

# Keragaman dan kekerabatan genetik *Garcinia* berdasarkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya: Kajian *in silico*

*by* Dindin Hidayatul Mursyidin

---

**Submission date:** 31-May-2023 03:27AM (UTC-0500)

**Submission ID:** 2105868679

**File name:** 17-Keragaman\_Genetik\_Garcinia-Mursyidin\_Maulana.pdf (1.23M)

**Word count:** 11243

**Character count:** 68934

# KERAGAMAN DAN KEKERABATAN GENETIK GARCINIA BERDASARKAN KANDUNGAN SENYAWA BIOAKTIF DAN AKTIVITAS BIOLOGISNYA: KAJIAN *IN SILICO*

[Genetic Diversity and Relationship of *Garcinia* Based on Bioactive Compounds and Their Biological Activities: *In Silico* Study]

Dindin Hidayatul Mursyidin<sup>1</sup>\*, dan Fajar Nurrahman Maulana

Laboratorium Genetika dan Biologi Molekuler, FMIPA Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714  
email : dindinhm@gmail.com

## ABSTRACT

*Garcinia*, belongs to the Clusiaceae family, is a very prospective plant for development. Because of apomixis, however, this plant has a narrow genetic diversity. This study aims to determine the genetic diversity and relationships of *Garcinia* based on the content of bioactive compounds and its biological activities, using *in silico* approach. A total of 64 *Garcinia* species were analyzed by a multivariate method using the MVSP ver. 3.1 software. The results showed that based on these characters, *Garcinia* had a low (narrow) genetic diversity, with a Shannon index of 0.28. However, the xanthone, antifungal activity, and leaf organ are the three of *Garcinia* characters with a high (wide) genetic diversity. The PCA revealed that these characters are contributed positively to this genetic diversity. The UPGMA analysis also revealed that this gemplism is divide into six main clusters, where the fifth is the largest (53 species). The farthest relationship is shown by *G. hamburyi* and *G. cylindrocarpa*, as well as *G. bancana* and *G. excavata*, at a coefficient of 0.54. In this case, *G. mangostana* the most popular species of *Garcinia*, has the closest relationship with *G. wightii* at a coefficient of 0.87, and farthest to *G. cylindrocarpa*. This information might be valuable in supporting the preservation and breeding programs of *Garcinia* in Indonesia, particularly for parental selection in the development of superior cultivars.

**Key words:** Bioactive compound, *Garcinia*, Genetic diversity, *In silico*

## ABSTRAK

*Garcinia* merupakan tumbuhan, termasuk familia Clusiaceae, yang sangat prospektif untuk dikembangkan. Namun karena bersifat apomiksis, tumbuhan ini memiliki keragaman genetik sempit. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keragaman dan kekerabatan genetik *Garcinia* berdasarkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya secara *in silico*. Sebanyak 64 spesies *Garcinia* telah dianalisis secara multivariate menggunakan software MVSP ver. 3 untuk menentukan keragaman dan kekerabatan genetiknya berdasarkan karakter tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Garcinia* memiliki rentang keragaman genetik rendah (sempit), dengan rerata indeks Shannon sekitar 0,28, baik berdasarkan kandungan senyawa bioaktif, aktivitas biologis dan organ yang menghasilkan senyawa bioaktif tersebut. Namun demikian, senyawa xanton, aktivitas antifungi dan organ daun adalah tiga karakter *Garcinia* yang menunjukkan keragaman genetik tinggi (luas). Hasil analisis PCA, memperlihatkan bahwa ketiga karakter tersebut berkontribusi positif terhadap keragaman genetik *Garcinia* yang muncul. Hasil analisis kluster membagi 64 spesies *Garcinia* kedalam enam kluster utama, yang didalamnya kluster kelima adalah kelompok terbesar dengan jumlah anggota sebanyak 53 spesies. Pada penelitian ini, kekerabatan terjauh ditunjukkan oleh dua pasang spesies *Garcinia*, yaitu *G. hamburyi* vs *G. cylindrocarpa* dan *G. bancana* vs *G. excavata*, pada koefisien 0,54. Sementara itu, *G. mangostana* yang merupakan spesies paling populer dalam genus *Garcinia* memiliki kekerabatan terdekat dengan *G. wightii* pada koefisien 0,87 dan terjauh dengan *G. cylindrocarpa* pada koefisien 0,60. Informasi ini diharapkan memiliki manfaat yang besar untuk mendukung program pelestarian dan pemuliaan *Garcinia* di Indonesia, terutama seleksi tetua untuk penakitan kultivar unggul.

**Kata kunci:** Keragaman genetik, *Garcinia*, *In silico*, Senyawa bioaktif

## PENDAHULUAN

*Garcinia* merupakan tumbuhan, termasuk familia Clusiaceae, yang sangat prospektif untuk dikembangkan (Murthy *et al.*, 2019). Hal ini karena hampir seluruh bagian (organ) tubuhnya, seperti buah, kulit buah, akar, batang, dan daun dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan, termasuk obat-obatan (Murthy *et al.*, 2018). Sebagai contoh, buah manggis (*Garcinia mangostana*), 'Malabar tamarind' atau *brindle berry* (*G. gummi-gutta*) dan 'kokum' (*G. indica*), selain dapat langsung dimakan (*edible fruits*) karena memiliki rasa yang lezat,

mengandung pula sejumlah nutrisi, mineral dan vitamin penting, serta serat pangan yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan dalam industri makanan dan minuman (Murthy *et al.*, 2019). Disamping itu, kulit buah ketiga spesies tersebut dilaporkan menghasilkan sejumlah senyawa bioaktif dengan aktivitas biologis penting, seperti antibakteri (Fouotsa *et al.*, 2015), antikanker (Murthy *et al.*, 2019), sitotoksik (Sukandar *et al.*, 2018), anti-inflamasi (Chen *et al.*, 2010), dan antioksidan (Aravind *et al.*, 2016), serta antivirus (Yang *et al.*, 2015). Bahkan sejak ribuan tahun lalu, kulit buah

\*Kontributor Utama

\*Diterima: 20 Mei 2020 - Diperbaiki: 7 September 2020 - Disetujui: 27 Oktober 2020

ketiga tumbuhan tersebut telah dimanfaatkan oleh masyarakat, terutama di wilayah Asia, sebagai bahan ramuan dalam pengobatan tradisional (Murthy *et al.*, 2019).

Saat ini, manggis (*G. mangostana*), 'Malabar tamarind' (*G. gummi-gutta*) dan 'kokum' (*G. indica*) adalah tiga spesies *Garcinia* yang paling populer dan sangat intensif dikembangkan (Murthy *et al.*, 2018). Namun demikian, ketiga spesies tersebut bersifat apomiksis dan agamospermi (perkembangan buah dan bijinya terjadi tanpa melalui fusi gamet), sehingga memiliki keragaman genetik sempit. Disamping itu, ketiganya juga memiliki keterbatasan, diantaranya: (a) kualitas buah yang rendah, (b) karakteristik pohon yang kurang menarik, (c) kurang toleran terhadap kekeringan, serta (d) batang bawahnya mudah terserang hama atau penyakit (Murthy *et al.*, 2018). Menurut Widiastuti *et al.* (2010), eksplorasi dan karakterisasi plasma nutfah adalah dua kegiatan utama yang dapat dilakukan untuk mendukung perluasan genetik (pemuliaan) suatu plasma nutfah. Khusus di Indonesia, tercatat sebanyak 64 spesies *Garcinia* (Uji, 2007), dari sekitar 300 spesies yang ada di dunia (Hemshkhar *et al.*, 2011), yang dapat digunakan dalam program pemuliaan. Berdasarkan jumlah tersebut, 25 spesies *Garcinia* terdapat di Kalimantan, 22 spesies masing-masing di Sumatera dan Sulawesi, adapun sisanya di pulau-pulau lain, seperti Jawa, Nusa Tenggara, serta Maluku dan Papua (Uji, 2007).

Acquaah (2012) menambahkan bahwa analisis keragaman dan kekerabatan genetik juga diperlukan untuk mendukung program perluasan genetik (pemuliaan). Menurut Frankham *et al.* (2004), keragaman genetik dapat diukur melalui beberapa pendekatan, seperti variasi morfologis atau kuantitatif, sitologis atau pengaruh kehilangan alel yang terlihat secara langsung, serta variasi biokimia, termasuk variasi pada level molekuler (sekuen DNA). Sementara itu, kekerabatan genetik dapat diduga dengan menggunakan metode analisis kluster. Dalam analisis ini, pengelompokan didasarkan pada similaritas atau kemiripan karakter yang dimiliki masing-masing individu yang diamati. Menurut Mcintosh *et al.* (2010), untuk mencerminkan jarak genetik masing-masing individu secara kuantitatif dalam analisis kluster dapat digunakan nilai

*Euclidean*. Di lain pihak, analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* (PCA) dapat dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar-karakter tumbuhan yang diamati, serta menentukan karakter mana yang berpengaruh terhadap keragaman genetik yang muncul (Granato *et al.*, 2018). Secara singkat, melalui analisis PCA memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi penting yang representatif untuk tujuan pemuliaan, seperti data hubungan antar-karakter (Das *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keragaman dan kekerabatan genetik *Garcinia* berdasarkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya, secara *in silico*. Menurut Karp *et al.* (1997), kajian tentang keragaman dan kekerabatan genetik sangat diperlukan (penting) untuk mendukung upaya konservasi dan pemuliaan suatu plasma nutfah pada masa mendatang. Dalam program pemuliaan, keragaman genetik merupakan modal dasar untuk memperoleh karakter unggul yang diinginkan (Acquaah, 2012). Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat yang besar untuk mendukung program pelestarian, budidaya dan pemanfaatan *Garcinia* di Indonesia.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan secara *in silico*, yaitu dengan mengumpulkan dan mentabulasi berbagai data (pustaka/literatur) tentang ragam spesies *Garcinia* yang terdapat di Indonesia dan kandungan senyawa bioaktif, serta aktivitas biologis yang dimilikinya. Pada penelitian ini, digunakan 64 spesies *Garcinia* sebagai acuan (Uji, 2007) (Tabel 14).

### Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara *multivariate* menggunakan pendekatan taksonomi numerik, dengan bantuan *software* MVSP ver. 3.1 (Kovach, 2007). Keragaman genetik *Garcinia* kemudian ditentukan menggunakan indeks keragaman genetik Shannon-Weaver ( $H'$ ), dengan persamaan berikut:

$$H' = - \sum p_i (\log_2 p_i) / \log_2 N$$

dimana,  $p_i$  adalah perbandingan frekuensi karakter yang diamati, sedangkan  $N$  adalah jumlah seluruh karakter yang diamati. Tingkat keragaman genetik ditentukan dengan kriteria, yaitu maksimum ( $H = 1,00$ ), tinggi ( $H = 0,76-0,99$ ), moderat ( $H = 0,46-0,75$ ), dan rendah ( $H = 0,01-0,45$ ) (Rabara *et al.*, 2014). Analisis komponen utama (PCA) dilakukan pula untuk melihat karakter mana yang menjadi penciri atau memberikan kontribusi terhadap keragaman genetik yang muncul (Das *et al.*, 2017). Sementara itu, rekonstruksi kekerabatan genetik *Garcinia* menggunakan analisis kluster dengan metode UPGMA (*unweighted pair group of arithmetic means*). Analisis dilakukan menggunakan *software* MVSP ver. 3.1 (Kovach, 2007).

## HASIL

### Keragaman Genetik

Hasil penelusuran literatur, didapatkan 64 spesies *Garcinia* yang memiliki beragam senyawa bioaktif dan aktivitas biologinya (Lampiran 1). Secara umum, senyawa bioaktif yang dimiliki *Garcinia* tergolong senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan beberapa senyawa lainnya (Tabel 1). *Garcinia* memiliki keragaman genetik rendah berdasarkan senyawa bioaktifnya, namun dalam hal ini xanton merupakan senyawa bioaktif yang memiliki keragaman genetik tinggi (0,87). Sementara itu, senyawa-senyawa lainnya memiliki keragaman

genetik rendah, kecuali alkaloid dengan keragaman genetik sedang (0,55) (Tabel 1).

Berdasarkan aktivitas biologis dari senyawa bioaktif yang dihasilkan, *Garcinia* juga menunjukkan keragaman genetik rendah, dengan rerata sebesar 0,30 (Tabel 2). Namun antifungi adalah aktivitas biologis yang menunjukkan keragaman genetik tinggi (0,78). Sementara itu, dua aktivitas lainnya, yaitu antinyeri dan antiplasmodial memiliki keragaman genetik sedang, masing-masing sebesar 0,72 dan 0,54 (Tabel 2).

Berdasarkan bagian/organ tumbuhan yang menghasilkan senyawa bioaktif, *Garcinia* juga menunjukkan keragaman genetik rendah. Namun daun merupakan organ tumbuhan yang memiliki keragaman tinggi, dengan nilai 0,79 (Tabel 3). Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa biji memiliki keragaman sedang (0,50), adapun bagian kulit buah yang lazim dimanfaatkan sebagai sumber senyawa bioaktif memiliki keragaman genetik rendah (0,22).

Hasil analisis PCA (Tabel 4) memperlihatkan bahwa senyawa asam lemak dan steroid berkontribusi paling tinggi terhadap keragaman genetik *Garcinia* yang muncul. Sementara itu, kontribusi paling tinggi berdasarkan aktivitas biologis dan organ tumbuhan yang menghasilkan senyawa bioaktif diperlihatkan oleh aktivitas antinyeri, antioksidan dan antiplasmodial, serta organ batang (Tabel 4).

**Tabel 1.** Keragaman genetik *Garcinia* berdasarkan senyawa bioaktif (*Genetic diversity of Garcinia based on bioactive compounds*)

No.	Senyawa Bioaktif (Bioactive Compound)	H indeks (H index)
1.	Alkaloid	0,55*
2.	Antosianin	0,12*
3.	Asam lemak	0,16*
4.	Asam organik	0,22*
5.	Benzofenon	0,11*
6.	Fenol	0,14*
7.	Flavonoid	0,19*
8.	Glikosida	0,22*
9.	Kalkon	0,19*
10.	Saponin	0,27*
11.	Steroid	0,24*
12.	Terpenoid	0,27*
13.	Xanton	0,87***
	Rerata	0,27*

Ket. \*\*\*tinggi; \*\*sedang; \*rendah.  
[Note. \*\*\*high; \*\*moderate; \*low]

**Tabel 2.** Keragaman genetik *Garcinia* berdasarkan aktivitas biologis senyawa bioaktif yang dihasilkan (*Genetic diversity of Garcinia based on biological activity of bioactive compounds produced*)

No.	Aktivitas Biologis ( <i>Biological Activity</i> )	H indeks ( <i>H index</i> )
1.	Antibakteri	0,12*
2.	Antifungi	0,78***
3.	Antiimunodulator	0,13*
4.	Antiinflamasi	0,22*
5.	Antikanker	0,12*
6.	Antileukimia	0,22*
7.	Antimalaria	0,22*
8.	Antinyeri	0,72**
9.	Antioksidan	0,15*
10.	Antiplasmodial	0,54**
11.	Antiplatelet	0,19*
12.	Antivirus	0,27*
13.	Hipoglikemik	0,22*
14.	Sitotoksik	0,27*
Rerata		0,30*

Ket. \*\*\*tinggi; \*\*sedang; \*rendah.  
[Note. \*\*\*high; \*\*moderate; \*low]

**Tabel 3.** Keragaman genetik *Garcinia* berdasarkan bagian/organ tumbuhan yang menghasilkan senyawa bioaktif (*Genetic diversity of Garcinia based on parts/organs of plants producing bioactive compounds*)

No.	Bagian/Organ Tumbuhan ( <i>parts/organs of plants</i> )	H indeks ( <i>H index</i> )
1.	Akar	0,25*
2.	Batang	0,12*
3.	Biji	0,50**
4.	Buah	0,10*
5.	Cabang/Ranting	0,12*
6.	Daun	0,79***
7.	Getah	0,19*
8.	Kulit Akar	0,13*
9.	Kulit Batang	0,19*
10.	Kulit Buah	0,22*
Rerata		0,26*

Ket. \*\*\*tinggi; \*\*sedang; \*rendah.  
[Note. \*\*\*high; \*\*moderate; \*low].

### Kekerabatan Genetik

Hasil analisis kluster (Gambar 1) menunjukkan bahwa 64 spesies *Garcinia* mengelompok kedalam enam kluster utama, pada koefisien similaritas 0,79. Kluster I dan IV, masing-masing terdiri atas satu spesies, yaitu *G. beccari* dan *G. gummi-gutta*. Sementara itu, kluster II dan III, terdiri atas masing-masing dua spesies (*G. cylindrocarpa* dan *G. balica*; *G. nigrolineata* dan *G. bancana*). Kluster kelima

adalah kelompok terbesar dengan jumlah *Garcinia* sebanyak 53 spesies (Tabel 5). Berdasarkan Gambar 1 diketahui pula bahwa kekerabatan terdekat ditunjukkan oleh tujuh pasang spesies *Garcinia*, meliputi *G. nitida* vs. *G. densivenia*, *G. rigida* vs. *G. urophylla*, *G. urophylla* vs. *G. penangiana*, *G. speciosa* vs. *G. maingayi*, *G. minahassensis* vs. *G. semsei*, *G. porrecta* vs. *G. vilersiana*, dan *G. wichmannii* vs. *G. penangiana*, dengan koefisien

**Tabel 4.** Skor PCA karakter senyawa bioaktif, aktivitas biologis dan bagian/organ *Garcinia* yang menghasilkan senyawa bioaktif (*PCA score of bioactive compounds, biological activities, and parts/organs of Garcinia producing bioactive compounds*)

Karakter (Characters)	Komponen Utama Ke- (Principal Components)				
	1	2	3	4	5
<b>Senyawa bioaktif</b>					
Alkaloid**	0,050	0,142 <sup>a</sup>	0,097	0,028	0,250 <sup>a</sup>
Antosianin/anthocyanin**	0,041	0,070	0,214 <sup>a</sup>	0,025	0,176 <sup>a</sup>
Asam lemak/fatty acid****	0,067	0,220 <sup>a</sup>	0,244 <sup>a</sup>	0,149 <sup>a</sup>	-0,246 <sup>a</sup>
Asam organik/organic acid***	-0,213 <sup>a</sup>	0,071	0,115 <sup>a</sup>	-0,312 <sup>a</sup>	0,034
Benzofenon/benzophenone*	-0,257 <sup>a</sup>	-0,022	0,010	0,013	0,000
Fenol/phenol***	-0,031	0,071	0,102 <sup>a</sup>	-0,156 <sup>a</sup>	0,390 <sup>a</sup>
Flavonoid***	-0,078	0,017	0,159 <sup>a</sup>	-0,292 <sup>a</sup>	-0,138 <sup>a</sup>
Glikosida/glycoside***	-0,095	0,103 <sup>a</sup>	0,139 <sup>a</sup>	-0,333 <sup>a</sup>	-0,007
Kalkon/chalcone	0,022	-0,068	0,090	-0,084	-0,073
Saponin**	-0,069	0,053	0,120 <sup>a</sup>	-0,030	-0,303 <sup>a</sup>
Steroid***	0,022	0,134 <sup>a</sup>	0,204 <sup>a</sup>	0,111 <sup>a</sup>	-0,193 <sup>a</sup>
Terpenoid	0,012	-0,010	-0,050	-0,020	0,059
Xanton/xanthone***	0,058	0,144 <sup>a</sup>	0,151 <sup>a</sup>	0,261 <sup>a</sup>	0,008
<b>Aktivitas Biologis</b>					
Antibakteri/antibacterial*	-0,025	0,003	0,035	0,021	-0,267 <sup>a</sup>
Antifungi***	-0,147 <sup>a</sup>	0,176 <sup>a</sup>	0,116 <sup>a</sup>	0,010	-0,001
Antiumunomodulator/ antiimmunomodulatory***	-0,343 <sup>a</sup>	0,038	0,099	-0,128 <sup>a</sup>	-0,137 <sup>a</sup>
Antiinflamasi/ antiinflammatory***	-0,361 <sup>a</sup>	-0,059	-0,014	0,193 <sup>a</sup>	0,119 <sup>a</sup>
Antikanker/anticancer*	-0,312 <sup>a</sup>	0,006	0,024	-0,077	0,037
Antileukimia***	-0,361 <sup>a</sup>	-0,059	-0,014	0,193 <sup>a</sup>	0,119 <sup>a</sup>
Antimalaria/antimalarial***	-0,361 <sup>a</sup>	-0,059	-0,014	0,193 <sup>a</sup>	0,119 <sup>a</sup>
Antinyeri/antianalgentic****	0,024	0,197 <sup>a</sup>	0,294 <sup>a</sup>	-0,150 <sup>a</sup>	0,152 <sup>a</sup>
Antioksidan/antioxidant***	-0,273 <sup>a</sup>	0,052	0,107 <sup>a</sup>	-0,172 <sup>a</sup>	-0,203 <sup>a</sup>
Antiplasmodial****	0,129 <sup>a</sup>	0,035	0,183 <sup>a</sup>	0,136 <sup>a</sup>	0,266 <sup>a</sup>
Antiplaquet**	0,046	-0,356 <sup>a</sup>	0,262 <sup>a</sup>	-0,085	-0,001
Antivirus**	-0,292 <sup>a</sup>	-0,059	-0,021	0,200 <sup>a</sup>	0,049
Hipoglikemik/hypoglycemic**	0,052	-0,396 <sup>a</sup>	0,270 <sup>a</sup>	0,002	0,002
Sitotoksik/cytotoxic*	0,043	-0,402 <sup>a</sup>	0,278 <sup>a</sup>	0,010	0,002
<b>Organ Tumbuhan</b>					
Akar/radix**	-0,094	-0,005	0,289 <sup>a</sup>	0,258 <sup>a</sup>	0,067
Batang/trunk****	0,039	0,231 <sup>a</sup>	0,303 <sup>a</sup>	0,213 <sup>a</sup>	-0,180 <sup>a</sup>
Biji/seed**	0,054	0,187 <sup>a</sup>	0,115 <sup>a</sup>	-0,077	0,046
Buah/fruit**	-0,058	0,031	-0,056	0,193 <sup>a</sup>	0,137 <sup>a</sup>
Cabang/Ranting/branch/ twig***	0,050	0,163 <sup>a</sup>	0,173 <sup>a</sup>	0,155 <sup>a</sup>	-0,040
Daun/leaf***	-0,112 <sup>a</sup>	0,109 <sup>a</sup>	0,090	-0,201 <sup>a</sup>	0,082
Getah/latex***	0,053	0,031	-0,052	-0,016	0,036
Kulit Akar/root file***	0,055	0,099	0,103 <sup>a</sup>	-0,257 <sup>a</sup>	0,188 <sup>a</sup>
Kulit Batang/bark skin**	0,040	0,082	0,110 <sup>a</sup>	0,005	0,398 <sup>a</sup>
Kulit Buah/fruit peel***	0,040	0,129 <sup>a</sup>	0,138 <sup>a</sup>	0,175 <sup>a</sup>	-0,054
Nilai Eigen/Eigenvalue	5,707	3,595	3,151	2,827	2,408
Persentase/percentage	14,899	9,387	8,227	7,380	6,286
Persentase kumulatif/ cumulative percentage	14,899	24,286	32,513	39,893	46,178

Ket. \*berkontribusi positif terhadap keragaman genetik: \*\*\*\* sangat tinggi; \*\*\* tinggi; \*\* sedang; \* rendah.  
[Note. \*contributed positively to genetic diversity: \*\*\*\* very high; \*\*\* high; \*\* moderate; \* low].



similaritas masing-masing sebesar 0,99 (99%). Sementara itu, kekerabatan terjauh ditunjukkan oleh dua pasang spesies *Garcinia*, yaitu *G. hanburyi* vs. *G. cylindrocarpa* dan *G. bancana* vs. *G. excavata*, pada koefisien 0,54 (54%). Pada penelitian ini, *G. mangostana* yang merupakan spesies paling populer dalam genus *Garcinia* memiliki kekerabatan terdekat dengan *G. wightii* pada koefisien 0,87 dan kekerabatan terjauh dengan *G. cylindrocarpa* pada koefisien 0,60.

## PEMBAHASAN

Informasi tentang keragaman dan kekerabatan genetik sangat diperlukan untuk mendukung upaya konservasi dan pemuliaan suatu plasma nutfah pada masa mendatang, terutama seleksi tetua dalam perakitan kultivar unggul (Acquaah, 2012; Karp *et al.*, 1997). Pada penelitian ini, *Garcinia* memiliki keragaman genetik rendah, berdasarkan kandungan bioaktif dan aktivitas biologisnya, ditunjukkan oleh rerata nilai indeks Shannon sebesar 0,28 (Tabel 1-3). Namun demikian, beberapa karakter yang

**Tabel 5.** Pengelompokan *Garcinia* berdasarkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya (Clustering of *Garcinia* based on the content of bioactive compounds and their biological activities)

No	Nama Spesies (Name of Species)	Kluster (Cluster)	No	Nama Spesies (Name of Species)	Kluster (Cluster)
1.	<i>G. beccari</i>	I	33.	<i>G. forbesii</i>	V
2.	<i>G. cylindrocarpa</i>	II	34.	<i>G. vieillardii</i>	V
3.	<i>G. balica</i>	II	35.	<i>G. vilersiana</i>	V
4.	<i>G. nigrolineata</i>	III	36.	<i>G. solomonensis</i>	V
5.	<i>G. bancana</i>	III	37.	<i>G. porrecta</i>	V
6.	<i>G. gummi-gutta</i>	IV	38.	<i>G. nitida</i>	V
7.	<i>G. microphylla</i>	V	39.	<i>G. densivenia</i>	V
8.	<i>G. mangostana</i> *	V	40.	<i>G. prainiana</i>	V
9.	<i>G. fusiformis</i>	V	41.	<i>G. speciosa</i>	V
10.	<i>G. excavata</i>	V	42.	<i>G. maingayi</i>	V
11.	<i>G. parvifolia</i>	V	43.	<i>G. cornea</i>	V
12.	<i>G. hombroniana</i>	V	44.	<i>G. prussii</i>	V
13.	<i>G. hanburyi</i>	V	45.	<i>G. wichmannii</i>	V
14.	<i>G. gaudichaudii</i>	V	46.	<i>G. urophylla</i>	V
15.	<i>G. griffithii</i>	V	47.	<i>G. rigida</i>	V
16.	<i>G. celebica</i>	V	48.	<i>G. penangiana</i>	V
17.	<i>G. morella</i>	V	49.	<i>G. paucinervis</i>	V
18.	<i>G. mannii</i>	V	50.	<i>G. microcarpa</i>	V
19.	<i>G. tetranda</i>	V	51.	<i>G. merguensis</i>	V
20.	<i>G. minutiflora</i>	V	52.	<i>G. semsei</i>	V
21.	<i>G. smeathmannii</i>	V	53.	<i>G. minahassensis</i>	V
22.	<i>G. dulcis</i>	V	54.	<i>G. picrorhiza</i>	V
23.	<i>G. wightii</i>	V	55.	<i>G. miquelii</i>	V
24.	<i>G. nervosa</i>	V	56.	<i>G. macrophylla</i>	V
25.	<i>G. daedalanthera</i>	V	57.	<i>G. dives</i>	V
26.	<i>G. spicata</i>	V	58.	<i>G. tetralata</i>	V
27.	<i>G. candiculata</i>	V	59.	<i>G. livingstonei</i>	V
28.	<i>G. scortechinii</i>	V	60.	<i>G. brevirostris</i>	V
29.	<i>G. malaccensis</i>	V	61.	<i>G. subelliptica</i>	VI
30.	<i>G. goudotiana</i>	V	62.	<i>G. schomburgkiana</i>	VI
31.	<i>G. xipshuanbannaensis</i>	V	63.	<i>G. xanthochymus</i>	VI
32.	<i>G. riedeliana</i>	V	64.	<i>G. atroviridis</i>	VI

Ket. \* spesies paling populer dalam genus *Garcinia* [Note. \* the most populer in genus *Garcinia*]



diamati memiliki keragaman genetik tinggi, seperti keberadaan senyawa xanton (Tabel 1), aktivitas antifungi (Tabel 2) dan organ daun (Tabel 3).

Menurut Murthy *et al.* (2019), xanton merupakan senyawa metabolit sekunder yang termasuk golongan polifenol dan secara struktur terdiri atas cincin aromatik trisiklik. Senyawa ini diklasifikasikan menjadi lima kelompok utama, yaitu xanton beroksigen sederhana, glikosida xanton, xanton terprenilasi, xantonolignoid, dan xanton dengan struktur lain (Ruan *et al.*, 2017). Senyawa xanton dan turunannya ditemukan pada sebagian besar *Garcinia*, termasuk tiga spesies paling populer, yaitu manggis (*G. mangostana*), *brindle berry* (*G. gummi-gutta*), dan 'kokum' (*G. indica*) (Ruan *et al.*, 2017). Pada buah manggis, xanton ditemukan dalam bentuk gugus isoprena, fenolik, dan metoksi yang tersubstitusi. Sampai saat ini, lebih dari 54 turunan xanton telah dilaporkan terdapat pada buah manggis (Murthy *et al.*, 2018). Pada *brindle berry*, juga terdapat xanton dengan struktur polisiprenilasi, yaitu oxy-guttiferone I, oxy-guttiferone K, oxy-guttiferone K2, dan oxy-guttiferone M (Murthy *et al.*, 2018).

Senyawa  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$ -mangostin pada manggis adalah senyawa turunan xanton yang dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis, seperti antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antimikroba (Murthy *et al.*, 2018), termasuk antifungi (Rahmayanti *et al.*, 2016; Sholihah *et al.*, 2015). Khusus untuk aktivitas antifungi, ekstrak *G. mangostana* mampu menghambat *Candida albicans* (Rahmayanti *et al.*, 2016) dan *Trichophyton mentagrophytes* (penyebab dermatomycosis) (Sholihah *et al.*, 2015). Aktivitas antifungi juga dilaporkan pada ekstrak *G. artoviridis* dan mampu menghambat fungi *Cladosporium herbarum* (Mackeen *et al.*, 2002).

Xanton dan beragam senyawa metabolit sekunder lainnya pada penelitian ini ditemukan pada organ daun beberapa spesies *Garcinia*, termasuk *G. mangostana* dan *G. gummi-gutta* (Lampiran). Senyawa metabolit sekunder secara umum disekresikan dan disimpan dalam vakuola atau lateks pada daun. Berapa turunan daun seperti trikoma, epidermis, dinding sel juga terkadang menjadi lokasi penimbunan senyawa

metabolit sekunder. Secara biokimiawi, beberapa senyawa metabolit sekunder memiliki jalur biosintesis yang kompleks. Sebagai contoh, senyawa xanton secara biogenik diduga berasal turunan senyawa antara benzofenon melalui jalur campuran sikimat dan asetat (Anantachoke *et al.*, 2012). Mazimba *et al.* (2013), menyebutkan bahwa senyawa antara benzofenon yang dimaksud adalah 2,3'-dihidroksibenzofenon bercincin. Karbon 1-4 yang terdapat pada senyawa tersebut berperan menyusun cincin A yang diturunkan dari asetat, sedangkan karbon 5-8 terhadap cincin turunan sikimat B (Mazimba *et al.*, 2013).

Dalam biosintesis xanton, sintesis senyawa 2,3',4,6-tetrahidroksibenzofenon (THPA) juga sangat berperan. Pada proses ini, benzofenon mengalami siklisasi intramolekul region-selektif melalui tahap oksidasi satu elektron untuk membentuk xanton yang paling sederhana. Jalur biosintesis xanton pada tumbuhan tingkat tinggi diduga melibatkan kondensasi turunan asam sikimat dan malonil-KoA sebagai unit-unit pemanjangannya. Enzim yang diduga terlibat dalam proses tersebut adalah benzofenon sintase, yang termasuk kedalam famili sintase poliketida tipe III (PKS). Enzim ini menghasilkan beragam senyawa metabolit sekunder dengan memanfaatkan variasi substrat sebagai pemicunya (*starter*), jumlah reaksi kondensasi dan reaksi siklisasi untuk menghasilkan *scaffold*, seperti kalkon, piron, kromon, dan stilben (Mazimba *et al.*, 2013).

Pada tumbuhan tingkat tinggi, biosintesis xanton meliputi dua tahap utama. Tahap pertama adalah siklisasi senyawa 2,3',4,6-tetrahidroksibenzofenon (THPA) secara regio-selektif atau melalui kontrol orientasional, maksudnya pembentukan satu isomer konstitusional sebagai produk utama di mana dua atau lebih isomer konstitusional dapat diperoleh. Sebagai contoh pada *G. mangostana*, siklisasi yang terjadi pada posisi *para* menghasilkan 1,3,7-trihidroksixanton. Tahap kedua (terakhir) adalah hidroksilasi, sehingga terbentuk senyawa 1,3,6,7-tetrahidroksixanton. Pada tahap ini, xanton sintase sangat diperlukan dan merupakan sitokrom P<sub>450</sub> oksidase yang memerlukan NADPH dan O<sub>2</sub>. Mekanisme reaksi siklisasi mengikuti reaksi

penggandengan fenol oksidatif yang sangat disukai oleh adanya gugus 3'-hidroksil pada posisi *orto-para* (Mazimba *et al.*, 2013).

Berdasarkan analisis kluster (UPGMA), diketahui bahwa *Garcinia* memiliki kekerabatan genetik yang kompleks. Hal ini ditunjukkan oleh kekerabatan genetik terdekat oleh tujuh pasang spesies *Garcinia*, meliputi *G. nitida* vs. *G. densivenia*, *G. rigida* vs. *G. urophylla*, *G. urophylla* vs. *G. penangiana*, *G. speciosa* vs. *G. maingayi*, *G. minahassensis* vs. *G. senseii*, *G. porrecta* vs. *G. vilersiana*, dan *G. wichmannii* vs. *G. penangiana*, dengan koefisien similaritas masing-masing sebesar 0,99. Kompleksitas kekerabatan *Garcinia* diperlihatkan pula oleh kekerabatan terjauh *G. hanburyi* vs. *G. cylindrocarpa* dan *G. bancana* vs. *G. excavata*, pada koefisien 0,54 (54%).

Dalam pemuliaan tanaman, kekerabatan genetik terjauh antar tetua sangat dipertimbangkan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki keragaman genetik tinggi atau luas. Sebaliknya, persilangan tetua yang memiliki kekerabatan genetik dekat cenderung dihindari, karena dapat menghasilkan keturunan dengan keragaman genetik rendah atau sempit, dalam genetika dikenal dengan istilah *inbreeding* (Acquaah, 2012).

*Garcinia mangostana* pada penelitian ini merupakan spesies paling populer dalam genus *Garcinia* memiliki kekerabatan terdekat dengan *G. wightii* pada koefisien 0,87 dan kekerabatan terjauh dengan *G. cylindrocarpa* pada koefisien 0,60. Uji (2007) melaporkan bahwa *G. cylindrocarpa* adalah spesies endemik kepulauan Maluku. Menurut Nazre (2014), berdasarkan karakteristik bunga jantan (terutama warna kelopak, keberadaan dan bentuk pistil), bentuk buah, warna daun, serta pola garis pada glandular, *G. mangostana* paling mirip dengan *G. malaccensis*. Hasil ini dipertegas oleh penelitian Sobir *et al.* (2009) dengan menggunakan penanda isozim dan AFLP.

Berdasarkan penanda isozim, Sinaga *et al.* (2010) melaporkan kedekatan hubungan kekerabatan antara *G. mangostana*, *G. malaccensis*, dan *G. hombroniana*. Bahkan spesies terakhir (*G. hombroniana*) diduga sebagai nenek moyang (progenitor) *G. mangostana* (Sobir *et al.*, 2009).

Menggunakan penanda ISSR, Sobir *et al.* (2011) melaporkan dugaan *G. malaccensis* sebagai turunan allopoliploid dari *G. mangostana*. Hasil penelitian Sulassih *et al.* (2013) juga mengungkapkan pengelompokan ketiga spesies ini berdasarkan penanda morfologis dan ISSR, serta mendukung bahwa *G. malaccensis* dan *G. celebia* adalah nenek moyang *G. mangostana*. Hal serupa juga dikemukakan oleh Abdullah *et al.* (2012) dengan menggunakan penanda ITS, *trnL* dan *accD-psaL*.

Hasil rekonstruksi kekerabatan genetik menggunakan penanda molekuler ITS (*internal transcribed spacer*), *G. mangostana* memiliki kekerabatan terdekat dengan *G. penangiana* (Nazre, 2014; Nazre *et al.*, 2007). Menggunakan penanda yang sama (ITS), Parthasarathy *et al.* (2016) melaporkan kedekatan antara *G. mangostana* *G. xanthochymus*. Hal ini berkorenspondensi pula secara morfologis karena keduanya memiliki bentuk kanopi dan daun yang sama (Parthasarathy *et al.*, 2016). Adapun Liu *et al.* (2016), melaporkan kedekatan *G. mangostana* dengan *G. intermedia*, juga dengan penanda ITS.

## KESIMPULAN

Berdasarkan kandungan senyawa bioaktif, aktivitas biologis dan organ yang menghasilkan senyawa bioaktif, *Garcinia* memiliki rentang keragaman genetik rendah (sempit), dengan rerata indeks Shannon sekitar 0,28. Namun senyawa xanton, aktivitas antifungi dan organ daun adalah tiga karakter *Garcinia* yang menunjukkan keragaman genetik tinggi (luas). Hasil analisis PCA, memperlihatkan bahwa ketiga karakter tersebut berkontribusi positif terhadap keragaman genetik *Garcinia* yang muncul. Hasil analisis kluster membagi 64 spesies *Garcinia* kedalam enam kluster utama, yang didalamnya kluster kelima adalah kelompok terbesar dengan jumlah anggota sebanyak 53 spesies. Pada penelitian ini, kekerabatan terjauh ditunjukkan oleh dua pasang spesies *Garcinia*, yaitu *G. hanburyi* vs. *G. cylindrocarpa* dan *G. bancana* vs. *G. excavata*, pada koefisien 0,54. Sementara itu, *G. mangostana* yang merupakan spesies paling populer dalam genus *Garcinia* memiliki kekerabatan terdekat dengan *G. wightii* pada koefisien 0,87 dan

kekerabatan terjauh dengan *G. cylindrocarpa* pada koefisien 0,60. Informasi ini diharapkan memiliki manfaat yang besar untuk mendukung program pelestarian dan pemuliaan *Garcinia* di Indonesia, terutama seleksi tetua untuk perakitan kultivar unggul.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada teman-teman mahasiswa Kelompok Studi “Genetika dan Biologi Molekuler”, Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat atas waktu luangnya untuk berdiskusi mengenai topik penulisan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.A.P., Richards, A.J. and Wolff, K., 2012. Molecular evidence in identifying parents of *Garcinia mangostana* L. *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science*, 35, pp. 257–270.
- Acuna, U.M., Dastmalchi, K., Basile, M.J. and Kennelly, E. J., 2012. Quantitative highperformance liquid chromatography photo-diode array (HPLC-PDA) analysis of benzophenones and biflavonoids in eight *Garcinia* species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25(2), pp. 215–220.
- Acquaah, G., 2012. *Principles of Plant Genetics and Breeding: Second Edition*. John Wiley and Sons.
- Alen, Y., Safitri, N., Ali, A.M., Ladjis, N.H. and Sargent, M.V., 2008. Rubraxhantone dari *Garcinia forbesii* King. dan Bioaktivitasnya. *Jurnal Riset Kimia*, 1, pp. 192–201.
- Ambarwati, N.S.S., 2018. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Penghambat Pertumbuhan Mikroba dari Tanaman *Garcinia latissima* Miq. *Jurnal Farmasi*, 1(1), pp. 1–8.
- Anantachoke, N., Tuchinda, P., Kuhakarn, C., Pohmakotr, M. and Reutrakul, V., 2012. Prenylated caged xanthenes: Chemistry and biology. *Pharmaceutical Biology*, 50, pp. 78–91.
- Aravind, A.P., Asha, K.R.T. and Rameshkumar, K.B., 2016. Phytochemical analysis and antioxidant potential of the leaf of *Garcinia travancorica* Bedd. *Natural Product Research*, 30(2), pp. 232–236.
- Arumugam, A.M.A.L., 2017. Secondary Metabolites from Stem Bark of *Garcinia beccarii* Pierre and *Garcinia cuneifolia* Pierre. Thesis. Universiti Putra Malaysia. pp. 1–29.
- Arwa, P.S., Zeraik, M.L., Ximenes, V.F., da Fonseca, L.M., da Bolzani, S.V. and Silva, D.H.S., 2015. Redox-active biflavonoids from *Garcinia brasiliensis* as inhibitors of neutrophil oxidative burst and human erythrocyte membrane damage. *Journal of Ethnopharmacology*, 174(1), pp. 410–418.
- Chang, S.C., Chyu, C.F., Chang, I.S., Chiu, H.L. and Kuo, Y.H., 2016. A novel polyprenylated phloroglucinol, garcinalone, from the roots of *Garcinia multiflora*. *Tetrahedron Letter*, 49(36), pp. 5276–5278.
- Chen, J.J., Ting, C.W., Hwang, T.L. and Chen, I.S., 2010. Benzophenone derivatives from the fruits of *Garcinia multiflora* and their anti-inflammatory activity. *Journal of Natural Product*, 72(2), pp. 253–258.
- Dachriyanus, M., Izati, and R., Fahmi, 2004. Senyawa Antioksidan dari Tumbuhan *Garcinia parvifolia* Miq. *Jurnal Kimia Andalas*, 10(1), pp. 11–14.
- Dahlan, Z., Hanum, L. and Zahar, E., 2009. Eksplorasi keragaman *Garcinia* L. berdasarkan sumber bukti makromorfologi dan pemanfaatannya bagi perkuliahan morfologi tumbuhan. *Jurnal Pendidikan*, 28(2), pp. 164–172.
- Das, S., Das, S.S., Chakraborty, I., Roy, N. and Sarma, D., 2017. Principal Component Analysis in Plant Breeding. *Biomolecules Reports*, 9, pp. 15–18.
- Deng, Y.X., Pan, S.L., Zhao, S.Y., Wu, M.Q., Sun, Z.Q., Chen, X.H., and Shao, Z.Y., 2012. Cytotoxic alkoxyated xanthenes from the resin of *Garcinia hanburyi*. *Fitoterapia*, 83(8), pp. 1548–1552.
- Ee, G.C.L., Foo, C.H., Jong, V.Y.M., Ismail, N.H., Sukari, M.A., Yap, Y.T. and Awang, K., 2012. A new xanthone from *Garcinia nitida*. *Natural Product Research*, 26(9), pp. 830–835.
- Elfita, E., Muharni, M., Latief, M., Darwati, D., Widiyantoro, A., Supriyatna, S., Bahti, H.H., Dachriyanus, D., Cos, P., Maes, L., Foubert, K., Apers, S. and Pieters, L., 2009. Phytochemistry Antiplasmodial and other constituents from four Indonesian *Garcinia* spp. *Phytochemistry*, 70, pp. 907–912.
- Elsaviaristi, H., 2015. Isolasi Lupeol dari Ekstrak Metanol Ranting *Garcinia balica* Miq. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Erawati, 2012. Uji Aktivitas Antioksidan dan Ekstrak Daun *Garcinia daedalanthera* Pierre dengan Metode DPPH (1,1-Difenil Pikrilhidrazil) dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Paling Aktif. *Skripsi*. UI, Jakarta.
- Eviati, P. dan Ersam, T., 2014. Isolasi 1-Hidroksi-5,6,8-Trimetoksi-(3',3':2,3)-Dimetilpiranosanton dari Ekstrak Metanol Kulit Batang *Garcinia cylindrocarpa*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 1, pp. 1–6.
- Fouotsa, H., Lannang, A.M., Dzoyem, J.P., Tatsimo, S.J.N., Neumann, B., Eloff, J.N. and Sewald, N., 2015. Antibacterial and Antioxidant Xanthenes and Benzophenone from *Garcinia smeathmannii*. *Planta Medica*, 81, pp. 594–599.
- Frankham, R., Ballou, J.D. and Briscoe, D.A., 2004. *A Primer of Conservation Genetics*. Cambridge University Press, New York.
- Granato, D., Santos, J.S., Escher, G.B., Ferreira, B.L. and Maggio, R.M., 2018. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. *Trends of Food Science and Technology*. Accepted manuscript, pp. 1–41.
- Guo, Y.E., Wang L.L., Li, Z.L., Niu, S.L., Liu, X.Q., Hua, H.M., Chen, H., Chu, J. and Zhang, T.C., 2011. Triterpenes and xanthenes from the stem bark of *Garcinia tetralata*. *Journal of Asian Natural Product Research*, 13(05), pp. 440–443.
- Hamidon, H., Susanti, D., Taher, M., Zakaria, Z.A., 2017. *Garcinia atroviridis* – A review on phytochemicals and pharmacological properties. *Mamara Pharmaceutical Journal*, 21, pp. 38–47.
- Hartati, S., Triyono, I.K. and Handayani, S., 2014. Cytotoxic Isobractatin (Prenylated Xanthone) Epimer Mixture of *Garcinia eugenifolia*. *Indonesian Journal of Chemistry*, 14, pp. 277–282.
- Hay, A.E., Merza, J., Landreau, A., Litaudon, M., Pagniez, F., Le Pape, P. and Richomme, P., 2008. Antileishmanial polyphenols from *Garcinia vieillardii*. *Fitoterapia*, 79(1), pp. 42–46.
- Hemshkher, M., Sunitha, K., Santhosh, K.S., Devaraja, S., Kempuraj, K., Vishwanath, B.S., Niranjana, S.R. and Girish, K.S., 2011. An overview on genus *Garcinia*: phytochemical and therapeutical aspects. *Journal of Phytochemistry*, 10(1), pp. 325–351.

- Hu, Q., Niu, D., Wang, S., Qin, Y., Yang, Z., Zhao, G., Yang, Z., Gao, X. and Chen, Z., 2014. New flavones from *Garcinia bracteata* and their biological activities. *Chemistry of Natural Compounds*, 50(6), pp. 985–988.
- Ihsany, A.U. dan Ersam, T., 2018.  $\alpha$ -Mangostin dari Ekstrak Kayu dan Kulit Akar *Garcinia tetrandra* Pierre. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), pp. 96–103.
- Ismanto, A.W., 2014. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Santon Tersiklasi dari Kulit Akar *Garcinia dulcis*. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Jamila, N., Khairuddean, M., Khan, S.N., Khan, N. and Osman, H., 2014. Phytochemicals from the bark of *Garcinia hombroniana* and their biological activities. *Research of Natural Products*, 8(3), pp. 312–316.
- Jayanti, H.S.D. dan Ersam, T., 2018. Digeranilasi Santon pada Ekstrak Diklorometana Kulit Batang Wadung (*Garcinia tetrandra* Pierre). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(1), pp. 1–4.
- Karo-Karo, T., Julianti, E. and Nurminah, M., 2019. Physicochemical Properties of Gelugur Powder (*Garcinia atroviridis*). in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing Ltd., pp. 1–4.
- Karp, A., Kresovich, S., Bhat, K. V., Ayad, W.G. and Hodgkin, T., 1997. *Molecular tools in plant genetic resources conservation: A guide in the technologies*, IPGRI technical bulletin.
- Khalid, R.M., Jabit, M.L., Abas, F., Stanslas, J., Shaari, K. and Lajis, N.H., 2007. Cytotoxic xanthenes from the leaf of *Garcinia urophylla*. *Natural Products Communication*, 2(3), pp. 271–276.
- Klaiklay, S., Sukpondma, Y., Rukachaisirikul, V. and Phongpachit, S., 2013. Friedolanostanes and xanthenes from the twigs of *Garcinia hombroniana*. *Phytochemistry*, 85(1), pp. 161–166.
- Kovach, W.L., 2007. *Multi-variate statistical package for windows, ver. 3.1*. Kovach Computing Services, Wales UK.
- Lailati, M., 2017. Koleksi *Garcinia* spp. dan Potensinya di Kebun Raya Cibodas. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Tanaman Lokal untuk Pangan dan Industri*, 1(1), pp. 34–38.
- Lavaud, A., Richomme, P., Gatto, J., Aumond, M.C., Poullain, C., Litaudon, M., Andriantsitohaina, R. and Guilet, D., 2015. A tocotrienol series with an oxidative terminal prenyl unit from *Garcinia amplexicaulis*. *Phytochemistry*, 109(1), pp. 103–110.
- Le, D.H., Nishimura, K., Takenaka, Y., Mizushima, Y. and Tanahashi, T., 2016. Polyprenylated benzoylphloroglucinols with DNA polymerase inhibitory activity from the fruits of *Garcinia schomburgkiana*. *Journal of Natural Products*, 79(7), pp. 1798–1807.
- Liu, Z., Ni, Y. and Liu, B.O., 2016. Genetic relationships of several *Garcinia* species (Clusiaceae) revealed by ITS sequence data. *International Education Science Research Journal*, 2, pp. 11–15.
- Mackeen, M.M., Ali, A.M., Lajis, N.H., Kawazu, K., Kikuzaki, H. and Nakatani, N., 2002. Antifungal garcinia acid esters from the fruits of *Garcinia atroviridis*. *Zeitschrift für Naturforsch. - Sect. C Journal Bioscience*, 57, pp. 291–295.
- Mahamodo, S., Rivière, C., Neut, C., Abedini, A., Ranarivelo, H., Duhal, N., Roumy, V., Hennebelle, T., Sähpaz, S., Lemoine, A., Razafimahefa, B., Bailleul, F., Razafimahefa, D. and Andriamihaja, B., 2014. Antimicrobial prenylated benzoylphloroglucinol derivatives and xanthenes from the leaf of *Garcinia goudotiana*. *Phytochemistry*, 102(1), pp. 162–168.
- Mahmah, dan Ersam, T., 2011. Santon Termodifikasi dari *Garcinia cylindrocarpa* Kosterm. Bersifat Aktif Antimalaria. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mazimba, O., Nana, F., Kuete, V. and Singh, G.S., 2013. *Xanthenes and Anthranoids from the Medicinal Plants of Africa*, in: *Medicinal Plant Research in Africa*. Elsevier Inc., pp. 393–434.
- Mcintosh, A.M., Sharpe, M. and Lawrie, S.M., 2010. *Research methods, statistics and evidence-based practice*, in: *Companion to Psychiatric Studies*. Elsevier Ltd., pp. 157–198.
- Meechai, I., Phupong, W., Chunglok, W. and Meepowpan, P., 2016. Anti-radical activities of xanthenes and flavonoids from *Garcinia schomburgkiana*. *International Journal of Pharmaceutical Science*, 8(9), pp. 235–238.
- Meesakul, P., Pansanit, A., Maneerat, W., Sripisut, T., Ritthiwigrom, T., Machana, T., Cheenpracha, S., and Laphookhieo, S., 2016. Xanthenes from *Garcinia propinqua* Roots. *Natural Product Communications*, 11(1), pp. 87–90.
- Messi, B.B., Ndjoko-Isoet, K., Hertlein-Amslinger, B., Lannang, A.M., Nkengfack, A.E., Wolfender, J.L., Hostettmann, K. and Bringmann, G., 2012. Preussianone, a new flavanonechromone biflavonoid from *Garcinia preussii* Engl. *Molecules*, 17(5), pp. 6114–6125.
- Mian, V.J., 2012. *Phytochemical Studies of Garcinia eugenifolia* Wall., *G. nitida* Pierre., *G. mangosyana* L., and *Morinda citrifolia* L. and their Biological Activities. Thesis. Universiti Putra Malaysia.
- Momo, I.J., Kuete, V., Dufat, H., Michel, S. and Wandji, J., 2011. Antimicrobial activity of the methanolic extract and compounds from the stem bark of *Garcinia lucida* Vesque (Clusiaceae). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 3(11), pp. 215–217.
- Muharni, 2010. Triterpenoid Lupeol dari Manggis Hutan (*Garcinia bancana* Miq.). *Jurnal Penelitian Sains*, 13, pp. 40–45.
- Muharni, Elfita, dan Handi, 2011. 3-Oxo Friedelin Compound from the Stem Bark of Manggu Leuweung (*Garcinia cornea*), in: *Proceedings of the International Seminar on Exploring Research Potentials*. Sriwijaya University, Palembang, pp. 265–271.
- Muharni, Supriyatna, Bahtii, H.H. and Dachriyanus, 2009. Phenolic Compound from the Stem Bark of Manggis Hutan (*Garcinia bancana* Miq.) and their Antioxidant Activity. *Indonesian Journal of Chemistry*, 9, pp.321–327.
- Murthy, H.N., Dandin, V.S., Dalawai, D., Park, S.-Y., Paek, K.-Y., 2019. *Bioactive Compounds from Garcinia Fruits of High Economic Value for Food and Health*, in: Merillon, J.M., Ramawat, K.G. (Eds.), *Bioactive Molecules in Food*. Springer Nature Switzerland AG, pp. 1643–1670.
- Murthy, H.N., Dandin, V.S., Dalawai, D., Park, S.-Y. and Paek, K.-Y., 2018. *Breeding of Garcinia* spp., in: Al-Khayri, J.M. (Ed.), *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*. Springer International Publishing AG, pp. 773–809.
- Muthia, R., Saputri, R. dan Verawati, S.A., 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Buah Mundar (*Garcinia forbesii* King.) Menggunakan Metode DPPH (2, 2-Diphenyl-1- Picrylhydrazil). *Jurnal Pharmascience*, 06, pp. 74–82.
- Nazre, M., 2014. New evidence on the origin of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) based on morphology and ITS sequence. *Genetics Resources of Crop Evolution*, 61, pp. 1147–1158.
- Nazre, M., Clyde, M.M. and Latiff, A., 2007. Phylogenetic relationships of locally cultivated *Garcinia* species with some wild relatives. *Malaysian Applied Biology*, 36, pp. 31–40.
- Nidyasari, R.S., Akmal, H. and Ariyanti, N.S., 2018. Karakterisasi morfologi dan anatomi tanaman manggis dan kerabatnya (*Garcinia* spp.) di Taman Buah Mekarsari. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 4(1), pp. 12–20.

- Nontakham, J., Charoenram, N., Upamai, W., Taweechoitipatr, M. and Suksamran, S., 2014. Anti-Helicobacter pylori xanthenes of *Garcinia fusca*. *Archives of Pharmacological Research*, 37(8), pp. 972–977.
- On, S., Aminudin, N., Ahmad, F., Sirat, H.M. and Taher, M., 2016. Chemical constituents from stem bark of *Garcinia prainiana* and their bioactivities. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry Research*, 8(5), pp. 756–760.
- Osorio, E., Londono, J. and Bastida, J., 2013. Low-Density lipoprotein (LDL)-Antioxidant biflavonoids from *Garcinia madruno*. *Molecules*, 18(5), pp. 6092–6100.
- Pandey, R., Chandra, P., Kumar, B., Srivastva, M., Aravind, A.A., Shameer, P.S. and Rameshkumar, K.B., 2015. Simultaneous determination of multi-class bioactive constituents for quality assessment of *Garcinia species* using UHPLC-QqQ LITMS/MS. *Indian Crops Product*, 77(1), pp. 861–872.
- Parthasarathy, U., Nandakishore, O.P., Rosana, O.B., Nirmal Babu, K., Senthil Kumar, R. and Parthasarathy, V.A., 2016. Identification of molecular markers to study the *Garcinia* spp. diversity. *Indian Journal Experimental Biology*, 54, pp. 400–405.
- Pratiwi, P. dan Ersam, T., 2013. Uji Kemurnian Dua Senyawa dari Ekstrak Metanol Kayu Batang *Garcinia cylindrocarpa*. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 2(2), pp. 2337–3520.
- Purbowati, R. dan Ersam, T., 2017. 2, 4, 6-Trihidroksi Benzozenon dari Kulit Batang *Garcinia balica* Miq. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6, pp. 2337–3520.
- Rabara, R.C., Ferrer, M.C., Diaz, C.L., Newingham, M.C.V. and Romero, G.O., 2014. Phenotypic diversity of farmers' traditional rice varieties in the Philippines. *Agronomy*, 4, pp. 217–241.
- Rahmayanti, F., Suniarti, D.F., Masúd, Z.A., Bachtiar, B.M., Wimaradhani, Y.S. and Subita, G.P., 2016. Ethyl acetate fraction of *Garcinia mangostana* Linn pericarp extract: Anti-*Candida albicans* and epithelial cytotoxicity. *Asian Journal of Pharmacy and Clinical Research*, 9, pp. 335–338.
- Ruan, J., Zheng, C., Liu, Y., Qu, L., Yu, H., Han, L., Zhang, Y. and Wang, T., 2017. Chemical and Biological Research on Herbal Medicines Rich in Xanthenes. *Molecules*, 22, pp. 1–19.
- See, I., Ee, G.C.L., Teh, S.S., Kadir, A.A. and Daud, S., 2014. Two new chemical constituents from the stem bark of *Garcinia mangostana*. *Molecules*, 19(6), pp. 7308–7316.
- Sharif, N.W.M., Mustahil, N.A., Noor, H.S.M., Sukari, M.A., Rahmani M., Taufiqyap, Y.H. and Ee, G.C.L., 2011. Cytotoxic Constituents of *Calausena excavata*. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), pp. 337–341.
- Sholihah, T.P., Martina, A. dan Yuharmen, 2015. Uji Aktivitas Antifungal Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*) dan Semangka (*Citrullus vulgaris*) terhadap *Trichophyton mentagrophytes* Penyebab Dermatomycosis. *JOM FMIPA*, 2, pp. 1–10.
- Sinaga, S., Sobir, Poerwanto, R., Aswidinnoor, H. and Duryadi, D., 2010. Genetic Diversity and The Relationship Between The Indonesian Mangosteen (*Garcinia mangostana*) and The Related Species Using Isozyme Markers. *Jurnal Natur Indonesia*, 13, pp. 53–58.
- Siridechakom, I., Phakhodee, W., Ritthiwigrom, T., Promgool, T., Deachathai, S., Cheenpracha, S., Prawat, U. and Laphookhieo, S., 2012. Antibacterial dihydrobenzopyran and xanthone derivatives from *Garcinia cowa* stem barks. *Fitoterapia*, 83(8), pp. 1430–1434.
- Sobir, Poerwanto, R., Santosa, E., Sinaga, S. and Mansyah, E., 2011. Genetic variability in apomictic mangosteen (*Garcinia mangostana*) and its close relatives (*Garcinia* spp.) based on ISSR markers. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 12, pp. 59–63.
- Sobir, Sinaga, S., Poerwanto, R., Rismitasari, and Lukman, R., 2009. Comparison Analysis of Genetic Diversity of Indonesian Mangosteens (*Garcinia mangostana* L.) and Related Species by using on Isozymes and AFLP Markers. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 10, pp. 163–167.
- Stark, T.D., Losch, S., Salger, M., Balemba, O.B., Wakamatsu, J., Frank, O. and Hofmann, T., 2015. A new NMR approach for structure determination of thermally unstable biflavonones and application to phytochemicals from *Garcinia buchananii*. *Magazine of Resonance Chemistry*, 53(10), pp. 813–820.
- Sukandar, E.R., Kaennakam, S., Rassamee, K., Siripong, P., Fatmawati, S., Ersam, T. and Tip-pyang, S., 2018. Xanthenes and biphenyls from the stems of *Garcinia cylindrocarpa* and their cytotoxicity. *Fitoterapia*, 130, pp. 112–117.
- Sulasih, Sobir, and Santosa, E., 2013. Phylogenetic analysis of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) and its relatives based on morphological and inter simple sequence repeat (ISSR) markers. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 45, pp. 478–490.
- Taher, M., Susanti, D., Rezali, M.F., Zohri, F.S.A., Ichwan, S.J.A., Alkhamaisih, S.I. and Ahmad, F., 2012. Apoptosis, antimicrobial and antioxidant activities of phytochemicals from *Garcinia malaccensis* Hk. f. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5(2), pp. 136–141.
- Tan, W.N., Khairuddean, M., Wong, K.C., Tong, W.Y. and Ibrahim, D., 2016. Antioxidant compounds from the stem bark of *Garcinia atroviridis*. *Journal of Asian Natural Product Research*, 18(8), pp. 804–811.
- Tantapakul, C., Phakhodee, W., Ritthiwigrom, T., Cheenpracha, S., Prawat, U., Deachathai, S. and Laphookhieo, S., 2012. Rearranged benzophenones and prenylated xanthenes from *Garcinia propinqua* twigs. *Journal of Natural Products*, 75(9), pp. 1660–1664.
- Trisuwani, K., Rukachaisirikul, V., Phongpaichit, S. and Hutadilok-Towatana, N., 2013. Tetraoxygenated xanthenes and biflavonoids from the twigs of *Garcinia merguensis*. *Phytochemistry Letters*, 6(4), pp. 511–513.
- Uji, T., 2007. Keanekaragaman, Persebaran dan Potensi Jenis-Jenis *Garcinia* di Indonesia. *Berkala Penelitian Hayati*, 12, pp. 129–135.
- Utami, S., 2016. Patentabilitas Antibakteri dari Tanaman *Garcinia*. *Jurnal Teknik Kedokteran Yarsi*. 24(1), pp. 69–79.
- Vo, H.T., Ngo, N.T., Bui, T.Q., Pham, H.D. and Nguyen, L.H.D., 2015. Geranylated tetraoxygenated xanthenes from the pericarp of *Garcinia pedunculata*. *Phytochemistry Letters*, 13(1), pp. 119–122.
- Widiastuti, A., Obir, and Suhartanto, M.R., 2010. Diversity analysis of mangosteen (*Garcinia mangostana*) irradiated by gamma-ray based on morphological and anatomical characteristics. *Nusantara Bioscience*, 2, pp. 23–33.
- Widyowati, R. dan Rahman, A., 2010. Kandungan Kimia dan Aktivitas Antimikroba Ekstrak *Garcinia celebica* L. terhadap *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae* dan *Candida albicans*. *Jurnal Farmasi Airtangga*, 8(2), pp. 23–27.
- Yang, Y., Li, L. and Lou, J., 2015. Isoprenylated flavones from *Garcinia bracteata* and their anti-tobacco mosaic virus activity. *Heterocycles*, 91(2), pp. 375–380.
- Zhao, Y., Liu, J.P., Lu, D., Li, P.Y. and Zhang, L.X., 2012. Two new xanthenes from the pericarp of *Garcinia mangostana*. *Natural Products Research*, 26(1), pp. 61–65.

**Lampiran 1.** Ragam Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologis yang dihasilkan *Garcinia* (Diversity of Bioactive Compounds and Biological Activities produced by *Garcinia*)  
**Tabel 6.** Ragam senyawa bioaktif dan aktivitas biologis yang dihasilkan *Garcinia* (Diversity of bioactive compounds and biological activities produced by *Garcinia*)

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
1	<i>G. atroviridis</i>	23	9	Flavonoid & Asam Organik	Biflavan, Asam sitrat, Asam tartarik, Asam malik, Asam askorbat, Asam pentadekonik, Asam nonaekonik, Asam dodekanoik, & Asam hidroksitrat.	Buah dan Kulit buah	Antibakteri	Hamidon <i>et al.</i> (2017); Karo-Karo <i>et al.</i> (2019)
			5	Kuinin	Atroviridin, Benzoquinone, atroviridinone, Depsidone & atroviridinone.	Akar		
			9	Flavonoid, Xanton, As. Organik	Morelloflavone, Atroviridinone B, Naringenin, Succinic acid, Garcinol, Camboginol, Isogarcinol, Garcineflavone A, & Garcineflavanol A	Kulit Batang		
2	<i>G. halica</i>	8	2	As. Organik	5-hidroksi-4-fenilkumarin & 7-hidroksi-4-fenilkumarin	Buah	Antioksidan, Sitotoksik, Antimikroba,	Purbowati & Ersam (2017);
			4	Kalkon, Flavonoid, As. Organik, & Fenol	5'-bromo-2'-hidroksi-4, 4', 6'-trimetoksi chalkon, dulcisoflavan, 5,7-dihidroksi-8-(1-,2-dihidroksi-3-metilbutenil-3)-4-fenilkumarin, & 2, 4, 6-Trihidroksi benzoifenon	Kulit Batang	Antifungi, Antimalaria, Antileukimia, Hipogliserik	Elsavariasti (2015); Hartati <i>et al.</i> (2014)
			2	Terpenoid	Triterpenoid & lupeol	Ranting		Muharni (2010); Muharni <i>et al.</i> (2009)
3	<i>G. bancana</i>	15	1	Terpenoid	Lupeol	Daun	Antioksidan	
			1	Fenol	Epikatekin			
				Kalkon	Garcinol Isogarcinol (-)-mellein	Batang Ranting dan daun		
			8	Fenol	8-hidroxy-6-methoxy-3-n-pentylisocoumarin		Antibakteri	Hemshekhhar <i>et al.</i> (2011)
				Glikosida	BlumenolC-O-b-D-glucoside			
				Flavonoid	Quercetin3-O-a-L-rhamnoside & Kaemferol3-O-a-L-rhamnoside	Ranting dan daun		
				Terpenoid Sterol	Lupeol Stigmasterol			
				Terpenoid	Triterpenoid			
				Xanton	Xanton teroksisgenasi, Xanton terpremilasi	Ranting dan daun	Antikanker, Antioksidan, Antimikroba, Sitotoksik, & Antimalaria	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Muharni <i>et al.</i> (2011)
			5	Benzofenon	Benzofenon polliisopreniliasi			

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
4	<i>G. beccari</i>	23	11	Xanton & Fenolik	Cowanin, cowanol, cowaxanton, Forbessione, Forbexanton, Alkaloid, Flavonoid, Saponin, Steroid, Tannin, & Fenol	Buah	Antioksidan, sitotoksik, & Antibakteri	Alen <i>et al.</i> (2008); Dahlan <i>et al.</i> (2009)
5	<i>G. brevirostris</i>	13	6	Xanton	Rubraxanthone, trapezifolixanthone, alfa-mangostin, beta-mangostin, dulxanthone C, & osajaxanthone	Kulit batang		
			6		Antosiamin, Tannin, Rubraxantone, trapezifolixanton, Alfamangostin, & Betamangostin	Kulit Buah		
			5	Biflavonoid	Friedelin, Metanon, Tetrahidroksi, Triterpenoid, & Inophyllin	Buah		Hartati <i>et al.</i> (2014); Mian (2012)
			3	Fenol	Asam magniferolik, Benzofenol, Euphadienol, Kalosanton, Rubrasanton, Stigmasterol, Mangostin, Isobraktatin	Buah	Antikanker & Antibakteri	
			5	Xanton		Buah		
			6	Mangostin	$\alpha$ -mangostin, $\beta$ -mangostin, fuscaxanthone A, fuscaxanthone C, 6-O-methylmangostamin, & cowaxanthone D	Buah	Antiinflamasi & Antibakteri	Siridechakorn <i>et al.</i> (2012)
			3	Garcinol,	Garciniacowol, garciniacowone, & parvifolifol F	Buah		Siridechakorn <i>et al.</i> (2012)
				Xanton	cowaxanthone & 1,7-dihydroxyxanthone norcowamin, cowamin, cowanol, cowagarcinone B, cowagarcinone D, cowagarcinone E, Flavonoid, Biflavonoid, & Terpenoid	Buah		
6	<i>G. candidulata</i>	17	2	Flavonoid	Dihidroksisanton & isosanton	Kulit Batang	Antibakteri	Siridechakorn <i>et al.</i> (2012)
				Steroid	Sitosterol, Stigmasterol, Friedelin, Betamangostin, & Tannin	Kulit Batang		
				Terpenoid	Friedelin and GarcihombroneD	Kulit Batang		
7	<i>G. celebica</i>	12	3	Flavonoid	Flavonoid, Biflavonoid, & Terpenoid	Kulit Batang	Antimikroba	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Elfitia <i>et al.</i> (2009)
			2	Xanton	Dihidroksisanton & isosanton	Kulit Batang	Antikanker	Widyowati & Rahman, 2010
			5	Steroid	Sitosterol, Stigmasterol, Friedelin, Betamangostin, & Tannin	daun	Antikanker & Antibakteri	Hemshekhkar <i>et al.</i> (2011)
			2	Terpenoid	Friedelin and GarcihombroneD	daun	Antiplasmodial	

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
8	<i>G. cornea</i>	5	2 3	Xanton Terpenoid, Flavonoid	alfa-xanton & beta-xanton Triterpenoid, Oxofriedelin, & Biflavonoid	Kulit Batang	Antimikroba & Antikanker Antiinflamasi	Muharni <i>et al.</i> (2011)
9	<i>G. cylindrocarpa</i>	13	10	Fenol	Fenolat, Dimetilpiranon, Piran, Hidroksi, Trimetoksi, Dihidroksi, Trihidroksi, Tetrametotoksi, Dihidroksi, & Tetrimetil dihirido puran	Buah	Antileukimia, Hipoglisemik, Sitotoksik, Antimikroba, Anti fungi, Anti HIV, & Antioksidan	Mahmiah & Ersam (2011)
10	<i>G. daedalantha</i>	6	2 4	Alkaloid, Fenol Flavonoid	1-hidroksi-5,6,8-trimetoksi(3',3'',2,3)-dimetilpiranosanton, dikromensanton, & dimetilpiranosanton Alkaloid & lignan	Kulit Batang Daun Kulit Batang	Antioksidan & Antibakteri Antiinflamasi	Eviati & Ersam (2014) Erawati (2012)
11	<i>G. densivenia</i>	3	1 2	Xanton Flavonoid	Pyranojacareubin Morelloflavone & O-methyl fukugetin	Kulit Batang	Antibakteri & Antioksidan	Osorio <i>et al.</i> (2013)
12	<i>G. dives</i>	11	11	Xanton	Cowagarcinone A-E, cowaxanthone, cowamin, covanol, 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3methyl-2-butenyloxy)anthone, mangostinone, & fucaxanthone A	Cabang	Antibakteri & Antioksidan	Sukandar <i>et al.</i> (2016)
13	<i>G. dulcis</i>	11	1 1 7	Xanton Xanton Biflavonoid	Dulcisxanthone A 1,6-dihydroxy-3,7-dimethoxy-2-(3-methyl-2-butenyloxy)anthone Amentoflavone, fukugetin, volkensiflavone, and flavanone-(1-3':1-8)-chromone, 1-4' (flavanone-chromone), Dulcisbiflavonoid A, & Morelloflavone	Daun Buah Daun	Antibakteri Antioksidan, Antiinflamasi Antimalaria	Utami (2016) Sukandar <i>et al.</i> (2016)
		11	1	Biflavonoid	Podocarpusflavone A	Cabang	Antibakteri	Ismanto (2014)
		11	1	Biflavonoid	Dulcisbiflavonoid A	Buah	Antibakteri	



No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
14	<i>G. excavata</i>	7	7	Mangostin Xanton	Clausearin, Alkaloid carbazole, Clauseine-K, Clausenolide-1-methyl, Xanthyletin, Dentatin, & Nordentatin beta-mangostin, cowanin, $\alpha$ -mangostin, covanol, & isojacareubin Fuscaxanthone I, fuscaxanthone A, covanaxanthon, fuscaxanthone G, & 1,3,5,6-tetrahydroxyxanthone beta-mangostin, cowanin, $\alpha$ -mangostin, covanol, & isojacareubin Fuscaxanthone I, fuscaxanthone A, covanaxanthon, fuscaxanthone G, & 1,3,5,6-tetrahydroxyxanthone	Buah Buah Daun Buah Daun	anti-inflamasi, antiplatelet, antiplasmodial, antimikroba, antinociceptive & anti-immunomodulat or Anti-inflamasi, antiplatelet, antiplasmodial, antimikroba, Antimikroba & Antinflamasi Antibakteri Antikanker Antibakteri & Antioksidan Antibakteri Antibakteri & Antikanker	Sharif <i>et al.</i> (2011) Nontakham <i>et al.</i> (2014) Mian <i>et al.</i> (2010) Yang <i>et al.</i> (2015) Lavaud <i>et al.</i> (2015)
15	<i>G. fusiformis</i>	10	5	Xanton	Forhexanthone, pyranojacareubin, and 1,3,7-trihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-xanthone Gaudichaudiones A- H, gaudichaudiic acids A -E, morelic acid, & forbesione Gaudichaidic acids (F-I) & Gaudispirolactone Guttiferone I, Isoxanthochymol, & guttiferone I	Daun Cabang Daun Daun	Antimikroba & Antinflamasi Antibakteri Antikanker Antibakteri & Antioksidan	Mian <i>et al.</i> (2010) Yang <i>et al.</i> (2015) Lavaud <i>et al.</i> (2015)
16	<i>G. Forbesii</i>	2	2	Xanton	1,5-Dihydroxy-3,6-dimethoxy-2,7-diprenylxanthone and 1,6-dihydroxyxanthone, 1,7-dihydroxyxanthone, 1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone and 1,3,5,6-tetrahydroxy xanthone, & Griffipavixanthone	Daun	Antibakteri	Lavaud <i>et al.</i> (2015)
17	<i>G. gaudichaudii</i>	20	5	Alkaloid	1,3,5,6-Tetrahydroxy-7-(3-methylbut-2-enyl)xanthone and rubraxanthone	Batang Kulit Batang	Antibakteri & Antioksidan	Yang <i>et al.</i> (2015)
18	<i>G. griffithii</i>	11	6	Xanton	Garcinol, guttiferones K, I, J, M and N, Guttiferone I, guttiferone N, guttiferone J, Cambogin (isogarcinol) and camboginol (garcinol)	Kulit Batang	Antibakteri	Lavaud <i>et al.</i> (2015)
19	<i>G. gummi-gutta</i>	21	2	Terpenoid	Guttiferone E and isogarcinol Fukugitide, GB-1, and amentoflavone Morelloflavone, dihydromorelloflavone and isomorellic acid	Buah Getah Daun Batang Daun Kulit batang	Antibakteri & Antikanker Antioksidan & Antiinflamasi Antikanker Antioksidan Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015) Stark <i>et al.</i> (2015)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
20	<i>G. Goudotiana</i>	7	7	Phloroglucinol s/Fenol	Goudotiamone 1, 2, Garcinialone, Parvifoliols A-G, Oblongifolin C, garciocowin B, & garciyunnanin  2alpha-Hydroxy-3 beta-O-acetyl lup-20(29)-en-28-oiic acid, 3-O-(40-O-acetyl)-al-arabinopyranosyloleanolic acid, Betulinic acid, Messagenic acid, Gaudichaudic acid, Isogambogenic acid, Deoxygaudichaudione A, 7 methoxydesoxymorellin, 2-isoprenylforbesione 8,8a-epoxymorellic acid, Morellic acid (MA), 30-hydroxygambogic acid (HGA), 3 0-hydroxyepigambogic acid (HEGA), Isogambogic acid (IGA), Episogambogic acid (EIGA), Gambogic acid (GNA), Gambogic acid (GA), Epigambogic acid (EGA), Desoxymorellin, Gambogic acid, Hanburin, Forbestone, Dihydroisomorellin, Desoxygambogenin, & Dihydroisomorellin  2 a-Acetoxy-3 b-hydroxy-19 b-hydrogen-lup-20 (29)-en-28-oiic acid (2-acetoxyaliphitolic acid), 2 a-hydroxy-3 b-acetoxy-19 b-Hydrogen-lup-20(29)-en-28-oiic acid (3-acetoxyaliphitolic acid), Betulinic acid, Betulin, & Stmasterol-3-O-b-D-glucopyranoside  Gambogin, Morellin dimethyl acetal, Isomorellin B, Moreollic acid, Gambogenic acid,  Gambogenin, Isogambogenin, Desoxygambogenin, Gambogenin dimethyl acetal,  Gambogellic acid, Hanburin, Gambogic acid, Isomorellin, Morellic acid,  Desoxymorellin, 10-methoxy gambogenic acid, 10-methoxygambogic acid, 10-ethoxygambogic acid	Buah	Antiinflamasi	Le <i>et al.</i> (2016); Mahamodo <i>et al.</i> (2014)
21	<i>G. hanburyi</i>	25	5	Asam Hidroksi	Isogambogic acid (IGA), Episogambogic acid (EIGA), Gambogic acid (GNA), Gambogic acid (GA), Epigambogic acid (EGA), Desoxymorellin, Gambogic acid, Hanburin, Forbestone, Dihydroisomorellin, Desoxygambogenin, & Dihydroisomorellin  2 a-Acetoxy-3 b-hydroxy-19 b-hydrogen-lup-20 (29)-en-28-oiic acid (2-acetoxyaliphitolic acid), 2 a-hydroxy-3 b-acetoxy-19 b-Hydrogen-lup-20(29)-en-28-oiic acid (3-acetoxyaliphitolic acid), Betulinic acid, Betulin, & Stmasterol-3-O-b-D-glucopyranoside  Gambogin, Morellin dimethyl acetal, Isomorellin B, Moreollic acid, Gambogenic acid,  Gambogenin, Isogambogenin, Desoxygambogenin, Gambogenin dimethyl acetal,  Gambogellic acid, Hanburin, Gambogic acid, Isomorellin, Morellic acid,  Desoxymorellin, 10-methoxy gambogenic acid, 10-methoxygambogic acid, 10-ethoxygambogic acid	Getah	Antikanker, Antibakteri	Lailati (2017); Yang <i>et al.</i> (2012); Deng <i>et al.</i> (2012)
21	<i>G. hanburyi</i>	48	18	Xanton	Gambogin, Isogambogenin, Desoxygambogenin, Gambogenin dimethyl acetal,  Gambogellic acid, Hanburin, Gambogic acid, Isomorellin, Morellic acid,  Desoxymorellin, 10-methoxy gambogenic acid, 10-methoxygambogic acid, 10-ethoxygambogic acid	Ranting daun  Getah	Antiinflamasi  Antikanker	Hemshkhar <i>et al.</i> (2011)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
					2,3',4',5',7-Tetrahydroxy-6-methoxybenzophenone, 2,3',4',4'-tetrahydroxy-6-methoxybenzophenone, and 2,3',4,6-tetrahydroxybenzophenone	Batang	Antibakteri, Antioksidan	Klaiklay <i>et al.</i> (2013); Jamila <i>et al.</i> (2014)
					3,3',4',5,5',7-Hexahydroxyflavone, 3,3',5,5',7-pentahydroxyflavanone, & 3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone	Batang	Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015)
					Cambogic acid and mangostin	Daun		Klaiklay <i>et al.</i> (2013)
22	<i>G. hombromiana</i>	25	4	Xanton	Garcibromonoxes A-D	Ranting		
					1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-2,8-(3-methyl-2butenyl) xanthon, & 1,3,6,7-Tetrahydroxy xanthone,	Batang		
					Volkensiflavone, volkensiflavone-7-Orhamnopyranoside, 4''-O-methylvolkensiflavone, volkensiflavone-7-Oglucopyranoside, morelloflavone, 3''-O-methylmorelloflavone, and morelloflavone-7-Oglucopyranoside		Antibakteri	Jamila <i>et al.</i> (2014)
23	<i>G. livingstonei</i>	13	13	Xanton	1,4,5-Trihydroxy-3-(3-methylbut-2-enyl)-9Hxanthen-9-one, 1,4,5-Trimetoksy-3-(3-methylbut-2-enyl)-9H-xanthen-9-one, 3,4-dihydro-6,11dihydroxy-2,2-dimethyl-pyranof[3,2-c]-xanthen-7(2H)-one, 6,11-dihydroxy-2,2-dimethyl-pyranof[3,2-c] xanthen-7(2H)-one, and 6,11-dihydroxy-3-methyl-3-(4-methylpent-3-enyl)-3H,7Hpyrano[2,3-c] xanthen-7-one, & Garcilivin A-C	Buah	Antibakteri & Antioksidan	Lailati (2017); Ambarwati (2018); Momo <i>et al.</i> (2011)
24	<i>G. macrophylla</i>	4	4	Benzophenon	Garbogiol, isogarcinol, xanthochymol, & gattiferone E	Batang	Antibakteri	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Utami (2016)
25	<i>G. maingayi</i>	2	2	Benzophenon	Isoxanthochymol and camboginol	Kulit batang	Antibakteri & antiinflamasi	Acuna <i>et al.</i> (2012)
26	<i>G. malaccensis</i>	8	6	Benzophenon	Mangaphenone, xanthochymol, garcinol, garcinangosone D, isoxanthochymol, & trimethoxy benzophenon	Buah	Antibakteri & antiinflamasi	See <i>et al.</i> (2014)
26	<i>G. malaccensis</i>	8	2	Xanton	$\alpha$ and $\beta$ -Mangostin	Kulit batang	Antibakteri	Taber <i>et al.</i> (2012)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
27	<i>G. mangostana</i>	66	6	Xanton	1,5,8-Trihydroxy-3-methoxy-2[3-methyl-2butenyl] xanthone, and 1,6-dihydroxy-3-methoxy-2[3-methyl-2butenyl]xanthone, cambogic acid, mangostin, & gartanin Mangostinone, $\alpha$ , $\beta$ and $\gamma$ -mangostins, gartanin, garcinone E, 1,5-dihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-3-methoxy xanthone, and 1,7-dihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-3-methoxyxanthone, 1,3,7-Trihydroxy-2-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3hydroxy-3-methylbutyl)-xanthone, 1,3,8-trihydroxy-2-(3-methyl-2-butenyl)-4-(3hydroxy-3-methylbutanoyl)-xanthone, garcinones C and D, gartanin, xanthone 1, and $\gamma$ -mangostin 2,4,6,7- Tetrahydroxyxanthone, 3,4,5,3'tetrahydroxybenzophenone, and 2,4,6,3',5' pentahydroxybenzophenone, Guttiferone A, xanthochymol, and guttiferone E	Daun	Antikanker, Antibakteri	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Zhao <i>et al.</i> (2012); Xu <i>et al.</i> (2014)
28	<i>G. mangostana</i>	66	55	Xanton & Antosianin	1,5,8-Trihydroxy-3-methoxy-2[3-methyl-2butenyl] xanthone, and 1,6-dihydroxy-3-methoxy-2[3-methyl-2butenyl]xanthone, cambogic acid, mangostin, & gartanin Mangostinone, $\alpha$ , $\beta$ and $\gamma$ -mangostins, gartanin, garcinone E, 1,5-dihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-3-methoxy xanthone, and 1,7-dihydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-3-methoxyxanthone, 1,3,7-Trihydroxy-2-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3hydroxy-3-methylbutyl)-xanthone, 1,3,8-trihydroxy-2-(3-methyl-2-butenyl)-4-(3hydroxy-3-methylbutanoyl)-xanthone, garcinones C and D, gartanin, xanthone 1, and $\gamma$ -mangostin 2,4,6,7- Tetrahydroxyxanthone, 3,4,5,3'tetrahydroxybenzophenone, and 2,4,6,3',5' pentahydroxybenzophenone, Guttiferone A, xanthochymol, and guttiferone E	Kulit buah	Antioksidan & Antibakteri	Xu <i>et al.</i> (2014); Murphy <i>et al.</i> (2019)
29	<i>G. mangostana</i>	66	5	Benzophenon	3,4,5,3'tetrahydroxybenzophenone, and 2,4,6,3',5' pentahydroxybenzophenone, Guttiferone A, xanthochymol, and guttiferone E	Buah	Antiinflamasi	Acuna <i>et al.</i> (2012)
30	<i>G. mangostana</i>	66	1	Benzophenon	Xanthochymol	Kulit batang	Antibakteri	Acuna <i>et al.</i> (2012)
31	<i>G. mangostana</i>	66	6	Flavonoid	Manniflavanone, morelloflavone, and O-methyl fukugetin, GB-1, GB-2, and manniflavanone GB-1, GB-2, and manniflavanone	Kulit batang Daun, Benih	Antiinflamasi & Antibakteri	Trisuwani <i>et al.</i> (2013)
32	<i>G. mangostana</i>	66	3	Flavonoid	GB-1, GB-2, and manniflavanone	Kulit batang	Antibakteri	Acuna <i>et al.</i> (2012)
33	<i>G. mangostana</i>	66	5	Xanton	GB-1a, GB-2a, (+)-morelloflavone, (+) volkensiflavone, & amentoflavone Fukugetin, fukugiside, GB-1a, GB-2a and GB-1a 7''-O- $\beta$ -D-glucoside, and 1-5, II-5, I-7, II-7, I-3', I-4', II-4'- heptahydroxy- [I-3, II-8]-flavanonyl- flavones	Akar	Antioksidan & Antibakteri	Trisuwani <i>et al.</i> (2013)
34	<i>G. mangostana</i>	66	5	Xanton	GB-1a 7''-O- $\beta$ -D-glucoside, and 1-5, II-5, I-7, II-7, I-3', I-4', II-4'- heptahydroxy- [I-3, II-8]-flavanonyl- flavones	Akar	Antibakteri	Pandey <i>et al.</i> (2015)
35	<i>G. mangostana</i>	66	4	Xanton	biflavonoids, beta-xanthones, benzophenones, & flavonoids	Daun	Antikanker	Aravind <i>et al.</i> (2016)
36	<i>G. mangostana</i>	66	2	Xanton	Guttiferone, guttiferone G, Biphenyls, acyl phloroglucinols, depsidones & terpenoids	Buah	Antimikroba	Aravind <i>et al.</i> (2016)
37	<i>G. mangostana</i>	66	4	Mangostin	depsidones & terpenoids	Akar	Antioksidan	Aravind <i>et al.</i> (2016)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
32	<i>G. minahassensis</i>	5	5	Xanton	13, 14-Didehydroxyisogarcinol, garcimultiflorone A, garcimultiflorone B, 13-hydroxy garcimultiflorone B, & garcimultiflorone C	Batang	Antioksidan & Antimikroba	Acuna <i>et al.</i> (2012)
33	<i>G. minutiflora</i>	6	1	Benzophenon	4,6,4'-Trihydroxy-2,3'-dimethoxy-3 prenylbenzophenone	Kulit Batang	Antioksidan, Antibakteri, & Antimalaria	Widyowati & Rahman (2010)
34	<i>G. miquelii</i>	10	5	Benzophenon	garcimultiflorone A, garcimultiflorone B, 13-hydroxy garcimultiflorone B, and garcimultiflorone C	Batang	Antibakteri & Antimikroba	Trisuwan <i>et al.</i> (2013)
35	<i>G. morella</i>	13	10	Xanton	Mergueneone, 1,5-dihydroxy-60-methyl-60-(4methyl-3-pentenyl)-pyrano(20,30:3,2)-xanthone, subelliptenone H, 8-deoxygartanin, rheediachanthone A, morusinigin G, 6-deoxyjacareubin, 1,3,5-trihydroxy-4,8-di-(3-methylbut-2-enyl)-xanthone, rheediachromenoxanthone, and 6deoxyisogarcareubin	Batang	Antibakteri & Antimikroba	Foutsas <i>et al.</i> (2015) Pandey <i>et al.</i> (2015)
36	<i>G. nervosa</i>	6	2	Xanton	Morellin	Benih	Antibakteri	Aravind <i>et al.</i> (2016)
			1	Xanton	Morellin	Pericarp	Antimikroba	
			2	Benzophenon	Camboicic acid and mangostin	Daun	Antimikroba	
			1	Biflavonoid	Garcinol	Daun	Antimikroba	
			4	Biflavonoid	Dihydromorelloflavone, morelloflavone-7'', beta-glucoside, fukugetin, and fukugiside	Batang	Antibakteri	
			4	Biflavonoid	Fukugitide, GB-1, GB-2, GB-1a, and amentoflavone	Daun	Antibakteri	
			2	Biflavonoid	I-5, II-5, I-7, II-7, I-3', I-4', II-4'-Heptahydroxy- [I-3, II-8]- flavanonyl flavones and I-3, II-3, I-5, II-5, I-7, II-7, I-4', II-4' octahydroxy [I-2, II-2] biflavone	Daun	Antibakteri, Antioksidan, & Antimikroba	Arwa <i>et al.</i> (2015)
37	<i>G. nigrolineata</i>	10	8	Xanton	Nervosaxanthone	Kulit batang	Antioksidan	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Xu <i>et al.</i> (2016); Muharni <i>et al.</i> (2009)
			1	Xanton	Nervosaxanthone	Daun	Antimikroba	
			3	Flavonoid	Nervosin, irigenin, and 7-methyl tectoigenin	Daun	Antimikroba	
			8	Xanton	Nigrolineaxanthones J-5, Nigrolineaxanthones A-1, 1,3,5-trihydroxy-4-(3hydroxy-3-methylbutyl)xanthone, 1,3,7-trihydroxy-2-(3-hydroxy-3-methylbutyl)xanthone, 6deoxyjacareubin, morusinigin C, 1,5-dihydroxy-6',6'-dimethylpyrano[2',3':3,2]xanthone, & tovoxanthone	Ranting	Antioksidan, antibakteri, sitotoksik dan antimalaria	
			2	Biphenyls	Nigrolineabiphenyls A & B	Daun	Antimikroba	

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
38	<i>G. nitida</i>	6	6	Xanton	1,6-Dihydroxy-5-methoxy-6,6dimethylpyrano [2',3':2,3]-xanthone, inophyllin B, osajaxanthone, 3-isomangostin, & rubraxanthone	Kulit Batang	Antibakteri & Antioksidan	Ee <i>et al.</i> (2012)
39	<i>G. paucinervis</i>	13	4 3 5 1	Xanton	Paucinones A, B, C, & D Paucinervins H-J Paucinervins E, F, G, H, & I Paucisoflavone A	Daun Daun Bibit <i>steam</i>	Antibakteri	Hu <i>et al.</i> (2014)
40	<i>G. parvifolia</i>	32	3	Xanton	Parvifolixanthones A-C	Ranting	Antimikroba, Antioksidan	Dahlan <i>et al.</i> (2009); Dachryan <i>et al.</i> (2004); Chang (2016)
41	<i>G. penangiana</i>	4	11 4 2 7 4 1 4	Despidones Pholoroglucino Flavonoid Xanton	Parvixanthones A-I, Parvixanthone A and rubraxanthone Garcidopsidone A, B, C, & D Parvifolidones A & B Parvifolios A, B, C, D, E, F, & G Parvifolios B, C, D, & E Nigrolinosisoflavone A 4-(1,1-Dimethylprop-2-enyl)-1,3,5-tetrahydroxyxanthone penangianaxanthone, cudatricusxanthone H, machuraxanthone C, & gerontoxanthone C Garcinopicobenzophenone, guttiferone F, Doitunggarcinones A & B	Batang Daun Ranting Ranting Daun Daun Daun Daun	Antimikroba Antioksidan Antikanker Antibakteri	Xu <i>et al.</i> (2014) Meechai <i>et al.</i> (2016)
42	<i>G. pteronhiza</i>	4	4	Xanton	Parvifolios B, C, D, & E Nigrolinosisoflavone A 4-(1,1-Dimethylprop-2-enyl)-1,3,5-tetrahydroxyxanthone penangianaxanthone, cudatricusxanthone H, machuraxanthone C, & gerontoxanthone C Garcinopicobenzophenone, guttiferone F, Doitunggarcinones A & B	Batang	Antibakteri	Tantapaku <i>et al.</i> (2012) Meesakul <i>et al.</i> (2016)
43	<i>G. porrecta</i>	4	4	Xanton	Porxanthone A & dulxanthone E, F, G	Kulit batang	Antibakteri	On <i>et al.</i> (2016)
44	<i>G. pratiniana</i>	5	5	Biflavonoid	Morelloflavone, O-methyl fukugetin, volkensiflavone, amentoflavone, & 4''-methoxyamentoflavone	Kulit batang	Antiinflamasi	Messi <i>et al.</i> (2012)
45	<i>G. prussii</i>	3	3	Biflavonoid	Preussianone, Fukugetin & O-methyl fukugetin	Daun	Antiinflamasi	Messi <i>et al.</i> (2012)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
			3	Xanton	Rubraxanthone, isocowanin, & isocowanol	Ramting	Antibakteri	Meechai <i>et al.</i> (2016)
46	<i>G. riedeliana</i>	22	19	Xanton	Scortechinones Q-T, scortechinones U-X, scortechinones A-F, H, I, M, L, and P	Batang	Antiinflamasi & Antibakteri	Meechai <i>et al.</i> (2016)
47	<i>G. rigida</i>		3	Xanton	Yahyaxanthone, Musaxanthone, & asmaxanthone 6-O-Demethyloliverixanthone, schomburgxanthone, cowanin, cowanol, fuscaxanthones A and B, 3isomangostin hydrate, and 1,7-dihydroxyxanthone	Daun	Antibakteri	Vo <i>et al.</i> (2012)
			8	Xanton	Schomburgxanthone A	Kulit buah	Antibakteri	Vo <i>et al.</i> 2012
48	<i>G. schomburgkiana</i>	34	1	Benzophenon	Euxanthone and gentisein	Akar	Antibakteri	Sukandar <i>et al.</i> (2016); Meechai <i>et al.</i> (2016); Le <i>et al.</i> (2016)
			1	Benzophenon	Schomburgkianones A, B, C, D, E, F, G, & H	Batang	Antiinflamasi	Sukandar <i>et al.</i> (2016)
			8	Biflavonoid	GB-1a, GB-2a, morelloflavone, and volkensi flavone	Buah	Antiinflamasi	Mungmee <i>et al.</i> (2013)
			4	Despidones	Schomburgdepsidones A & B	Buah	Antiinflamasi	Le <i>et al.</i> (2013)
			2	Biphenyls	Schomburgbiphenyl, Aucuparin, nigrolinebiphenyl B and Garcibiphenyl C.	Akar	Antibakteri	Sukandar <i>et al.</i> (2016)
			4	Phloroglucinols	Oblongifolin C, garcicowin B, and garcyumanin	Kulit batang	Antikanker	Le <i>et al.</i> (2013)
			3	Flavonoid	Kaempferol, dihydrokaempferol and (-)-5,7,3',5'-tetrahydroxyflavanone	Buah	Antibakteri & antiinflamasi	Sukandar <i>et al.</i> (2016)
			3	Benzophenon	Scortechinones (A and B)	Kulit pohon	Antibakteri & antiinflamasi	Sukandar <i>et al.</i> (2016)
49	<i>G. scortechinii</i>	27	15	Xanton	Scortechinones (A, B, D, F, I and J), 400,500-dihydro-1,5-dihydroxy-60,60-dimethylpyrano (20,30:6,7)-400,400,500-trimethylfuranone (200,300:3,4)-xanthone, Scortechinones (L, M, N, O and P)	Getah	Antibakteri	Hemshekhhar <i>et al.</i> (2011)
			10	Benzophenon	Scortechinones (Q-T), Scortechinones (U-X), Scortechiterpenes (A and B)	Kulit batang	Antibakteri	Hemshekhhar <i>et al.</i> (2011)

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
					Smeathxanthone A, B, Cheffouxanthone, 1,5 dihy- droxyxanthone, 1,3,5-trihydroxyxanthone, bangang xanthone A, smeathxanthone B, & smeathxanthone A, 1,3,5,8-Tetrahydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)-4-(3,7-dimethylocta-2,6-dienyl)xanthone, cheffouxanthone, smeathxanthone A, smeathxanthone B, and ananixanthone Cheffouxanthone, smeathxanthones A, and smeathxanthones B			
50	<i>G. smeathmannii</i>	20	3	Xanton		Kulit batang	Antibakteri	Foutsu <i>et al.</i> (2015)
					Guttiferone I and isoxanthohymol	Kulit akar	Antibakteri	Foutsu <i>et al.</i> (2015)
					Guttiferone I and isoxanthohymol	Kulit akar	Antibakteri	Foutsu <i>et al.</i> (2015)
51	<i>G. seusei</i>		2	Benzophenon	Semisinones A, B, C, Smeathxanthone A, B, Smeathxanthone A & B	Kulit akar	Antitoksikan	Lavaud <i>et al.</i> (2015)
52	<i>G. solomonensis</i>		5	Xanton	Guttiferones O, P, Guttiferone E and Xanthohymol, & Garcinol	Batang	Antibakteri & Antitoksikan	Pandey <i>et al.</i> (2015)
					Garcinosaphenone	Kulit batang	Antibakteri & Antiinflamasi	Tan <i>et al.</i> (2016)
53	<i>G. speciosa</i>	9	5	Flavonoid	Friedolanostanes, 3 a-hydroxy-16 a 23 a- epoxy-17,14-friedolanostan-8,14,24-trien-26- oic acid, 3 a,23 a-dihydroxy-8 a 9 a-epoxy-17, 14-friedolanostan-15-oxo-24-en-2-6-oic acid, 3 a 23 alpha-dihydroxy-17,4-friedolanostan-15 -oxo-8(14),24-dien-26-oic acid, 3 b 9 adihydroxylanost-24-en-26-al, 3 b-hydroxy-23 -oxo-9, 16-lanostadien-26-oic acid	Kulit batang	Antibakteri	Hemshekhkar <i>et al.</i> (2011)
					Garcinol, guttiferone A, xanthohymol, & guttiferone E	Buah	Antibakteri	
54	<i>G. spicata</i>	23	9	Biflavonoid	GB-1, GB-1a, GB-2a, and fukugetin, Fukugicide, GB-1, GB- 2, GB-1a, and amentoflavone	Daun	Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015)
					Fukugetin and 3-O-methyl fukugetin, Fukugiside, Volkensiflavone, spicataside, biflavonoid glycoside, GB-1a, and GB-2a	Kulit batang	Antitoksikan	
					Cambogic acid and mangostin	Daun	Antibakteri	



No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
55	<i>G. subelliptica</i>	44	11	Xanton	Garcinialiptone A, garcinialiptone B, Garcinixanthone C, 1,2,5-trihydroxyxanthone, 2,6dihydroxy-1,5-dimethoxyxanthone, and 1,2dihydroxy-5,6-dimethoxyxanthone, 2,5-Dihydroxy-1-methoxyxanthone, 1-Omethylsymphoxanthone, garcinixanthone E symphoxanthone, and subelliptenone A, & 1,6-O-Dimethylsymphoxanthone	Batang	Antibakteri	Pandey <i>et al.</i> (2015)
			12		1,4,5,6-Tetrahydroxy-2-(1,1-dimethyl-2-propenyl)7,8,-di-(3-methyl-2-butenyl)xanthone, and 1,2,5,6tetrahydroxy-4-(1,1-dimethyl-2-propenyl)-7-(3methyl-2-butenyl)xanthone, subelliptenones A and B,	Kulit akar	Antiinflamasi	Pandey et al, 2015
			1	Benzophenon	4',6-dihydroxy-2,3'4-trimethoxybenzophenone	Batang	Antioksidan	
55	<i>G. subelliptica</i>	44	8	Biflavonoid	Garcinialiptone A, garcinialiptone B, (-) cycloxanthochymol, garcinialiptone C, garcinialiptone D, xanthochymol, isoxanthochymol, and cycloxanthochymol	Buah	Antikanker	
			2		Podocarpusflavone A, 2R,3 S-5,7,4',5'',7'',3''',4''''-Heptahydroxy flavanone[3-8''] flavone, and 5,7,4',5'',7'',3''',4''''heptahydroxy[3-8''] biflavanone	Kulit buah	Antibakteri	Pandey <i>et al.</i> (2015)
			10	Phloroglucinols	Garcinielliptone A, B, C and D, K, L, M, R, P & garsubellins A	Akar		
56	<i>G. tetrandia</i>	10	10	Fenol	Mangostin, proton, diklorometana, santon terpenilasi singlet, proton metilen, proton metin, terpenoid, fenolat, alkaloid, & steroid	Buah	antioksidan, antibakteri & antimalaria	Jayanti & Ersam (2018); Ihsany & Ersam (2018)
57	<i>G. tetralata</i>	5	5	Xanton	Garcinexanthone B, morellic acid acetate, toxyloxanthone A, 6,11-dihydroxy-2,2dimethylpyran[3,2-c]xanthen-7(2H)-one, & 1,4dihydroxy-5,6-dimethoxyxanthone	Buah	Antibakteri	Guo <i>et al.</i> (2011)

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
58	<i>G. urophylla</i>	6	6	Xanton	7-Hydroxydesoxyxymorellin, isocaledonixanthone D, gaudichudione H, 1,7-dihydroxy-3-methoxy-2-(3-methyl-2-butenyl)xanthone, 1,5-dihydroxy-3-methoxy-2-(3-methyl-2-butenyl)xanthone, and 1,3,7-trihydroxy-2-(3-methyl-2-butenyl)xanthone	Daun	Antibakteri	Khalid <i>et al.</i> (2007)
59	<i>G. veillardii</i>	13	13	Xanton	Vieillardixanthones B and C, pancixanthones A, B, 1,6-dihydroxyxanthone, pyranojacarubin and 5,6O-dimethyl-2-deprenylrheediaxanthone, 1,6-dihydroxyxanthone, pancixanthone A, isocudranixanthone B, isocudranixanthone A, 2-deprenylrheediaxanthone B & 1,4,5-trihydroxyxanthone	Kulit batang	Antibakteri	Hay <i>et al.</i> (2008)
60	<i>G. vilariana</i>	6	6	Xanton	Globuxanthone, subelliptenone H, subelliptenone B, 1,2b-hydroxy-des-D-garcigerrin A, 1-Omethylglobuxanthone, and symphoxanthone	Kulit batang	Antibakteri	Guo <i>et al.</i> (2011)
61	<i>G. wichmannii</i>	7	7	Xanton	1,4,6-Trihydroxy-5-methoxy-7-prenylxanthone, 1,4,5,6-tetrahydroxy-7-prenylxanthone, 1,2,5,6-tetrahydroxy-7-geranylxanthone, 1,4,5,6-tetrahydroxy-7,8-diprenylxanthone, 1,3,5,6-tetrahydroxy-4,7,8-triprenylxanthone, garcinixanthone E, & 6-prenylapigenin	Daun	Antibakteri	Pandey <i>et al.</i> (2015)
62	<i>G. wightii</i>	7	2 1 4	Xanton Benzophenon	Cambogic acid & mangostin Garcinol Fukugicidin, GB-1, GB-2, GB-1a, and amentoflavone	Daun Daun Daun	Antimikroba, Antioksidan, & Antibakteri Antioksidan Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015)

No	Species (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
63	<i>G. xanthochymus</i>	39	10	Xanton	Volkenisflavone, morelloflavone, GB-1, and GB-1a, 3-8'', 3''-4''-4''-5''-5''-7''-7''-Heptahydroxy biflavanone, 3-8'', 4''-4''-5''-5''-7''-7''-hexahydroxy biflavanone, fukugetin, and volkensiflavone	Buah	Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015)
					GB-2a, glucoside, GB-2a, and fukugetin	Akar	Antiinflamasi	Pandey <i>et al.</i> (2015)
					GB-1a, GB-2, volkensiflavone, fukugiside, xanthochymoside, and morelloflavone	Kulit batang	Antiinflamasi	
					Camboigic acid and mangosin	Daug	Antibakteri	
					1,4,5,6-Tetrahydroxy-7,8-di(3-methylbut-2-enyl)xanthone, 1,2,6-trihydroxy-5-methoxy-7-(3-methylbut-2-enyl)xanthone, and 12 beta-hydroxy-Dgarcigerin	Batang		
					1,6-Dihydroxy-4,5-dimethoxyxanthone and 1,5,6trihydroxy-7,8-di(3-methyl-2-butenyl)-60,60- dimethylpyrano(20,30:3,4) xanthone,			
					1,5,6- Trihydroxy-7-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3hydroxy-3-methylbutyl)furan(2':3':3,4) xanthone, 1,5,6-trihydroxy-7-(3-methyl-2-butenyl)- 8-(3hydroxy-3-methylbutyl)-6', 6'-dimethylpyrano (2':3':3,4) xanthone, 1,5,6-trihydroxy-7-(3- methyl(2-butenyl))-8-(3-hydroxy-1-methylethyl)-4', 5'-dihydrofurano (2':3':3,4) xanthone, 1, 2, 5, 4'-tetrahydroxy-4-(1,1-dimethylallyl)-5'-(2-hydroxypropan-2-yl)-4', 5'dihydrofurano-(2', 3' : 6, 7)xanthone, 1, 3, 5, 6tetrahydroxy-7-geranyl-xanthone, and 1, 4dihydroxy-6', 6'- dimethylpyrano (2', 3' : 5, 6) xanthone, 1,7-dihydroxyxanthone and 1,5-dihydroxyxanthone	Kulit buah	Antibakteri	
					1,4,6- Trihydroxy-5-methoxy-7-prenylxanthone, 1,4,5,6-tetrahydroxy-7-prenylxanthone, 1,2,5,6tetrahydroxy-7-geranyl-xanthone, 1,4,5,6- tetrahydroxy-7,8-diprenylxanthone , 1,3,5,6tetrahydroxy-4,7,8-triprenylxanthone , garciniaxanthone E, and 6-prenylapigenin	Ranting	Antibakteri	

No	Spesies (Species)	Jumlah Senyawa (Total Compound)	Rincian jumlah senyawa (The Number of Each Compound)	Golongan Senyawa (Group of Compound)	Nama Senyawa (Name of Compound)	Organ (Plant Organs)	Aktivitas (Activity)	Referensi (References)
64	<i>G. xipshuanbamaensis</i>	16	14	Xanton	Bannaxanthone H, 1,3,5,6-tetrahydroxy-2-(3-methylbut-2-enyl)xanthone, bannaxanthone F, garcinone C, 1,3,6,7-tetrahydroxy-8-(3-methylbut-2-enyl)xanthone, bannaxanthone G, bannaxanthone B, $\gamma$ -mangostin, garcinone E, banaxanthone E, allanxanthone C, bannaxanthone D, 1,3,5,6-tetrahydroxy-7-(3-methylbut-2-enyl)xanthone, xanthone VIa, and nigrolinexanthone V	Ranting	Antibakteri, Antiinflamasi, & Sitotoksik	Chen <i>et al.</i> (2010)
			2	Benzophenone	Guttiferone E and xanthochymol	Ranting		

# Keragaman dan kekerabatan genetik Garcinia berdasarkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas biologisnya: Kajian in silico

---

## ORIGINALITY REPORT

---

11%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

---

## MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

4%

★ [garuda.kemdikbud.go.id](http://garuda.kemdikbud.go.id)

Internet Source

---

Exclude quotes  On

Exclude bibliography  On

Exclude matches  < 1%