan kadar malondialdehida (MDA) yang merupakan penanda stress oksidatif (Chusak et al., 2018).

Mekanisme hipoglikemia ekstrak bunga telang diperkirakan melalui peningkatan sekresi insulin sebagaimana cara kerja glibenclamide (Rajamanickam et al., 2015) yang ditandai dengan meningkatnya insulin serum dan kadar glikogen (Daisy et al., 2009).

Aktivitas antidiabetes suatu komponen aktif dapat pula melalui penghambatan pembentukan produk akhir glikasi lanjut (*advanced glycation end products* - AGEs). Ekstrak bunga telang pada konsentrasi 0,25-1,00 mg/ml dilaporkan secara signifikan menghambat pembentukan AGE, serta mengurangi kadar fruktosamin dan oksidasi protein dengan mengurangi kandungan karbonil protein dan mencegah penipisan tiol bebas. (Chayaratanasin et al., 2015).

Keadaan hiperglikemia dapat pula dihadang melalui penghambatan kerja enzim-enzim yang berhubungan dengan produksi glukosa dalam tubuh. Mukherjee et al. (2008) menyebutkan bahwa ekstrak etanol bunga telang menurunkan gula pada serum tikus diabetes melalui penghambatan aktivitas enzim  $\beta$ -galactosidase dan  $\beta$ -glucosidase, tetapi tak ada penghambatan terhadap aktivitas enzim  $\beta$ -d-fructosidase. Daisy et al. (2009) melaporkan bahwa ekstrak bunga telang menghambat aktivitas enzim glukoneogenik, glukosa-6- fosfatase, dan sebaliknya meningkatkan aktivitas enzim glukokinase. Glukokinase adalah enzim yang bertanggungjawab untuk mengubah glukosa menjadi glukosa 6-fosfat yang merupakan langkah pertama untuk membatasi metabolisme glukosa. Potensi ekstrak bunga telang untuk menghambat enzim  $\alpha$ -amilase pankreas dan  $\alpha$ -glukosidase usus besar telah pula dibuktikan

(Adisakwattana et al., 2012). Penelitian yang lebih baru membuktikan bahwa 1% dan 2% (b/v) ekstrak bunga telang menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pankreas dengan substrat zat pati yang berasal dari tepung kentang, singkong, beras, jagung, gandum, dan beras ketan sehingga diusulkan untuk digunakan sebagai bahan untuk mengurangi indeks glikemik berbagai jenis tepung (Chusak et al., 2018). Kemampuan ekstrak air bunga telang untuk menghambat kerja enzim  $\alpha$ -amilase secara *in vitro* juga dilaporkan pada penelitian sebelumnya (Chu et al., 2017).

Upaya untuk meningkatkan efek hipoglikemia ekstrak bunga telang dengan cara mengombinasikannya dengan ekstrak buah lain menunjukkan hasil yang positif (Adisakwattana et al., 2012; Borikar et al., 2018). Kombinasi ekstrak bunga telang dengan rosela meningkatkan aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -amilase, sedangkan kombinasi ekstrak bunga telang dengan mulberi meningkatkan aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase (Adisakwattana et al., 2012). Kombinasi bunga telang dan buah delima buah delima (*Punica gratum*) menghasilkan aktivitas hipoglikemik yang setara dengan obat diabetes metformin (Borikar et al., 2018).

### **Antiobesitas, Antihiperlipidemik dan Regulasi Kolesterol**

Obesitas terkait dengan pembentukan jaringan lemak. Oleh karena itu potensi suatu bahan aktif sebagai antiobesitas seringkali dipelajari melalui kemampuannya menghambat adipogenesis (pembentukan jaringan lemak) pada preadiposit 3T3-L1 (lini sel yang diisolasi dari jaringan embrio tikus Swiss albino). Aktivitas anti adipogenesis ekstrak bunga telang baru-baru ini dilaporkan oleh Chayaratanasin, et al (2019).

Sementara itu, dalam rangkaian kajian terhadap aktivitas ekstrak bunga telang melawan diabetes pada tikus percobaan, peran bunga telang untuk menurunkan trigliserida dan total kolesterol darah dan meningkatkan kadar kolesterol-HDL telah pula dibuktikan (Daisy et al., 2009; Suganya et al., 2014; Rajamanickam et al., 2015).

### Antikanker

Sekurang-kurangnya terdapat empat mekanisme dari suatu komponen zat aktif untuk melawan kanker: aktivitas antiproliferasi (mencegah atau memperlambat penyebaran sel kanker, penghambatan angiogenesis (pembentukan pembuluh darah baru), induksi apoptosis (sel kanker melakukan bunuh diri), pencegahan metastasis.

Aktivitas anti-proliferasi ekstrak bunga telang terhadap enam jenis lini sel kanker diamati oleh Neda et al. (2013). Peneliti ini melaporkan bahwa ekstrak air bunga telang potensial menghambat lini sel kanker payudara MCF-7 dan tidak efektif menghambat lini sel kanker payudara MDA-MB-231, lini sel kanker ovarium (Caov-3), lini sel kanker serviks (Hela), lini sel kanker hati (HepG2) dan lini sel kanker kelamin pria (Hs27). Analisis GC-MS (*Gas Chromatogram-Mass spectrometry*) menunjukkan bahwa dua komponen aktif pada ekstrak air bunga telang adalah mome inositol (38,7%) dan pentanal (14,3%) (Neda et al., 2013). Efektivitas ekstrak bunga telang untuk menghambat MCF-7 ( $IC_{50} = 1.14$  mg/ml) dilaporkan pula oleh Akter et al. (2014). Akan tetapi, tak sejalan dengan Neda et al. (2013), Akter et al. (2014) melaporkan bahwa ekstrak bunga telang sangat efektif menghambat pertumbuhan sel MDA-MB-231 ( $IC_{50} = 0.11$  mg/ml).

Aktivitas anti-proliferasi ekstrak lipofilik dan hidrofilik bunga telang terhadap lini sel kanker laring (Hep-2: human epithelial type 2) dilaporkan oleh (Shen et al., 2016) dengan ekstrak hidrofilik menunjukkan efektifitas yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak lipofilik. Penelitian ini membawa kepada satu perkiraan bahwa fraksi hidrofilik pada bunga telang berperan lebih efektif sebagai antikanker dibandingkan dengan fraksi lipofiliknya.

Efek sitotoksik in vitro dari ekstrak petroleum eter dan etanol bunga telang menggunakan metode *trypan blue exclusion* menunjukkan bahwa 500 mg/ml ekstrak petroleum eter dan metanol membunuh masing-masing 100% dan 80% lini sel DLA (*Dalton's lymphoma ascites*) (Shyam Kumar & Ishwar Bhat, 2011).

Aktivitas antikanker ekstrak metanol bunga telang melalui jalur induksi apoptosis dilaporkan terjadi pada lini sel kanker payudara MCF-7 (Shivaprakash et al., 2015). Terjadinya induksi apoptosis ditandai dengan fragmentasi DNA dan aktivasi enzim Caspase-3.

Angiogenesis adalah pembentukan pembuluh darah baru yang dilakukan oleh sel kanker untuk memperlancar pasokan makanan bagi pertumbuhan sel kanker. Angiogenesis juga memainkan peran penting dalam transisi tumor dari keadaan tak aktif ke stadium ganas. *Vascular endothelial growth factor* (VEGF) adalah protein yang memegang peran kunci di dalam angiogenesis. Ekstrak metanol bunga telang dilaporkan memiliki aktivitas menekan angiogenesis pada lini sel EAC (*Ehrlich ascites carcinoma*) dengan cara meregulasi sekresi VEGF. Ekstrak metanol bunga telang juga terlihat menekan aktivitas HIF-1 $\alpha$  (Hypoxia Inducible Factor-1 $\alpha$ ) yang diperkirakan dapat menjadi satu pendekatan baru dalam penghambatan pertumbuhan sel kanker (Balaji et al., 2016).

### Antiinflamasi dan Analgesik

Inflamasi atau peradangan adalah upaya perlindungan tubuh yang bertujuan untuk menghilangkan rangsangan berbahaya, termasuk sel-sel yang rusak, iritasi, atau patogen dan memulai proses penyembuhan. Antiinflamasi adalah karakteristik yang dimiliki oleh suatu zat atau komponen untuk mengurangi peradangan atau peradangan. Bahan antiinflamasi memiliki kemampuan analgesik yang memengaruhi sistem saraf untuk menghambat sinyal nyeri ke otak.

Efek antiinflamasi dan analgesik ekstrak petroleum eter bunga telang (masing-masing dengan kadar 200 mg/kg berat badan dan 400 mg/kg berat badan) pada tikus percobaan dilaporkan oleh Shyam kumar & Ishwar (2012). Sekalipun demikian, efektifitasnya masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan obat antiinflamasi dan analgesik komersial (diclofenac sodium dan pentazocine).

Aktivitas inflamasi secara in vitro (penghambatan denaturasi albumin) dari ekstrak etanol bunga telang dipelajari Suganya et al. (2014) pada



berbagai konsentrasi. Hasilnya menunjukkan bahwa kinerja ekstrak bunga telang setara dengan kinerja aspirin (Suganya et al., 2014).

Efek antiinflamasi ekstrak bunga telang pada peradangan yang diinduksi oleh lipopolisakarida pada lini sel makrofag RAW 264.7 dilaporkan oleh Nair et al. (2015). Hasil ini menunjukkan potensi bunga telang sebagai bahan nutrasetikal untuk perlindungan terhadap penyakit peradangan kronis dengan menekan produksi mediator pro-inflamasi yang berlebihan dari sel makrofag (Nair et al., 2015). Sebagai kompleks dengan sumber antosianin lain, ekstrak juga menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang potensial (Priprem et al., 2015; Intuyod et al., 2014)

### Antiasma

Salah satu khasiat bunga telang yang dipercaya di dalam pengobatan tradisional India adalah untuk menyembuhkan asma dan meredakan batuk. Asma merupakan gangguan inflamasi kronik pada saluran pernapasan yang dapat menyebabkan penderitanya mengalami batuk dan sesak napas. Serangkaian studi telah dilakukan untuk mengonfirmasi kinerja bunga telang sebagai antiasma dan pereda batuk (Singh et al., 2018). Rangkaian studi itu meliputi aplikasi ekstrak bunga telang dosis tinggi (100, 200, dan 400 mg/kg berat badan hewan percobaan) sebagai antiasma akut dan kronis, meredakan batuk yang diinduksi sulfur dioksida dan asam sitrat, serta aktivitas anti-inflamasi pada tikus yang diinduksi karagenan dan asam asetat. Rangkaian studi tersebut menghasilkan satu kesimpulan bahwa ekstrak bunga telang yang terstandar berpotensi sebagai terapi alternatif dalam penanganan asma yang diinduksi oleh alergi (Singh et al., 2018).

### Antimikroorganisme

Bunga telang yang diekstraksi menggunakan berbagai pelarut menunjukkan rentang aktivitas antimikroorganisme yang luas meliputi bakteri gram positif, bakteri gram negatif maupun fungi (Tabel 2). Di antara aktivitas yang perlu digarisbawahi adalah ekstrak bunga telang menghambat pertumbuhan tiga bakteri patogen yang paling banyak ditemukan pada permukaan

tanah, yaitu *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* (Kamilla et al., 2009; Uma et al., 2009; Pratap et al., 2012; Mahmad et al., 2018). Ekstrak bunga telang juga menghambat pertumbuhan beberapa bakteri patogen penghasil enzim extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) yaitu *E. coli*, *Enteropathogenic E. coli* (EPEC), *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Kamilla et al., 2009; Uma et al., 2009; Pratap et al., 2012). ESBL adalah enzim yang menyebabkan bakteri tahan terhadap berbagai macam antibiotik seperti penisilin dan sefalosporin. Ekstrak bunga telang juga dilaporkan menghambat pertumbuhan tiga bakteri penyebab kerusakan gigi, yaitu *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei*, dan *Staphylococcus aureus* (Pratap et al., 2012). Penelitian Kamilla et al. (2009) menunjukkan bahwa ekstrak methanol bunga telang menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*, sementara Uma et al. (2009) melaporkan bahwa ekstrak methanol, kloroform dan air bunga telang tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhimurium* dan *S. enteritidis*.

Efektivitas antimikroorganisme bunga telang dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan dalam ekstraksi. Uma et al. (2009) menyebutkan bahwa ekstrak petroleum eter dan heksana tidak menunjukkan aktivitas antimikroorganisme, sedangkan aktivitas penghambatan mikroorganisme ekstrak methanol lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kloroform dan air. Sementara itu Mahmad et al. (2018) melaporkan bahwa ekstrak etanol mampu menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri dan fungi, tetapi ekstrak air tidak menunjukkan efek antimikroorganisme. Secara umum, methanol dan etanol adalah pelarut terbaik untuk ekstraksi komponen bioaktif bunga telang sebagai antimikroorganisme.

### Hepatoprotektif

Aktivitas bunga telang untuk mencegah kerusakan hati (efek hepatoprotektif) dilaporkan oleh Nithianantham, et al. (2013). Pada penelitian mereka ekstrak bunga telang diberikan kepada tikus percobaan yang diinduksi asetaminofen secara berlebihan sehingga mengalami kerusakan

hati. Aktivitas hepatoprotektif dievaluasi dengan memantau kadar enzim aspartat aminotransferase dan alanin aminotransferase, serta kadar bilirubin dan glutatone melalui analisis hispatologis. Hasil

percobaan menunjukkan bahwa tikus yang diberi ekstrak bunga telang (200 mg/kg) mengalami penurunan kadar keempat senyawa indikator kerusakan hati.

Tabel 2. Aktivitas antimikroba pada bunga telang

<b>Mikroorganisme</b>	<b>Pelarut</b>	<b>Konsentrasi (mg/ml)</b>	<b>Zona Hambatan (mm)</b>	<b>Pustaka</b>
<b><u>Bakteri Gram Positif</u></b>				
<i>Bacillus cereus</i>	Metanol	100	14±1	Kamilla et al., 2009
	Etanol	50	14,5 ± 2,1	Leong et al., 2017
<i>Bacillus subtilis</i>	Metanol	100	2,7±1,1	Kamilla et al., 2009
	Etanol	50	15,8 ± 1,7	Leong et al., 2017
	Etanol	Tds	10,0 ± 0,3	Mahmad et al., 2018
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Metanol	100	15,7±0,6	Kamilla et al., 2009
<i>Staphylococcus aureus</i>	Metanol	100	13±1	Kamilla et al., 2009
	Etanol	50	13,4 ± 1,4	Leong et al., 2017
	Air	50	8	Pratap et al., 2012
	Etanol	Tds	7,0 ± 0,7	Mahmad et al., 2018
<i>Streptococcus faecalis</i>	Metanol	100	12 ± 1	Kamilla et al., 2009
<i>Streptococcus mutans</i>	Air	50	7	Pratap et al., 2012
<b><u>Bakteri Gram Negatif</u></b>				
<i>Escherichia coli</i>	Metanol	100	13,3 ± 0,6	Kamilla et al., 2009
	Air	4*	12	Uma et al., 2009
	Metanol	4*	20	Uma et al., 2009
	Kloroform	4*	18	Uma et al., 2009
	Etanol	Tds	8,0 ± 0,5	Mahmad et al., 2018
<i>Enteropathogenic E. coli</i>	Air	4*	12	Uma et al., 2009
	Metanol	4*	16	Uma et al., 2009
	Kloroform	4*	14	Uma et al., 2009
<i>Enterotoxigenic E. coli</i>	Air	4*	12	Uma et al., 2009
	Metanol	4*	16	Uma et al., 2009
	Kloroform	4*	14	Uma et al., 2009
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Metanol	100	12,7 ± 0,6	Kamilla et al., 2009
	Air	4*	12	Uma et al., 2009
	Metanol	4*	26	Uma et al., 2009
	Kloroform	4*	18	Uma et al., 2009
	Etanol	50	12,0 ± 0,4	Leong et al., 2018
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Metanol	100	11,3 ± 1,5	Kamilla et al., 2009
	Air	4*	12	Uma et al., 2009
	Metanol	4*	26	Uma et al., 2009
	Kloroform	4*	16	Uma et al., 2009
<i>Salmonella typhi</i>	Metanol	100	10,3 ± 1,1	Kamilla et al., 2009
<i>Enterobacter aerogens</i>	Metanol	100	13 ± 1	Kamilla et al., 2009
<i>Proteus mirabilis</i>	Metanol	100	13,7 ± 2,9	Kamilla et al., 2009
	Etanol	50	14,0 ± 1,1	Leong et al., 2017
<i>Herbaspirillum spp</i>	Metanol	100	11,3 ± 2,3	Kamilla et al., 2009
<i>Streptococcus mutans</i>	Air	50	7	Pratap et al., 2012
<i>Lactobacillus casei</i>	Air	50	8	Pratap et al., 2012
<b><u>Antifungi</u></b>				
<i>Candida albicans</i>	Metanol	100	19	Kamilla et al., 2009
<i>Rhizopus</i>	Metanol	100	11 ± 1	Kamilla et al., 2009
<i>Penicillium spp</i>	Metanol	100	8,33 ± 0,6	Kamilla et al., 2009
<i>Penicillium expansum</i>	Etanol	50	15,5 ± 1,3	Leong et al., 2017
<i>Fusarium sp.</i>	Etanol	Tds	10,0 ± 0,6	Mahmad et al., 2018
<i>Trichoderma sp.</i>	Etanol	Tds	8,0 ± 0,5	Mahmad et al., 2018

tds = tidak disebutkan; \*konsentrasi dalam mg/disc

## Komponen Bioaktif Pada Bunga Telang

Kinerja farmakologis bunga telang merupakan kontribusi dari berbagai komponen aktif, baik yang berasal dari metabolisme primer maupun sekunder, baik yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik. Pada bab ini dibahas komponen aktif pada bunga telang yang telah berhasil diidentifikasi hingga saat ini.

Komponen metabolit primer utama pada bunga telang adalah lemak, yaitu sebanyak 32,9% per berat kering. Berikutnya adalah karbohidrat (29,3%) dan serat kasar (27,6%). Sementara itu, protein dijumpai dalam kadar yang relatif kecil (4,2%) (Neda et al., 2013). Komponen bioaktif pada bunga telang yang diperkirakan memiliki manfaat fungsional berasal dari berbagai kelompok senyawa fitokimia, yaitu fenol (flavonoid, asam fenolat, tanin, dan antrakuinon), terpenoid (triterpenoid, saponin tokoferol, fitosterol), dan alkaloid.

Komponen bioaktif lipofilik terdapat dalam jumlah lebih banyak dibandingkan dengan komponen hidrofilik, masing-masing sebesar 27,67 dan 11,08 mg/100 g bunga segar (Shen et al., 2016). Pada fraksi lipofilik, yang paling banyak adalah kelompok fitosterol dan asam lemak. Sementara itu pada fraksi hidrofilik yang terbanyak adalah antosianin dan flavonol glikosida (Kazuma et al., 2003; Shen et al., 2016).

Menurut sumber lain kandungan total senyawa fenol pada bunga telang berkisar antara 53-460 mg ekuivalen asam galat per gram ekstrak kering (Adisakwattana et al., 2012; Chayaratanasin et al., 2015; Singh et al., 2018). Senyawa-senyawa fenol tersebut terdiri dari flavonoid, asam fenolat dan tanin. Komponen bioaktif bukan fenol yang telah diidentifikasi pada bunga telang adalah kelompok senyawa fitosterol, terpena, gula alkohol, alkil aldehida dan peptida.

### Flavonoid

Satu gram ekstrak kering bunga telang mengandung flavonoid rata-rata 11,2 mg ekuivalen katekin (Chayaratanasin et al., 2015). Flavonoid 25,8 mg setara kuersetin per gram ekstrak (Singh et

al., 2018). Komponen flavonoid pada bunga telang adalah flavonol, antosianidin, flavanol, dan flavon (Gambar 2).

### Flavonol glikosida

Di dalam bunga telang flavonol dijumpai dalam bentuk glikonnya, yaitu flavonol glikosida, yang terdiri dari kaempferol 3-glukosida (kaempferol 3-(2-rhamnosilrutinosida), kaempferol 3-neohesperidosida, kaempferol 3-(2-rhamnosil-6-malonil) glukosida, kaempferol 3-rutinosida), kuersetin 3-glukosida (kuersetin 3-(2-rhamnosilrutinosida), kuersetin 3-neohesperidosida, kuersetin 3-rutinosida, kuersetin 3-glukosida) dan mirisetin 3-glikosida (mirisetin 3-(2-rhamnosilrutinosida)) (Kazuma et al., 2003).

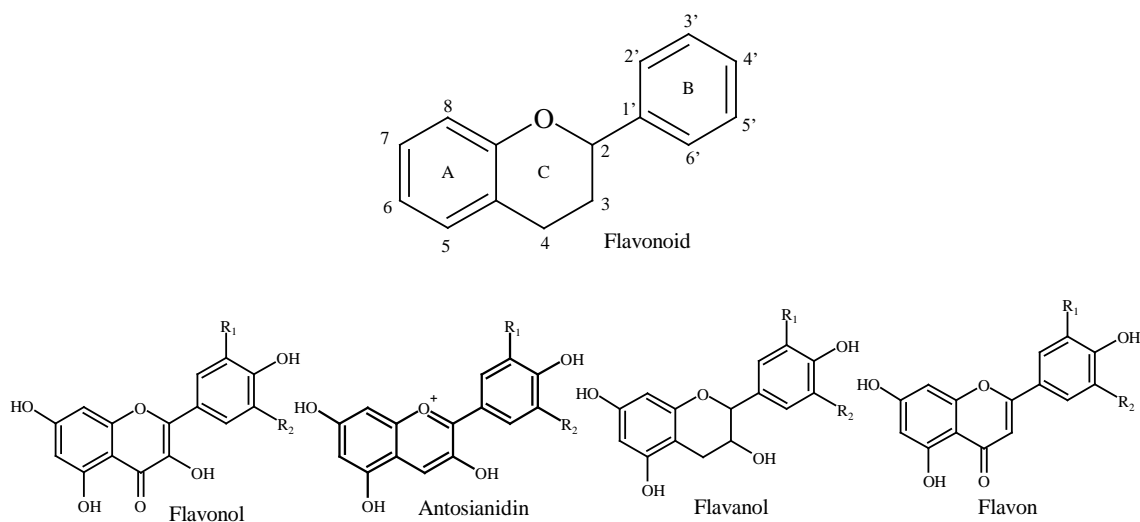
Flavonol glikosida merupakan flavonoid yang paling banyak dijumpai pada bunga telang, dan yang paling utama adalah kaempferol 3-glikosida yang kandungannya sekitar 87% total flavonol glikosida (Kazuma et al., 2003).

Kaempferol, kuersetin, dan mirisetin merupakan komponen bioaktif yang mudah diperoleh di berbagai jenis tanaman. Senyawa-senyawa flavonol ini memiliki manfaat kesehatan yang luas. Kuersetin dikenal sebagai antioksidan diet yang paling menonjol (Boots et al., 2008).

### Antosianin

Sama dengan flavonol, antosianidin dalam bunga telang dijumpai dalam bentuk glikonnya, antosianin. Karakteristik bunga yang paling menonjol secara visual adalah warnanya yang biru pekat yang disebabkan oleh antosianin yang dikandungnya. Sekalipun demikian, antosianin bukanlah flavonoid yang paling banyak di dalam bunga telang. Fraksi antosianin hanya sekitar 27% dari total flavonoid dalam bunga telang (Kazuma et al., 2003).

Antosianin bunga telang merupakan antosianin terpoliasilasi (memiliki lebih dari dua gugus asil) dengan delphinidin sebagai aglikonnya. Antosianin terpoliasilasi memiliki kestabilan lebih tinggi dibandingkan dengan jenis antosianin yang tak memiliki gugus asil.



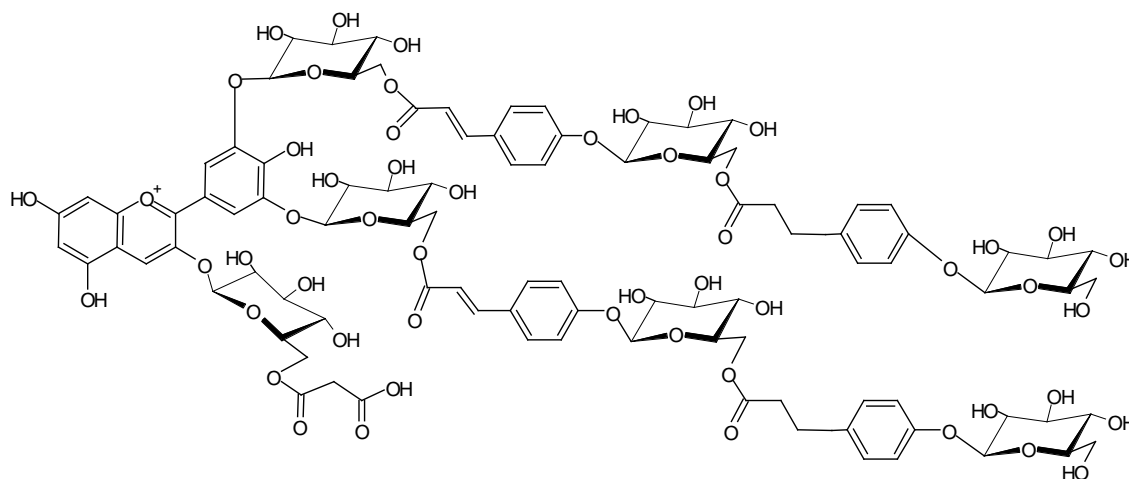
Gambar 2. Struktur dasar flavonoid dan turunannya: flavonol, antosianidin, flavanol, dan flavon

Isolasi antosianin bunga telang dilakukan oleh Kondo et al. pada tahun 1985 yang kemudian dilanjutkan oleh beberapa peneliti Jepang hingga tahun 2003. Oleh karena struktur molekulnya yang khas, antosianin pada bunga telang diberi nama khusus, yaitu ternatin. Hingga saat ini telah berhasil diidentifikasi 9 jenis ternatin pada bunga telang yang telah mekar sempurna (ternatin A1, A2, A3, B1, B2, B3, B4, D1, dan D2). Sementara itu ada tambahan 6 jenis antosianin lagi pada bunga yang masih kuncup (ternatin C1, C2, C3, C4, C5, D3, Preternatin A3 dan C4) (Terahara et al., 1990; Terahara et al., 1989; Kondo et al., 1990; Terahara et al., 1998; Terahara et al., 1996; Kazuma et al., 2003). Antosianin yang paling kompleks adalah ternatin A1 (Terahara et al., 1990), sedangkan yang paling banyak adalah ternatin B2 dan B1 (Kazuma et al., 2003). Hingga saat ini ternatin A1 (Gambar 3) merupakan antosianin yang diketahui memiliki struktur paling kompleks.

Antosianin secara umum dikenal sebagai kelompok pigmen larut air yang memiliki manfaat fungsional yang luas. Semua antosianin adalah antioksidan dan merupakan anggota keluarga flavonoid dengan aktivitas antioksidan paling tinggi. Aktivitas

antioksidan antosianin adalah karena kemampuannya menyumbang hidrogen kepada radikal dan membantu mengakhiri reaksi radikal berantai (Iversen, 1999). Aktivitas antioksidan antosianin yang satu berbeda dengan antosianin yang lain tergantung kepada bergantung kepada jumlah dan susunan gugus hidroksil dan gula terkonjugasi.

Selain itu, antosianin juga menunjukkan sifat anti-virus, antiinflamasi, antioksidan, anti-alergi, dan antimikroba, antikanker, anti-arteri aterosklerosis, anti-hipertensi, mencegah diabetes, melindungi sistem kardiovaskular dari kerusakan dan banyak manfaat kesehatan lainnya (Ghosh & Konishi, 2007; Khoo et al., 2017). Studi klinis telah menunjukkan efek menguntungkan antosianin pada manusia seperti meningkatkan kadar kolesterol HDL dan menurunkan kadar kolesterol LDL pada subyek dislipidemik, mengurangi risiko infark miokard pada wanita muda dan setengah baya, dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskuler (Intuyod et al., 2014).



Gambar 3. Struktur molekul ternatin A1 dengan rangka utama delphinidin, tujuh molekul glukosa, empat gugus asil dan satu malonat.

Akan tetapi masih sangat sedikit studi terkait efek fungsional dari antosianin seri ternatin yang khas dimiliki oleh bunga telang. Hingga saat ini baru ada dua laporan yang berhasil dilacak terkait efek fungsional ternate. Pertama, aktivitas ternatin D1 untuk menghambat agregasi platelet secara *in vitro* (Kshirsagar et al., 2015). Kedua, ternatin menghambat translokasi NF- $\kappa$ B nuklir, ekspresi protein iNOS, dan produksi NO (Nair et al., 2015).

### Flavon dan flavanol

Dalam riset mereka untuk memahami bagaimana bunga telang memiliki kemampuan menghambat angiogenesis pada sel kanker, Balaji et al. (2016) mengidentifikasi keberadaan empat senyawa flavon di dalam ekstrak methanol bunga telang. *Scutellarin* adalah yang paling banyak (36,9%), diikuti oleh *baicalein* (12,6%), luteolin (9,3%) dan apigenin (6,3%). Keempat senyawa flavon tersebut diketahui memiliki efek antikanker pada sejumlah sel kanker melalui beberapa mekanisme. Efek farmakologis termasuk sebagai zat antikanker dari *scutellarin*, apigenin, *baicalein* dan luteolin telah dibahas mendalam pada beberapa referensi (Wang & Ma, 2018; Salehi et al., 2019; Liu et al., 2016; Lin et al., 2008)

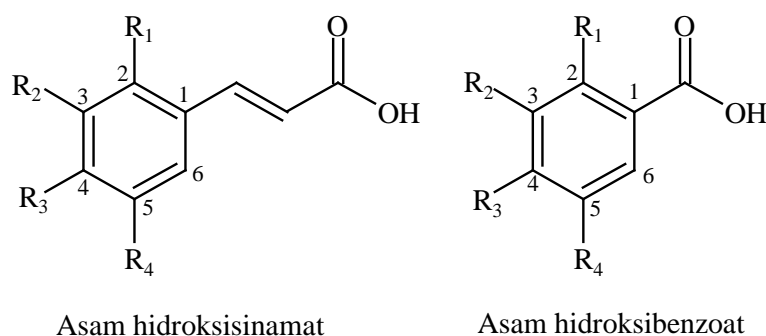
Satu-satunya senyawa flavanol yang telah dipastikan ada dalam bunga telang adalah

epikatekin (Siti Azima et al., 2017). Epikatekin merupakan senyawa polifenol yang banyak dijumpai pada coklat dan teh. Bersama dengan flavon, katekin merupakan flavonoid yang paling tangguh melindungi tubuh dari spesies oksigen reaktif (Tapas et al., 2008).

### Asam Fenolat

Asam fenolat terbagi ke dalam dua kelompok senyawa, yaitu asam hidroksisimat dan asam hidroksibenzoat (Gambar 4). Asam hidroksisimat lebih banyak dijumpai di alam. daripada asam hidroksibenzoat (Kumar et al., 2014). Para peneliti menunjukkan hasil penelitian yang tidak selalu sejalan dengan jenis asam fenolat apa saja yang terdapat pada bunga telang, hal ini disebabkan oleh perbedaan pelarut untuk ekstraksi dan prosedur isolasi. Secara keseluruhan, asam hidroksisimat yang dijumpai pada bunga telang adalah asam klorogenat, asam galat, asam p-kumarat, asam kafeat, asam ferulat, sedangkan asam hidroksibenzoat pada bunga telang adalah asam protokatekuat, asam p-hidroksibenzoat, asam siringat dan asam vanilat (Kaisoon et al., 2011; Siti Azima et al., 2017; Pengkumsri et al., 2019). Menurut Siti Azima et al. (2017) urutan asam fenolat yang terdapat paling banyak adalah asam protokatekuat (72 mg/100 g), asam galat (67 mg/100 g) dan asam klorogenat (54 mg/100 g).





Gambar 4. Struktur dasar asam fenolat: asam hidroksisinamat dan asam hidroksibenzoat

Asam fenolat adalah salah satu fitokimia fenol yang paling penting (Dillard & German, 2000). Sama dengan antosianin, semua asam fenolat adalah antioksidan. Asam fenolat memiliki sifat antioksidan karena potensi redoksnya yang tinggi, yang memungkinkan mereka bertindak sebagai agen pereduksi dan mengikat oksigen singlet (Kumar et al., 2014). Di antara keluarga asam fenolat, asam klorogenat adalah yang paling berlimpah di alam sekaligus antioksidan yang paling kuat (Larson, 1988).

Satu catatan menarik, asam protokatekuat dan asam klorogenat merupakan produk akhir dari degradasi antosianin. Oleh karena itu, ketika antosianin terdegradasi menjadi kedua asam fenolat sehingga kehilangan warna secara permanen, aktivitas antioksidannya tetap bertahan.

### Terpenoid

Hingga saat ini kelompok senyawa terpenoid yang berhasil ditemukan pada bunga telang adalah triterpenoid (yang kemudian diidentifikasi sebagai tarakserol), fitosterol, dan tokoferol (Gambar 5) (Shyam Kumar & Ishwar Bhat, 2011; Shyam Kumar & Ishwar Bhat, 2012; Suganya et al., 2014; Shen et al., 2016; Singh et al., 2018; Zakaria et al., 2018)

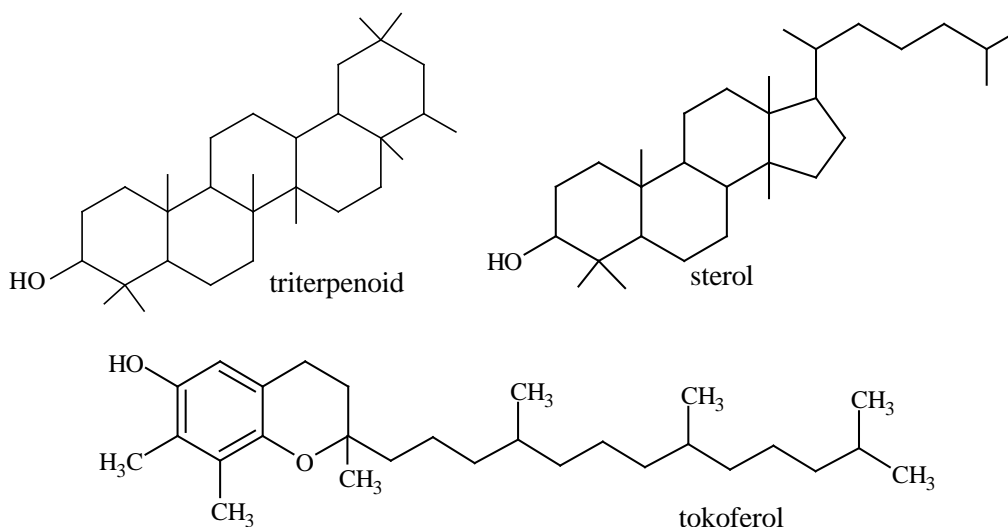
Secara umum triterpenoid memiliki aktivitas inflamasi, sehingga diperkirakan efek antiinflamasi dan analgesik bunga telang dikontribusikan oleh tarakserol (Shyam Kumar & Ishwar Bhat, 2012).

Di dalam 100 g bunga segar terdapat rata-rata 15,91 mg fitosterol dengan komposisi kampesterol 1,24 mg, stigmasterol 6,70 mg,  $\beta$ -Sitosterol 6,77 mg, dan sitostanol 1,20 mg (Shen et al., 2016). 1.24, 76.70, 6.77, 1.20 mg/100 g. Fitosterol dipastikan memiliki fungsi hipokolesterolemik dan mengurangi risiko hiperplasia prostat jinak, penyakit kardiovaskular, perkembangan kanker usus dan payudara, serta efek imunologis pada makrofag. Dari keempat fitosterol,  $\beta$ -sitosterol adalah yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan sel kanker melalui aktivasi enzim tertentu, yang pada gilirannya menginduksi apoptosis seluler.  $\beta$ -sitosterol dan kampesterol dapat mengurangi perkembangan kanker melalui penghambatan pembentukan senyawa karsinogen dalam metabolisme biologis (Shen et al., 2016).

Terdapat dua senyawa tokoferol pada bunga telang, yaitu  $\alpha$ -tokoferol dan  $\gamma$ -tokoferol, masing-masing sebanyak 0,20 dan 0,24 mg per 100 g bunga segar (Shen et al., 2016). Tokoferol telah dibuktikan melindungi membran sel terhadap radikal lipida reaktif, mencegah aterosklerosis dan karsinogenesis (Shen et al., 2016).

### Alkaloid

Keberadaan alkaloid di dalam bunga telang secara kualitatif disebutkan pada beberapa referensi (Uma et al., 2009; Manjula et al., 2013; Suganya et al., 2014; Singh et al., 2018). Akan tetapi tidak ada satupun yang berhasil mengungkapkan identitas senyawa alkaloid tersebut.



Gambar 5. Struktur kimia terpenoid yang dijumpai pada bunga telang: triterpenoid, sterol, dan tokoferol

Baru-baru ini satu senyawa alkaloid berhasil diisolasi dari ekstrak kloroform bunga telang dan diidentifikasi sebagai 3-deoxy- 3, 11-epoxy cephalotaxine (Manivannan, 2019). Senyawa alkaloid ini menunjukkan aktivitas antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serta antikapang *Aspergillus flavus* dan *Candida albicans*. Selain itu, senyawa ini memiliki aktivitas antiinflamasi pada tikus percobaan yang diinduksi dengan karagenan dengan efektivitas yang sebanding dengan efektivitas *Diclofenac sodium* (Manivannan, 2019).

#### Peptida: Siklotida

Satu lagi komponen bioaktif bunga telang yang akhir-akhir ini mencuri perhatian para peneliti adalah siklotida. Siklotida adalah keluarga besar protein nabati makrosiklik yang tak lazim dan tersusun oleh 28 hingga 37 asam amino dengan tiga ikatan disulfida intramolekul. Sejak pertama kali berhasil diidentifikasi pada tahun 1971 siklotida mendapat perhatian besar karena sifatnya yang stabil terhadap panas senyawa kimia dan enzim proteolitik serta potensinya untuk memberikan berbagai manfaat terapeutik seperti antikanker, anti-HIV, uterotonik, antineurotensin, antimikroba dan aktivitas hemolitik.

Siklotida pada bunga telang pertama kali ditemukan oleh Poth et al. (2011) yang berhasil mengidentifikasi dua belas jenis siklotida pada biji bunga telang. Tidak lama kemudian, pada tahun yang sama, berhasil ditemukan lima belas jenis siklotida dengan tiga di antaranya jenis yang baru pada seluruh bagian bunga telang: daun, batang, akar, biji dan bunga (Nguyen et al., 2011). Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa bunga telang adalah satu-satunya spesies keluarga Fabaceae yang mengandung siklotida. Saat ini telah berhasil diidentifikasi 41 jenis siklotida pada telang, sehingga menjadikannya sebagai salah satu tanaman yang memiliki kandungan siklotida paling kaya (Nguyen et al., 2016).

#### Komponen lain

Komponen-komponen lain yang juga ditemukan pada bunga telang adalah asam lemak palmitat, stearat, petroselinat, linoleat, arakhidat, behenat dan fitanat (Shen et al., 2016), mome-inositol dan pentanal (Neda et al., 2013). Asam fitanat memiliki peran di dalam mengatur trigliserida atau kolesterol dalam otot rangka (Shen et al., 2016).

## Tantangan Bunga Telang Sebagai Pangan Fungsional dan Nutrasetikal

Secara umum, masih diperlukan perjalanan riset yang relatif panjang untuk sampai pada aplikasi komersial bunga telang sebagai pangan fungsional atau nutrasetikal. Hal ini mengingat penelitian yang telah dilakukan hingga saat ini masih sampai pada tahap *in vitro* (misalkan pada sel kanker untuk menguji aktivitas antikanker) atau *in vivo* (pada hewan percobaan untuk menguji aktivitas antidiabetes). Akan tetapi, aplikasi bunga telang sebagai minuman pengontrol gula darah dapat dikatakan sudah dekat dengan aplikasi komersial.

### Pengontrol Gula Darah

Penelitian Chusak et al. (2018) menunjukkan bahwa bunga telang dapat diolah menjadi minuman pengatur gula darah melalui proses yang relatif sederhana, yakni dengan maserasi atau perendaman dalam air sehingga mencapai kepekatan yang setara dengan 2,16 mg delfinidin 3-glukosida per sajian. Konsentrasi ini dapat diperoleh dengan merendam 10 hingga 15 helai bunga telang di dalam 250 ml air panas selama 15 hingga 30 menit.

Salah satu keunggulan bunga telang, sekaligus juga kekurangannya adalah warnanya yang biru-ungu atau biru pekat pada pH 4-6. Sementara, sebagian besar sumber antosianin lainnya tak berwarna atau memiliki warna merah pucat pada pH tersebut. Warna biru bunga telang ini dapat menjadi daya tarik sensoris, tetapi dapat pula menurunkan nilai sensoris. Survei awal yang dilakukan terhadap lebih dari 400 responden menunjukkan adanya kecenderungan konsumen untuk tidak menyukai warna biru yang terlalu pekat. Kabar baiknya adalah minuman dengan konsentrasi yang efektif mengendalikan gula darah memiliki kepekatan warna biru yang disukai konsumen.

Keunggulan lain adalah bunga telang sangat sedikit memberikan rasa dan aroma yang mungkin dapat menurunkan nilai sensoris. Rasa dan aroma tersebut relatif mudah ditutupi dengan menambahkan perasan jeruk nipis, lemon, nanas, serai, dan lain-lain. Penambahan bahan lain yang bersifat asam dapat menurunkan pH dan mengubah warna biru bunga telang menjadi ungu (Gambar 6).

Keunggulan berikutnya adalah warna bunga telang relatif stabil pada pH pangan (Mohamad et al., 2011; Marpaung et al., 2019) dan relatif stabil pula terhadap aplikasi panas selama pengolahan, seperti sterilisasi (data belum dipublikasi).

### Kombinasi Dengan Sumber Antosianin Lain

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bunga telang dalam bentuk campuran dengan rosela, mulberi dan delima dapat meningkatkan aktivitas fungsionalnya (Adisakwattana et al., 2012; Borikar et al., 2018). Hasil penelitian ini membuka peluang penelitian untuk mempelajari efek kombinasi ekstrak bunga telang dengan ekstrak sumber antosianin lain.

Sebagaimana telah diketahui, bunga telang menampilkan warna yang pekat pada pH produk pangan, sedangkan kebanyakan sumber antosianin lain hampir tak berwarna. Sifat yang bertolak belakang ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk berkadar antosianin lebih tinggi, dengan warna yang tak terlalu pekat sehingga atraktif secara inderawi.

Kadar antosianin yang lebih tinggi mungkin diperlukan untuk mencapai konsentrasi yang efektif menunjukkan aktivitas fungsional. Sebagai contoh sebagai antidiabetes. Penelitian Daisy et al. (2009) menunjukkan bahwa bunga telang menunjukkan aktivitas antidiabetes yang signifikan pada tikus percobaan dengan jumlah asupan 400 mg ekstrak kering/kg berat badan tikus. Ekstrak kering ini diperoleh melalui perebusan 100 g bunga kering (kira-kira setara dengan 1000 g bunga segar) dalam 1 liter air, yang dilanjutkan dengan filtrasi, evaporasi, dan pengeringan. Konsentrasi setinggi ini menghasilkan warna biru yang sangat pekat yang mungkin sulit diterima secara inderawi. Sebagai perbandingan, minuman bunga telang pada Gambar 5 diperoleh melalui maserasi 10 helai bunga telang segar (atau setara sekitar 3 g) dalam 250 ml air.



Gambar 6. Minuman bunga telang

### Fokus Pada Ternatin dan Siklotida

Sekalipun sudah banyak komponen bioaktif yang telah berhasil diidentifikasi dalam bunga telang, masih belum jelas komponen mana yang mengambil peran utama pada aktivitas fungsional tertentu. Sebagai tambahan, sebagian besar komponen bioaktif bunga telang dijumpai pula pada banyak sumber tanaman lain, sehingga menjadikannya kurang istimewa. Kecuali ternatin dan siklotida. Oleh karena itu adalah beralasan untuk memberikan fokus kepada penelitian manfaat fungsional ternatin dan siklotida.

Ternatin adalah antosianin yang unik dan hingga sejauh ini diketahui hanya terdapat pada kelopak bunga telang. Keunikan pertama adalah adanya gugus malonil-glukosida pada posisi C3 yang terletak pada cincin C pada kerangka antosianidin. Keunikan kedua, ternatin sekurang-kurangnya memiliki satu gugus asil pada posisi C3' dan C5' yang terletak pada cincin B. Konfigurasi ini membuat ternatin pada pH 4 – 6 berada dalam formasi 3 spesies yang berwarna: kation flavilium yang berwarna merah, basa kuinonoidal yang berwarna ungu, dan basa kuinonoidal anionik yang berwarna biru (Marpaung et al., 2018; Marpaung et al., 2019). Sementara, kebanyakan antosianin lain pada pH tersebut berada dalam bentuk hemiketal yang tak berwarna. Perbedaan formasi ini mungkin berpengaruh kepada efek fungsionalnya. Ketiga,

degradasi ternatin selama penyimpanan dapat terjadi melalui proses deasilasi yang menghasilkan residu kumaroil-glukosida yang juga mungkin memiliki aktivitas fungsional tertentu. Hingga saat ini studi terhadap aktivitas fungsional ternatin maupun hasil degradasinya masih sangat jarang atau bahkan tidak ada.

Siklotida menarik perhatian, karena membawa harapan baru bagi komponen antikanker yang stabil terhadap panas, bahan kimia, dan enzim. Bunga telang diketahui sebagai salah satu sumber siklotida yang paling kaya (Nguyen et al., 2016). Kajian terhadap siklotida telang telah menunjukkan aktivitas positifnya untuk melawan sel kanker paru-paru (Sen et al., 2013) serta berperan dalam mengatur sistem imun tubuh (Nguyen et al., 2016).

### PENUTUP

Penelitian hingga sejauh ini telah berhasil mengungkapkan manfaat bunga telang untuk menyokong kesehatan manusia melalui berbagai peran dan mekanisme, serta mengisolasi dan mengidentifikasi berbagai komponen bioaktif baik yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik. Hasil-hasil penelitian ini memperkuat posisi bunga telang sebagai bahan untuk pangan fungsional dan nutrasetikal. Potensi bunga telang ini didukung pula oleh beberapa keunggulan bunga telang baik

yang meliputi aspek budidaya, kestabilan ekstrak, maupun mutu inderawi.

Serangkaian penelitian, baik yang meliputi identifikasi peran masing-masing komponen bioaktif bunga telang terhadap efek fungsional tertentu, efek sinergistik yang ditimbulkan oleh kombinasi bunga telang dengan bahan lain, maupun uji klinis masih perlu dilakukan sebagai bagian dari persiapan pemanfaatan bunga telang sebagai bahan pangan fungsional dan nutrasetikal.

Merujuk kepada status terkini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan, pengolahan bunga telang sebagai minuman pengontrol gula darah adalah yang paling dekat dengan penerapan komersial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adisakwattana, S., Ruengsamran, T., Kampa, P. & Sompong, W., 2012. In vitro inhibitory effects of plant-based foods and their combinations on intestinal  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic  $\alpha$ -amylase. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(110), pp. 1-8.
- Akter, R., Uddin, S. J., Grice, I. D. & Tiralong, E., 2014. Cytotoxic activity screening of Bangladeshi medicinal plant extracts. *Journal of Natural Medicines*, 68(1), pp. 246–252.
- Al-Asmari, A. K. et al., 2014. A Review of Hepatoprotective Plants Used in Saudi Traditional Medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, pp. 22.
- Balaji, K. S. et al., 2016. Angio Suppressive Effect of Clitoria ternatea Flower Extract is Mediated by HIF-1 $\alpha$  and Down Regulation of VEGF in Murine Carcinoma Model. *Medicinal chemistry*, 6(7), pp. 515-520 .
- Boots, A. W., Haenen, G. R. & Bast, A., 2008. Health effects of quercetin: From antioxidant to nutraceutical. *European J. of Pharmacology*, 585, pp. 325-337.
- Borikar, S. P., Kallewar, N. G., Mahapatra, D. K. & Dumore, N. G., 2018. Dried flower powder combination of Clitoria ternatea and Punica granatum demonstrated analogous anti-hyperglycemic potential as compared with standard drug metformin: In vivo study in Sprague Dawley rats. *J. of Applied Pharmaceutical Science* , 8(11), pp. 075-078.
- Chakraborty, G. et al., 2018. Phytochemicals and Pharmacological Aspects of Clitoria ternatea - a Review. *J. of Applied Pharmaceutical Sciences and Research*, 1(2), pp. 3-9.
- Chayaratanasin, P., Barbieri, M. A., Suanpairintr, N. & Adisakwattana, S., 2015. Inhibitory effect of Clitoria ternatea flower petal extract on fructose-induced protein glycation and oxidation-dependent damages to albumin in vitro. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(27), pp. 1-9.
- Chayaratanasin, P. et al., 2019. Clitoria ternatea Flower Petal Extract Inhibits Adipogenesis and Lipid Accumulation in 3T3-L1 Preadipocytes by Downregulating Adipogenic Gene Expression. *Molecules*, 24(10), pp. 1894.
- Chu, B.-S., Divers, R., Tziboula-Clarke, A. & Lemos, M. A., 2017. Clitoria ternatea L. Flower Extract Inhibits  $\alpha$ -amylase During in Vitro Starch Digestion. *American Research Journal of Food and Nutrition*, 1(1), pp. 1-10.
- Chusak, C. et al., 2018. Influence of Clitoria ternatea Flower Extract on the In Vitro Enzymatic Digestibility of Starch and Its Application in Bread. *Foods*, 7(7), pp. 102.
- Chusak, C., Thilavech, T., Henry, C. J. & Adisakwattana, S., 2018. Acute effect of Clitoria ternatea flower beverage on glycemic response and antioxidant capacity in healthy subjects: a randomized crossover trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(6), pp. 1-18.
- Daisy, P. & Rajathi, M., 2009. Hypoglycemic Effects of Clitoria ternatea Linn. (Fabaceae) in



- Alloxan-induced Diabetes in Rats. *Tropical J. of Pharmaceutical Research*, 8(5), pp. 393-398.
- Daisy, P., Santosh, K. & Rajathi, M., 2009. Hypoglycemic Effects of *Clitoria ternatea* Linn. (Fabaceae) in Alloxan-induced Diabetes in Rats. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 8(5), pp. 393-398.
- DeFilipps, R. A. & Krupnick, G. A., 2018. The medicinal plants of Myanmar. *PhytoKeys*, 102, pp. 1–341.
- Deka, M. et al., 2013. Proximate Analysis of Primary Metabolites in Different Parts of *Clitoria ternatea* L. A Comparative Study. *International Archive of Applied Sciences and Technology*, 4(3), pp. 62-67.
- Dillard, C. J. & German, J. B., 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. of the Science of Food and Agriculture*, 80, pp. 1744–1756.
- Fantz, P. R., 1991. Ethnobotany of *Clitoria* (Leguminosae). *Economic Botany*, 45(4), pp. 511-520.
- Ghosh, D. & Konishi, T., 2007. Anthocyanins and Anthocyanin-Rich Extracts: Role in Diabetes and Eye Function. *Asia Pacific Journal of*, 16(2), pp. 200-208.
- Gomez, S. M. & Kalamani, K., 2003. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A Nutritive Multipurpose Forage Legume for the Tropics - An Overview.. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2, pp. 374-379.
- Gunjan, M. et al., 2010. Pharmacognostic and antidiabetic study of *Clitoria ternatea*. *International Journal of Phytomedicine*, 2, pp. 373-378.
- Gupta, G. K., Chahal, J. & Bhatia, M., 2010. *Clitoria ternatea* (L.): Old and new aspects. *J. of Pharmacy Research*, 3(11), pp. 2610-2614.
- Horbowicz, M., Kosson, R., Grzesiuk, A. & Dbski, H., 2008. Anthocyanins of Fruits and Vegetables - Their Occurrence, Analysis and Role in Human Nutrition. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 68, pp. 5-22.
- IAMSAARD, S. et al., 2014 . Antioxidant activity and protective effect of *Clitoria ternatea* flower extract on testicular damage induced by ketoconazole in rats. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 15(6), pp. 548-555.
- Iamsaard, S. et al., 2014. Antioxidant activity and protective effect of *Clitoria ternatea* flower extract on testicular damage induced by ketoconazole in rats. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, 15(6), pp. 548-555.
- Intuyod, K. et al., 2014. Anti-inflammatory and anti-periductal fibrosis effects of an anthocyanin complex in *Opisthorchis viverrini*-infected hamsters. *Food and Chemical Toxicology*, 74, pp. 206–215.
- Iversen, C. K., 1999. Black Currant Nectar: Effect of Processing and Storage on Anthocyanin and Ascorbic Acid Content. *Journal of Food Science*, 64, pp. 37-41.
- Jain, N. N. et al., 2003. *Clitoria ternatea* and the CNS. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 75, pp. 529–536.
- Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N. & Meeso, N., 2011. Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *J. of Functional Foods*, 3, pp. 88-99.
- Kamilla, L., Mnsor, S., Ramanathan, S. & Sasidharan, S., 2009. Antimicrobial Activity of *Clitoria ternatea* (L.) Extracts. *Pharmacologyonline*, 1, pp. 731-738.
- Kamkaen, N. & Wilkinson, J. M., 2009. The Antioxidant Activity of *Clitoria ternatea* Flower Petal Extracts and Eye Gel. *Phytotherapy Research*, 23, pp. 1624–1625.
- Kazuma, K., Noda, N. & Suzuki, M., 2003. Flavonoid composition related to petal color in

- different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, 64, pp. 1133–1139.
- Khoo, H. E., Azlan, A. T. T. S. & Meng Lim, S., 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), pp. 1361779.
- Kondo, T., Ueda, M. & Goto, T., 1990. Structure of Ternatin B1, a Pentaacylated Anthocyanin Substituted on the B-Ring Asymmetrically with Two Long Chains. *Tetrahedron*, 46(13-14), pp. 4749-4756.
- Kshirsagar, S., Takur, A. S. & Kshirsagar, J., 2015. Immunomodulatory and antioxidative properties of *Clitoria ternatea*. *International Journal of Plant Sciences*, 10(2), pp. 158-162.
- Kumar, H. et al., 2014. Phenolic compounds and their health benefits: A review. *J. of Food Research and Technology*, 2(2), pp. 46-59.
- Kumar, S., Kumar, A. & Singh, A. K., 2016. Scientific Basis for the Therapeutic use of *Clitoria ternatea* linn. (Aprajita): A Review. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture*, 2(4), pp. 180-187.
- Lakshan, S. A. T., Jayanath, N. Y., Abeysekera, W. P. K. M. & Abeysekera, W. K. S. M., 2019. A Commercial Potential Blue Pea (*Clitoria ternatea* L.) Flower Extract Incorporated Beverage Having Functional Properties. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Lakshmeesh, N. B., 2019. Antioxidant and Anticancer Activity of Edible Flowers. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(3-s), pp. 290-295.
- Larson, R. A., 1988. The Antioxidants of Higher Plants. *Phytochemistry*, 27(4), pp. 969-978.
- Leong, C.-R. et al., 2017. Anthocyanins from *Clitoria ternatea* Attenuate Food-Borne *Penicillium expansum* and its Potential Application as Food Biopreservative. *Natural Product Sciences*, 23(2), pp. 125-131.
- Leong, H. Y. et al., 2018. Natural Red Pigments from Plants and Their Health Benefits – A Review. *Food Reviews International*, 34, pp. 463-482.
- Li, D. et al., 2017. Health Benefits of Anthocyanins and Molecular Mechanisms: Update from Recent Decade. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), pp. 1729-1741.
- Lijon, M. B. et al., 2017. Phytochemistry and pharmacological activities of *Clitoria ternatea*. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 4(1), pp. 1-10.
- Lin, Y., Shi, R., Wang, X. & Shen, H.-M., 2008. Luteolin, a flavonoid with potentials for cancer prevention and therapy. *Current Cancer Drug Targets*, 7(634–646), pp. 8.
- Liu, H. et al., 2016. The Fascinating Effects of Baicalein on Cancer: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(1681), pp. 1-18.
- Madhu, K., 2013. Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of in vitro Grown Plants *Clitoria ternatea* L., using DPPH Assay. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6(2), pp. 38-42.
- Mahmad, N. et al., 2018. Anthocyanin as potential source for antimicrobial activity in *Clitoria ternatea* L. and *Dioscorea alata* L.. *Pigment & Resin Technology*.
- Manivannan, R., 2019. Isolation and Characterizations of new alkaloid 3-deoxy- 3, 11-epoxy cephalotaxine from *Clitoria ternatea*. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 9(4-A), pp. 458-462.
- Manjula, P. et al., 2013. Phytochemical Analysis of *Clitoria ternatea* Linn., A Valuable Medicinal

- Plant. *The Journal of Indian Botanical Society*, 92(3&4), pp. 173-178.
- Marpaung, A. M., Andarwulan, N., Hariyadi, P. & Faridah, D. N., 2018. *The Wide Variation of Color Stability of Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Flower Extract at pH 6-8*. Jakarta, Southeast Asian Food & Agricultural Science & Technology, pp. 283-291.
- Marpaung, A. M., Andarwulan, N., Hariyadi, P. & Faridah, D. N., 2019. The Difference in Colour Shifting of *Clitoria ternatea* L. Flower Extract at pH 1, 4, and 7 during storage. *Current Nutrition and Food Science*, 15(7), pp. 694-699.
- Marpaung, A. M., Andarwulan, N. & Prangdimurti, E., 2013. The optimization of anthocyanin pigment extraction from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) petal using Response Surface Methodology. *Acta Horticulturae*, 1011, pp. 205-211.
- Mohamad, M. F., Nasir, S. N. S. & Sarmidi, M. R., 2011. Degradation kinetics and colour of anthocyanins in aqueous extracts of butterfly pea. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 4(05), pp. 306-315.
- Mukherjee, P. K., Kumar, V., Kumar, N. S. & Heinrich, M., 2008. The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea* – From traditional use to scientific assessment.. *J. of Ethnopharmacology*, 120(3), pp. 291-301.
- Nair, V. et al., 2015. Protective Role of Ternatin Anthocyanins and Quercetin Glycosides from Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) Blue Flower Petals against Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Inflammation in Macrophage Cells. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 63, pp. 6355–6365.
- Nair, V. et al., 2015. Protective Role of Ternatin Anthocyanins and Quercetin Glycosides from Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) Blue Flower Petals against Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Inflammation in Macrophage Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(28), pp. 6355-6365.
- Neda, G. D., Rabeta, M. S. & Ong, M. T., 2013. Chemical composition and anti-proliferative properties of flowers of *Clitoria Ternatea*. *International Food Research Journal*, 20(3), pp. 1229-1234.
- Nguyen, G. K. T. et al., 2011. Discovery and Characterization of Novel Cyclotides Originated from Chimeric Precursors Consisting of Albumin-1 Chain a and Cyclotide Domains in the Fabaceae Family. *The Journal of Biological Chemistry*, 286(27), pp. 24275–24287.
- Nguyen, K. N. T. et al., 2016. Immunostimulating and Gram-negative-specific antibacterial cyclotides from the butterfly pea (*Clitoria ternatea*). *The FEBS Journal*, 283, pp. 2067–2090.
- Nithianantham, K. et al., 2013. Evaluation of hepatoprotective effect of methanolic extract of (Linn.) flower against acetaminophen-induced liver damage. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(4), pp. 314-319.
- Oguis, G. K., Gilding, E. K., Jackson, M. A. & Craik, D. J., 2019. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*), a Cyclotide-Bearing Plant With Applications in Agriculture and Medicine. *Frontiers in Plant Science*, 10, pp. 1-23.
- Patel, J. M., 2008. A Review of Potential Health Benefits of Flavonoids .. *Lethbridge Undergraduate Research Journal*, 3(2).
- Pengkumsri, N., Kaewdoo, K. & Leeprechanon, W., 2019. Influence of Extraction Methods on Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Some of the Commonly Used Plants in Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22(3), pp. 117-126.
- Pengkumsri, N., Kaewdoo, K., Leeprechanon, W. & Sivamaruthi, B. S., 2019. Influence of Extraction Methods on Total Phenolic Content

- and Antioxidant Properties of Some of the Commonly Used Plants in Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22(3), pp. 117-126.
- Phruksanan, W., Yibchok-anun, S. & Adisakwattana, S., 2014. Protection of *Clitoria ternatea* flower petal extract against free radical induced hemolysis and oxidative damage in canine erythrocytes. *Research in Veterinary Science*.
- Poth, A. G. et al., 2011. Discovery of Cyclotides in the Fabaceae Plant Family Provides New Insights into the Cyclization, Evolution, and Distribution of Circular Proteins. *ACS Chemical Biology*, 6(4), pp. 345-355.
- Pratap, G. M. J. S. et al., 2012. Evaluation of three medicinal plants for anti-microbial activity. *An International Quarterly Journal of Research of Ayurveda*, 33(3), pp. 423-428.
- Priprem, A., Limsitthichaikoon, S. & Thappasarapong, S., 2015. Anti-Inflammatory Activity of Topical Anthocyanins by Complexation and Niosomal Encapsulation. *International Journal of Chemical and Molecular Engineering*, 9(2), pp. 142-146.
- Rabeta, M. S. & An Nabil, Z., 2013. Total phenolic compounds and scavenging activity in *Clitoria ternatea* and *Vitex negundo* linn. *International Food Research Journal*, 20(1), pp. 495-500.
- Rabeta, M. S. & An Nabil, Z., 2013. Total phenolic compounds and scavenging activity in *Clitoria ternatea* and *Vitex negundo* linn. *International Food Research Journal*, 20(1), pp. 495-500.
- 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*, 08, pp. 131-138.
- Salehi, B. et al., 2019. The Therapeutic Potential of Apigenin. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(1305), pp. 1-26.
- Sen, Z. et al., 2013. Chemosensitizing activities of cyclotides from *Clitoria ternatea* in paclitaxel-resistant lung cancer cells. *Oncology Letters*, 5, pp. 641-644.
- Shekhawat, N. & Vijayvergia, R., 2010. Evaluation of antimicrobial potential of some medicinal plants against plant and human pathogens. *J. of Pharmaceutical Research*, 3, pp. 700-702.
- Shen, Y. et al., 2016. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*) seed and petal extracts decreased HEP-2 carcinoma cell viability. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, pp. 1860–1868.
- Shivaprakash, P. et al., 2015. Induction of Apoptosis in MCV-7 Cells by Methanolic Extract of *Clitoria ternatea* L.. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 6(4), pp. 80-86.
- Shyam Kumar, B. & Ishwar Bhat, B., 2012. Antiinflammatory, Analgesic and Phytochemical Studies of *Clitoria ternatea* Linn Flower Extract. *International Research Journal of Pharmacy*, 3(3), pp. 208-210.
- Shyam Kumar, B. & Ishwar Bhat, K., 2011. In-vitro Cytotoxic Activity Studies of *Clitoria ternatea* Linn Flower Extracts. *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research*, 6(2), pp. 120-121.
- Singh, N. K. et al., 2018. Anti-allergy and anti-tussive activity of *Clitoria ternatea* L. in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, 224, pp. 15-26.
- Siti Azima, A. M., Noriham, A. & Manshoor, N., 2014. Anthocyanin content in relation to the antioxidant activity and colour properties of *Garcinia mangostana* peel, *Syzygium cumini* and *Clitoria ternatea* extracts. *International Food Research Journal*, 21(6), p. 2369–2375.
- Siti Azima, A., Noriham, A. & Manshoor, N., 2017. Phenolics, antioxidants and color properties of aqueous pigmented plant extracts:

- Ardisia colorata var. elliptica, Clitoria ternatea, Garcinia. *J. of Functional Foods*, 38, pp. 232–241.
- Smeriglio, A., Barreca, D., Bellocco, E. & Trombetta, D., 2016. Chemistry, Pharmacology and Health Benefits of Anthocyanins. *Phytotherapy Research*, 30(8), pp. 1265-1286.
- Srichaikul, B., 2018. Ultrasonication Extraction, Bioactivity, Antioxidant Activity, Total Flavonoid, Total Phenolic and Antioxidant of Clitoria Ternatea Linn Flower Extract for Anti-aging Drinks. *Pharmacognosy Magazine*, 14(56), pp. 322-327.
- Srichaikul, B., 2018. Ultrasonication Extraction, Bioactivity, Antioxidant Activity, Total Flavonoid, Total Phenolic and Antioxidant of Clitoria Ternatea Linn Flower Extract for Anti-aging Drinks. *Pharmacognosy Magazine*, 14(56), pp. 322-327.
- Suganya, G., Sampath Kumar, P., Dheeba, B. & Sivakumar, R., 2014. In Vitro Antidiabetic, Antioxidant and Anti-inflammatory Activity of Clitoria ternatea L.. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(7), pp. 342-347.
- Tapas, A. R., Sakarkar, D. M. & Kakde, R. B., 2008. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7(3), pp. 1089-1099.
- Terahara, N. et al., 1996. Five new anthocyanins, ternatins A3, B4, B3, B2, and D2, from Clitoria ternatea flowers. *J. of Natural Products*, 59, pp. 139-144.
- Terahara, N. et al., 1998. Eight New Anthocyanins, Ternatins C1-C5 and D3 and Preternatins A3 and C4 from Young Clitoria ternatea Flowers. *Journal of Natural Products*, 61, pp. 1361-1367.
- Terahara, N., Saito, N., Honda, T. & Toki, K., 1989. Structure of ternatin D1, an acylated anthocyanin from Clitoria ternatea flowers. *Tetrahedron Letters*, 30(39), pp. 5305-5308.
- Terahara, N. et al., 1990. Structure of ternatin A1, the largest ternatin in the major blue anthocyanins from Clitoria ternatea flowers.. *Tetrahedron Letters*, 31(20), pp. 2921-2924.
- Terahara, N. et al., 1990. Structure of TERNATIN A2, one of Clitoria ternatea Flower Anthocyanins Having the Unsymmetrical Side Chains. *Heterocycles*, 31(10), pp. 1773-1776.
- Uma, B., Prabhakar, K. & Rajendran, S., 2009. Phytochemical Analysis and Antimicrobial Activity of Clitoria ternatea Linn Against Extended Spectrum Beta Lactamase Producing Enteric and Urinary Pathogens. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(4), pp. 94-96.
- Vankar, P. S. & Srivastava, J., 2010. Evaluation of Anthocyanin Content in Red and Blue Flowers. *International Journal of Food Engineering*, 6(4), pp. Article 7.
- Wang, L. & Ma, Q., 2018. Clinical benefits and pharmacology of Scutellarin: A comprehensive review. *Pharmacology & Therapeutics*, 190, pp. 105-127.
- Xiao, J., Capanoglu, E., Jassbi, A. R. & Miron, A., 2016. Advance on the Flavonoid C-glycosides and Health Benefit. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, pp. S29–S45.
- Yao, L. H. et al., 2004. Flavonoids in Food and Their Health Benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, 113–122, pp. 59.
- Zakaria, N. et al., 2018. In vitro protective effects of an aqueous extract of Clitoria ternatea L. flower against hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and UV-induced mtDNA damage in human keratinocytes. *Phytotherapy Research*, pp. 1-9.