



Article History :

Submitted : 23 Mei 2025

Revised : 30 Mei 2025

Accepted : 2 Juni 2025

Mini Review: Fitokimia, Kemotaksonomi, Dan Sifat Biologis Metabolit Sekunder Dari Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana L.*)

Mochamad Fajar Islam Ash Shidiqy, Laras Adistya Putri, Iqbal Musthapa*

Kelompok Bidang Keahlian Kimia Hayati Prodi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154 Jawa Barat – Indonesia.

*Email: iqbalm@upi.edu

Abstrak

Artikel ini membahas aspek fitokimia, kemotaksonomi, dan sifat biologis dari senyawa-senyawa yang diisolasi dari Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana L.*). Dari kajian fitokimia, terdapat 86 senyawa metabolit sekunder telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi, yang meliputi xanthone, flavanoid, triterpenoid, benzofenon, bifenil, pirol, dan benzofuran. Kajian kemotaksonomi memperlihatkan bahwa senyawa-senyawa pada Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana L.*) juga ditemukan pada tanaman dengan satu famili, yaitu *Garcinia*. Senyawa yang ditemukan telah dievaluasi aktivitas biologisnya melalui berbagai sistem uji, meliputi sifat sitotoksik, antibakteri dan antijamur, antioksidan, antimalaria, topoisomerasi I dan II, antiinflamasi, HIV-1 protease dan reverse transkriptase. Hasil pengujian senyawa-senyawa metabolit sekunder Manggis memiliki potensi besar sebagai agen antikanker, antioksidan, antibakteri dan antijamur. Pengembangan masih terus dilakukan untuk memperjelas hasil kajian dalam analisis manfaat Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai sumber bahan kimia yang memiliki banyak manfaat.

Kata Kunci: *Garcinia mangostana L.*, kemotaksonomi, sifat biologis, sitotoksik, tanaman Manggis xanthone

Abstract

This article discusses the phytochemical, chemotaxonomic, and biological properties of compounds isolated from the mangosteen plant (*Garcinia mangostana L.*). From its phytochemical studies, 86 secondary metabolites have been successfully isolated and identified, including xanthones, flavonoids, triterpenoids, benzophenones, biphenyls, pyrroles, and benzofurans. The chemotaxonomic study revealed that the compounds in the Mangosteen Plant (*Garcinia mangostana L.*) are also found in plants from the same family, *Garcinia*. Those compounds have been evaluated for their biological activity through various testing systems, such as cytotoxic, antibacterial and antifungal, antioxidant, antimalarial, topoisomerase I and II, anti-inflammatory, HIV-1 protease, and reverse transcriptase properties. The test results of the secondary metabolites of the mangosteen plant show great potential as anticancer, antioxidant, antibacterial, and antifungal agents. Further research development is still ongoing to clarify the study in analyzing the benefits of the mangosteen plant (*Garcinia mangostana L.*) as a source of chemical compounds with numerous benefits.

Keywords: biological properties, chemotaxonomy, cytotoxic, *Garcinia mangostana L.*, mangosteen plant, xanthone

1. PENDAHULUAN

Garcinia mangostana L. (Clusiaceae), umumnya dikenal sebagai manggis, memiliki batang lurus dan kulit batang berwarna coklat tua. Manggis merupakan salah satu spesies dari famili *Clusiaceae*. Tumbuhan ini banyak dibudidayakan di negara-negara Asia Tenggara, seperti Malaysia, Indonesia, Srilangka, Thailand, dan Filipina (Gutierrez-Orozco & Failla, 2013). Buah matangnya memiliki kulit yang berwarna ungu, memiliki daging buah yang berair dan berwarna putih, dan di dalamnya terdapat 6-8 biji (Farnsworth & Bunyapraphatsara, 1992). Di kawasan Asia Tenggara, buah manggis telah digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati disentri, diare, peradangan, dan luka (Moongkarndi et al., 2004). Ekstrak manggis yang dimurnikan telah menjalani beragam uji biologis yang berkaitan dengan penyakit menular, kemoterapi dan kemoprevensi kanker, kondisi neurologis, dan diabetes (Weecharangsan et al., 2006).

Buah manggis, spesies yang paling dikenal dari genus *Garcinia* ini mengandung banyak gula sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Nutrisi lain pada manggis per 100 gramnya telah ditunjukkan oleh beberapa penelitian yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kandungan Buah Manggis per100 gram (Qosim, 2007)

No.	Kandungan	Kadar
1	Kadar Air (%)	80,2-84,9
2	Energi (kal)	60-63
3	Protein (g)	0,5-0,6
4	Lemak (g)	0,1-0,6
5	Karbohidrat (g)	14,3-15,6
6	Serat (g)	5-5,1
7	Kalsium (mg)	0,01-8
8	Fosfor (mg)	0,02-12
9	Besi (mg)	0,2-12
10	Vitamin B1 (mg)	0,03
11	Vitamin B2 (mg)	0,03
12	Vitamin B5 (mg)	0,03
13	Vitamin C (mg)	4,2

Secara umum, komponen senyawa kimia yang terkandung dalam kulit manggis adalah *xanthone*, *garcinone*, *flavonoid*, dan *tannin* (Heyne, 1987). Senyawa *xanthone* memiliki sifat antibakteri, antioksidan, antijamur, dan antiinflamasi, serta dapat menghambat pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*. Seluruh bagian tumbuhan manggis berkhasiat tinggi. Daging buahnya kaya akan vitamin C, sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Bagian kulitnya memiliki senyawa *xanthone* yang merupakan bioflavonoid dengan sifat antibakteri, antioksidan antialergi, antihistamin, antitumor, dan antiinflamasi (Shabella, 2011).

Sebagai antioksidan, senyawa *xanthone* dapat menetralkan radikal bebas yang dihasilkan atau masuk ke dalam tubuh, mencegah penuaan pada organ dalam, mencegah kanker dan kebutaan, mencegah penyakit jantung, serta meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Fungsi utama antioksidan adalah untuk menetralkan radikal bebas. Radikal bebas merupakan molekul yang menjadi tidak stabil karena kehilangan elektron. Radikal bebas akan menghilangkan elektron dari sel atau molekul dalam tubuh untuk mencapai stabilitas. Hal ini merusak sel-sel tubuh dan menimbulkan berbagai penyakit degeneratif seperti arteriosklerosis, kanker, jantung koroner, osteoporosis, sirosis hati, penyakit Alzheimer, diabetes, obstruksi paru, penyakit ginjal kronik, dan stroke (Putra, 2011).

2. BAHAN DAN METODE

Desain pada penelitian ini yaitu literature review berdasarkan tema manfaat dari tumbuhan manggis (*Garcinia mangostana* L.). Data yang didapatkan berupa data sekunder, diambil dari beberapa penelitian terdahulu berupa artikel jurnal yang terindeks nasional maupun internasional. Sumber data berdasarkan basis data komputerisasi *Google Scholar* dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish 8. Pada pencarian artikel menggunakan kata kunci bahasa Indonesia “manggis”, “fitokimia”, “kemotaksonomi”, “bioaktivitas” dan bahasa Inggris “mangosteen”, “phytochemicals”, “chemotaxonomy”, “bioactivity” tanpa dibatasi tahun terbit, didapatkan 124 artikel. Diidentifikasi dan diseleksi kembali berdasarkan tema dan fokus pada artikel ini sehingga didapatkan 39 artikel dengan kesesuaian tema dan fokus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Fitokimia

Menurut Yates & Stout, 1958, α -mangostin berhasil ditemukan pertama kali dari isolasi dari kulit kering buah manggis pada tahun 1855 oleh W. Schmid. Terdapat 86 senyawa metabolit sekunder yang telah ditemukan dari tanaman manggis sejauh ini. Dari keseluruhan senyawa yang berhasil diidentifikasi, kelompok *xanthone* menjadi metabolit sekunder yang paling dominan pada tanaman ini, dengan total sebanyak 68 senyawa. Senyawa *xanthone* yang berlimpah diantaranya adalah α -mangostin,

β -mangostin, dan γ -mangostin. Senyawa lain yang terdapat pada tanaman manggis adalah flavonoid (5 senyawa), triterpenoid (7 senyawa), benzofenon (3 senyawa), senyawa bifenil, pirol, dan benzofuran. Beberapa senyawa belum diidentifikasi namanya, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fitokimia dalam Tanaman Manggis

No.	Senyawa	Jenis	Bagian
1	α -mangostin	Xanthone	Buah, batang, biji, dan aril
2	β -mangostin	Xanthone	Buah dan batang
3	γ -mangostin	Xanthone	Buah dan batang
4	Fuscaxanthone C	Xanthone	Batang
5	Belum diidentifikasi	Xanthone	Buah
6	Belum diidentifikasi	Xanthone	Buah
7	Assiguxanthone-B-trimethyl ether	Xanthone	Inti kayu
8	Cowagarcinone B	Xanthone	Inti kayu dan batang
9	Belum diidentifikasi	Xanthone	Buah dan inti kayu
10	Belum diidentifikasi	Xanthone	Daun
11	Belum diidentifikasi	Xanthone	Daun
12	Garcinone D	Xanthone	Buah dan batang
13	Garcinone C	Xanthone	Buah
14	Mangostenone E	Xanthone	Buah
15	Mangostenol	Xanthone	Buah
16	Belum diidentifikasi	Xanthone	Inti kayu
17	Belum diidentifikasi	Xanthone	Inti kayu
18	Belum diidentifikasi	Xanthone	Inti kayu
19	6-deoxy-7-demethylmangostanin	Xanthone	Buah
20	Mangostanin	Xanthone	Buah dan inti kayu
21	6-O-methylmangostanin	Xanthone	Inti kayu

Tabel 2. (Lanjutan)

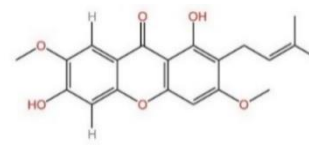
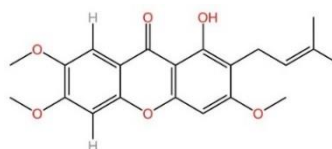
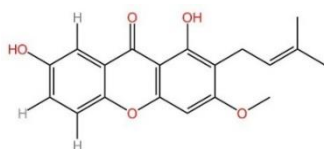
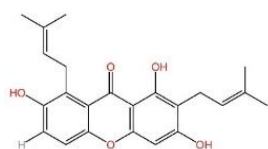
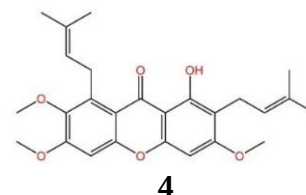
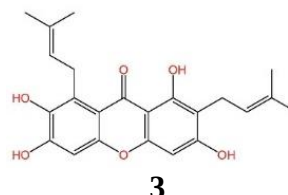
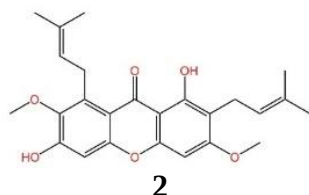
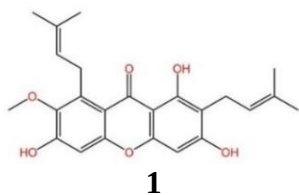
No.	Senyawa	Jenis	Bagian
22	<i>Mangostenone C</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
23	<i>Demethylcalabaxanthone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah, biji, dan aril
24	<i>Xanthone 1</i>	<i>Xanthone</i>	Buah, biji, aril, dan batang
25	<i>Calabaxanthone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
26	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
27	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
28	<i>8-deoxygartanin</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
29	<i>Garcinone A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
30	<i>Gartanin</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
31	<i>Cudraxanthone G</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
32	<i>8-hydroxycudraxanthone G</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
33	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
34	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
35	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
36	<i>Mangostingone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
37	<i>1-isomangostin</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
38	<i>11-hydroxy-1-isomangostin</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
39	<i>Mangostanol</i>	<i>Xanthone</i>	Buah dan batang
40	<i>3-isomangostin</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
41	<i>Mangostenone D</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
42	<i>Garcimangosone C</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
43	<i>Mangostinone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
44	<i>Smeathxanthone A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
45	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Buah

Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Senyawa	Jenis	Bagian
46	<i>Garcinone B</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
47	<i>Garcinone E</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
48	<i>Tovophyllin A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
49	<i>Thwaitesixanthone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
50	<i>Garcimangosone B</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
51	<i>Garcimangosone A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
52	<i>Mangostenone B</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
53	<i>Tovophyllin B</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
54	<i>Trapezifolixanthone</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
55	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Buah
56	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Buah
57	<i>BR-xanthone B</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
58	<i>Mangostenone A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
59	<i>Garciniafuran</i>	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
60	<i>BR-xanthone A</i>	<i>Xanthone</i>	Buah
61	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Buah
62	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Buah
63	<i>Dulxanthone D</i>	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
64	<i>Mangoxanthone</i>	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
65	<i>Mangosharin</i>	<i>Xanthone</i>	Batang
66	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
67	<i>Mangiferitin</i>	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
68	Belum diidentifikasi	<i>Xanthone</i>	Inti kayu
69	Belum diidentifikasi	Flavonoid	Dinding buah

Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Senyawa	Jenis	Bagian
70	Belum diidentifikasi	Flavonoid	Dinding buah
71	Belum diidentifikasi	Flavonoid	Dinding buah
72	Belum diidentifikasi	Flavonoid	Dinding buah
73	Belum diidentifikasi	Flavonoid	Dinding buah
74	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
75	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
76	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
77	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
78	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
79	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
80	Belum diidentifikasi	Triterpenoid	Bagian luar buah
81	Belum diidentifikasi	Benzofenon	Akar
82	Belum diidentifikasi	Benzofenon	Akar
83	Belum diidentifikasi	Benzofenon	Akar
84	Belum diidentifikasi	Bifenil	Akar
85	Belum diidentifikasi	Pirol	Buah dan akar
86	Belum diidentifikasi	Benzofuran	Buah dan akar

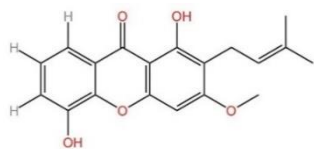


5

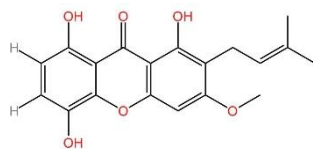
6

7

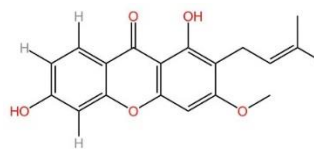
8



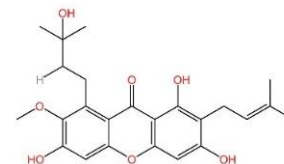
9



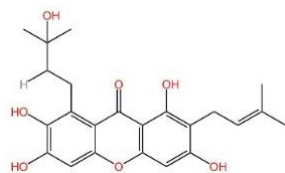
10



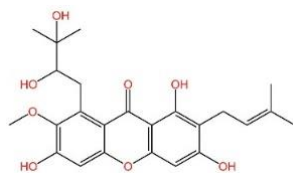
11



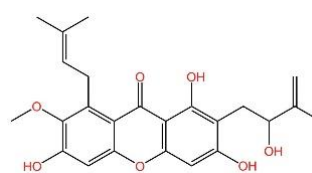
12



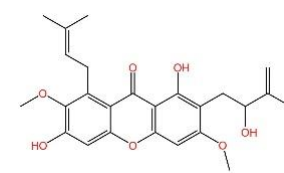
13



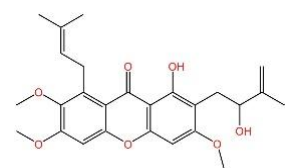
14



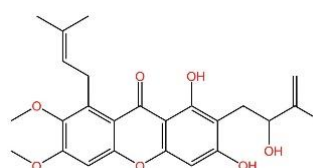
15



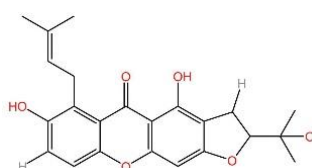
16



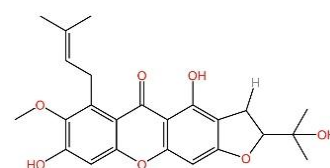
17



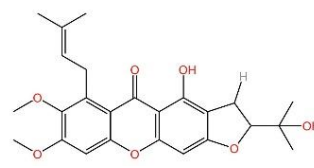
18



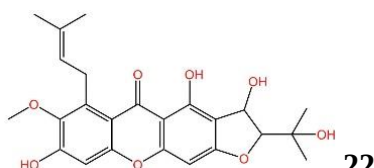
19



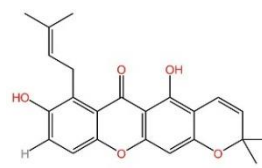
20



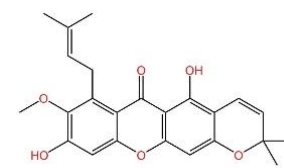
21



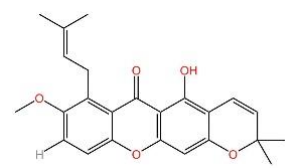
22



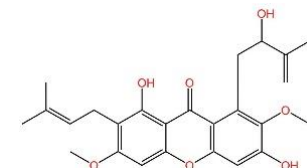
23



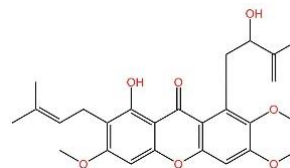
24



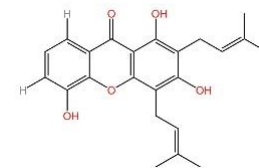
25



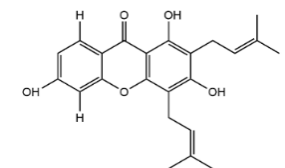
26



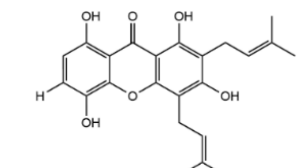
27



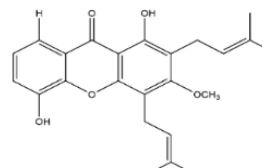
28



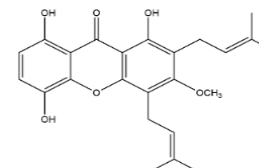
29



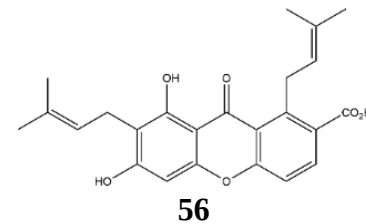
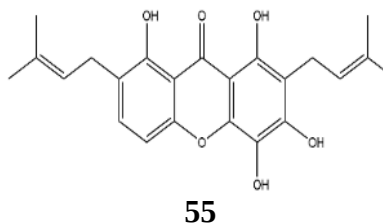
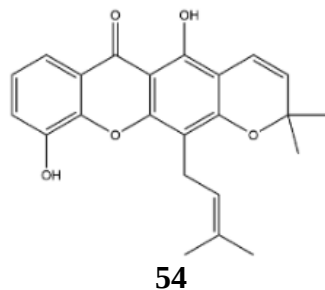
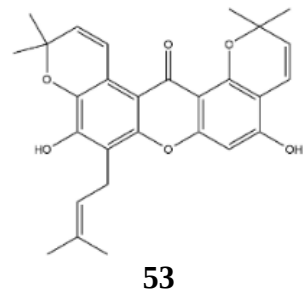
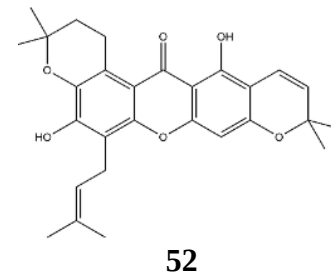
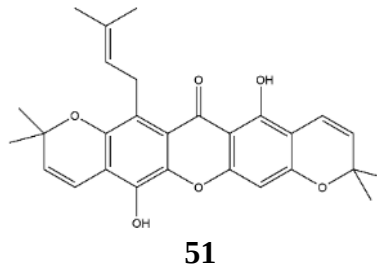
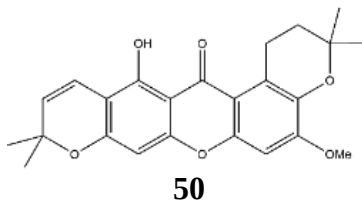
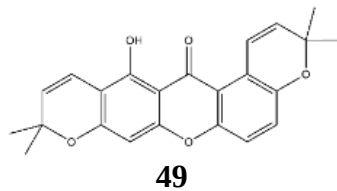
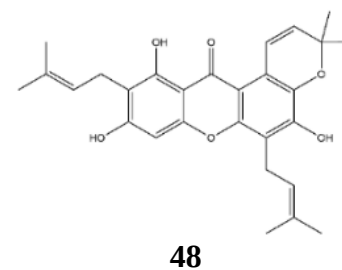
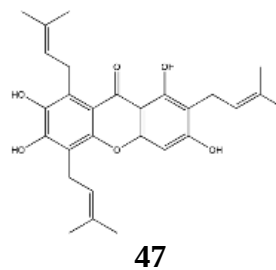
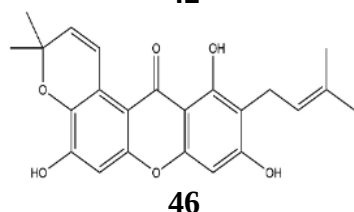
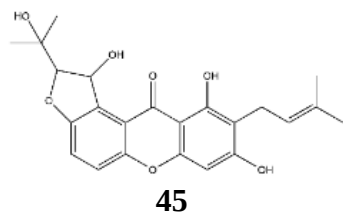
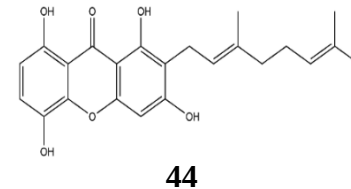
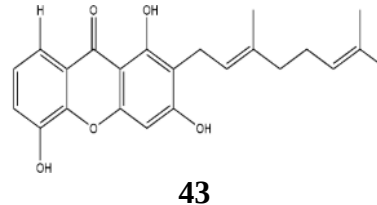
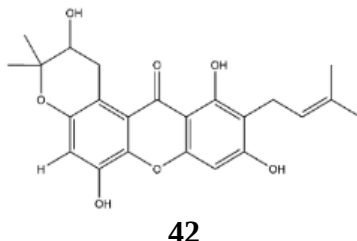
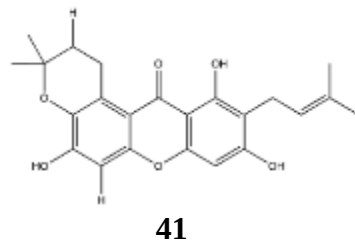
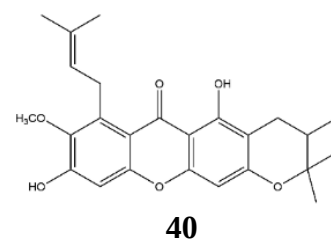
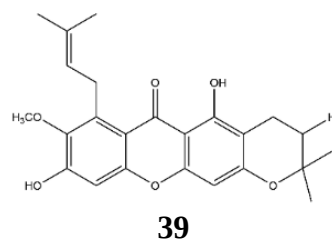
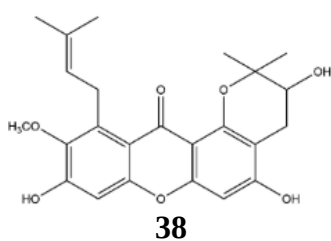
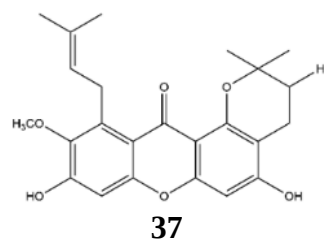
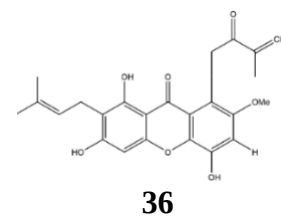
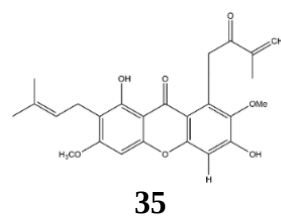
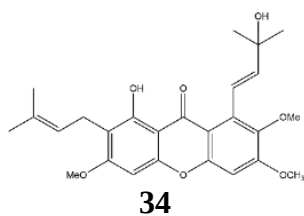
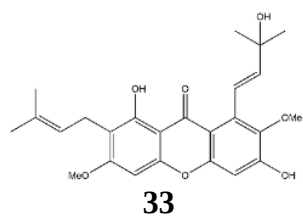
30

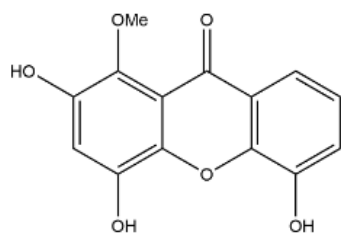


31

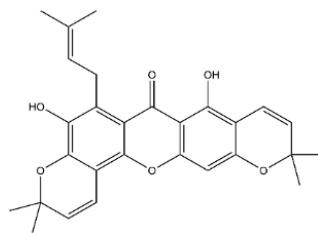


32

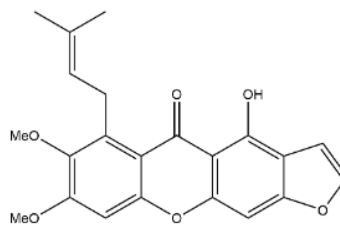




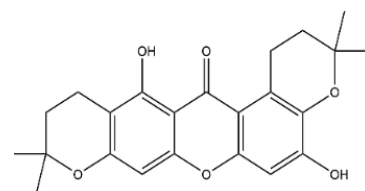
57



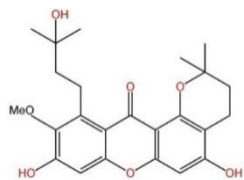
58



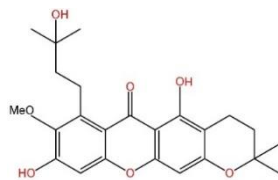
59



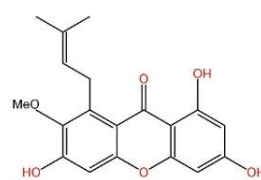
60



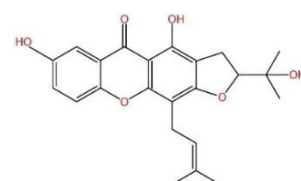
61



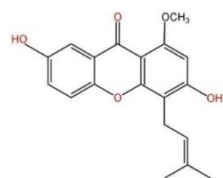
62



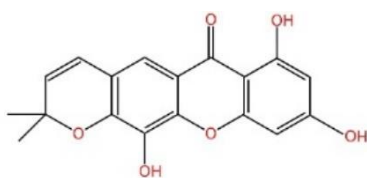
63



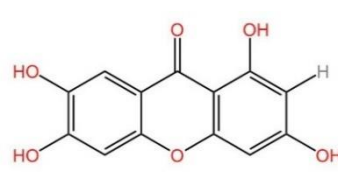
64



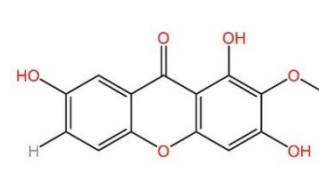
65



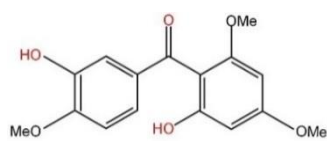
66



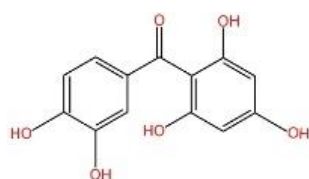
67



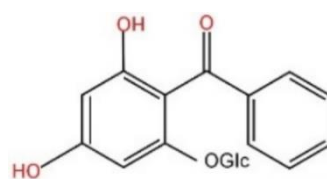
68



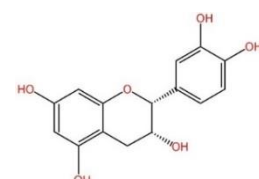
69



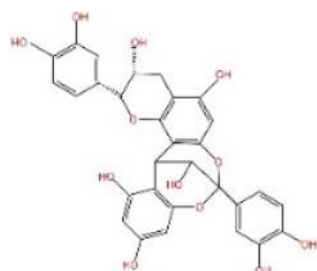
70



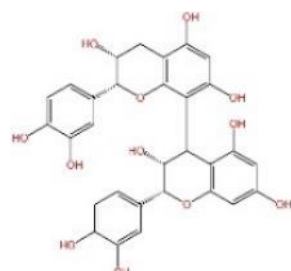
71



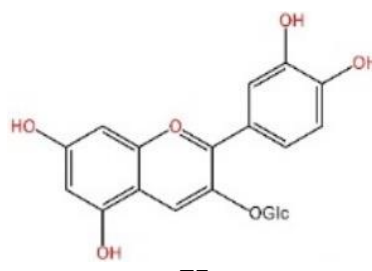
72



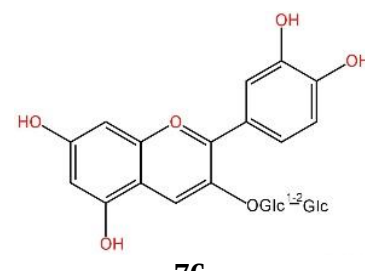
73



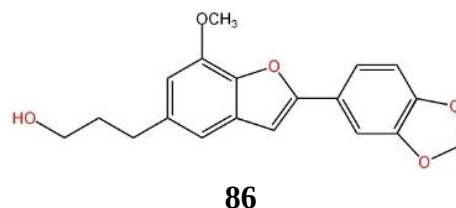
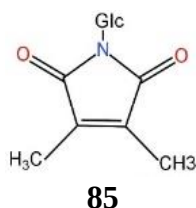
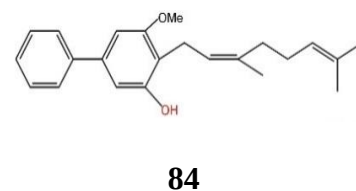
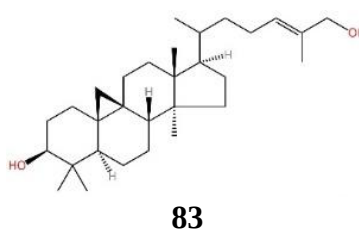
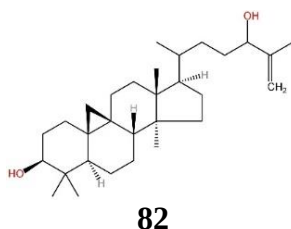
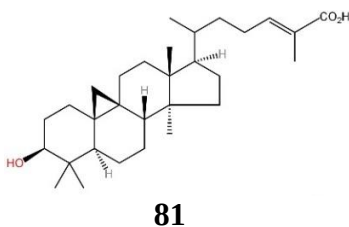
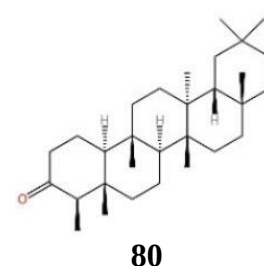
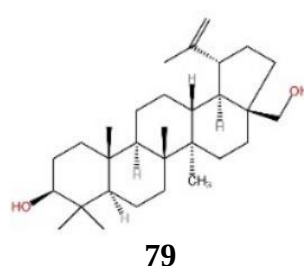
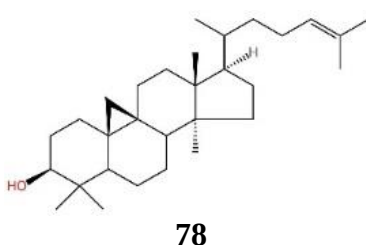
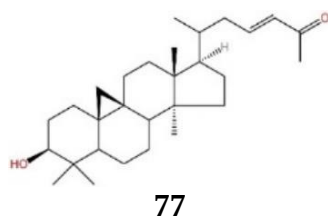
74



75



76



3.2. Kemotaksonomi

Garcinia merupakan salah satu tumbuhan dari famili *Clusiaceae* yang hampir seluruh bagian tumbuhannya digunakan oleh masyarakat sebagai makanan dan obat (Murthy et al., 2018). Tiga spesies yang paling umum dari *Garcinia* ialah manggis (*G. mangostana*), malabar tamarind (*G. gummi-gutta*) dan kokum (*G. indica*) (Murthy et al., 2018). Ketiga spesies ini memiliki sifat apomiksis dan agamospermi. Selain itu, kualitas pada buahnya yang rendah, pohon tidak menarik, tidak tahan terhadap kekeringan dan hama, sehingga membuat spesies ini mudah terserang penyakit (Murthy et al., 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Mursyidin & Maulana, 2020 mengungkap bahwa terdapat 64 spesies *Garcinia* yang mengandung sejumlah senyawa bioaktif dengan variasi aktivitas biologis. Beberapa kelompok senyawa yang dominan di antaranya adalah alkaloid, flavonoid, terpenoid, serta senyawa lainnya. Dari hasil kajian, diketahui bahwa keragaman jenis senyawa bioaktif di antara spesies tersebut umumnya rendah, kecuali senyawa *xanthone* yang tersebar lebih luas di berbagai spesies. Sementara itu, alkaloid merupakan satu-satunya golongan senyawa yang relatif merata keberadaannya pada sebagian besar spesies. Bila ditinjau berdasarkan aktivitas biologis, senyawa dengan sifat antifungi

memperlihatkan tingkat variasi paling tinggi antar spesies, sedangkan aktivitas sebagai antinyeri dan antiplasmodial menunjukkan tingkat variasi yang sedang.

Hasil pengujian *Principal Component Analysis* (PCA) yang dilaporkan oleh Mursyidin & Maulana, 2020 senyawa dari golongan steroid dan asam lemak merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang paling berkontribusi terhadap keberagaman genetik dari tumbuhan spesies *Garcinia*. Sementara itu, bagian tumbuhan yang diketahui menghasilkan senyawa bioaktif, seperti daun, kulit batang, dan buah, memiliki potensi sebagai agen analgesik, antioksidan, dan antiprotozoa. Beberapa temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas biologis dan bagian tumbuhan penghasil senyawa aktif memberikan kontribusi signifikan terhadap potensi farmakologis tanaman.

Berdasarkan analisis klaster yang dilakukan oleh Mursyidin & Maulana, 2020 sebanyak 64 spesies dari genus *Garcinia* berhasil dikelompokkan ke dalam enam klaster utama. Klaster pertama dan keempat masing-masing hanya beranggotakan satu spesies, yaitu *G. beccari* dan *G. gummi-gutta*. Sementara itu, klaster kedua mencakup *G. cylindrocarpa* dan *G. balica*, dan klaster ketiga terdiri dari *G. nigrolineata* serta *G. bancana*. Klaster kelima merupakan kelompok dengan jumlah spesies terbanyak, yakni terdiri dari 53 spesies. Analisis terhadap pola kekerabatan menunjukkan bahwa terdapat tujuh pasangan spesies yang memiliki kedekatan kekerabatan paling tinggi, antara lain: *G. nitida* dengan *G. densivenia*, *G. rigida* dengan *G. urophylla*, *G. urophylla* dengan *G. penangiana*, *G. speciosa* dengan *G. maingayi*, *G. minahassensis* dengan *G. semsei*, *G. porrecta* dengan *G. vilersiana*, dan *G. wichmannii* dengan *G. penangiana*. Di sisi lain, hubungan kekerabatan paling jauh ditemukan antara pasangan *G. hanburyi* dan *G. cylindrocarpa*, serta *G. bancana* dan *G. excavata*. Temuan ini juga menunjukkan bahwa *G. mangostana*, sebagai spesies *Garcinia* yang paling terkenal, memiliki hubungan kekerabatan terdekat dengan *G. wightii* dan paling berjauhan dengan *G. cylindrocarpa*.

Penelitian yang dilakukan oleh Mursyidin & Maulana, 2020 melaporkan bahwa beberapa spesies *Garcinia* memiliki tingkat keberagaman genetik yang tinggi, yang ditunjukkan oleh keberadaan senyawa *xanthone*, aktivitas antifungi, senyawa bioaktif pada bagian daun. Menurut Murthy et al., 2018, *xanthone* adalah senyawa metabolit sekunder dari kelompok polifenol, dengan struktur dasar trisiklik cincin aromatik. *Xanthone* termasuk dalam lima kelompok utama diantaranya *xanthone* beroksigen sederhana, *xanthone glycoside*, *prenylated xanthone*, *xanthonolignoid*, dan *xanthone* dengan struktur lainnya (Ruan et al., 2017).

Banyak spesies dalam genus *Garcinia*, termasuk tiga yang paling dikenal seperti manggis (*G. mangostana*), brindle berry (*G. gummi-gutta*), dan kokum (*G. indica*), diketahui mengandung senyawa *xanthone* serta berbagai turunannya. Pada bagian buah *G. mangostana*, senyawa *xanthone* dalam bentuk

substituen seperti gugus isoprena, fenolik, dan metoksi. Hingga kini, lebih dari 54 jenis turunan *xanthone* telah berhasil diidentifikasi dari spesies ini (Murthy et al., 2018). Beberapa di antaranya, seperti α -, β -, dan γ -*mangostin*, terbukti memiliki beragam efek biologis, termasuk sebagai antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antimikroba (Murthy et al., 2018), serta bersifat antifungi (Rahmayanti et al., 2016; Sholihah et al., 2017). Dalam konteks aktivitas antijamur, ekstrak dari kulit buah manggis telah dilaporkan efektif menghambat pertumbuhan patogen *Candida albicans*, penyebab kandidiasis (Rahmayanti et al., 2016), serta jamur dermatofit *Trichophyton mentagrophytes* yang menjadi penyebab utama dermatomikosis (Sholihah et al., 2017). Tak hanya terbatas pada bagian buah, senyawa *xanthone* dan berbagai metabolit sekunder lainnya juga ditemukan dalam bagian daun beberapa spesies *Garcinia*, termasuk *G. mangostana* (Anantachoke et al., 2012).

Berdasarkan analisis penanda isozim yang dilakukan oleh Sinaga et al., 2012, diketahui bahwa terdapat hubungan kekerabatan yang erat antara *G. mangostana*, *G. malaccensis*, dan *G. hombroniana*. Bahkan, *G. hombroniana* diduga sebagai nenek moyang (*progenitor*) dari *G. mangostana*. Melalui penggunaan penanda *Inter-Simple Sequence Repeat* (ISSR), *G. malaccensis* juga diduga merupakan turunan allopoliploid dari *G. mangostana*. Pengelompokan ketiga spesies tersebut berdasarkan kombinasi data dari penanda morfologis, ISSR, ITS, trnL, dan accD-psaL menunjukkan bahwa *G. malaccensis* dan *G. celebica* diduga sebagai nenek moyang *G. mangostana*. Selain itu, hasil rekonstruksi filogenetik menggunakan penanda molekuler *Internal Transcribed Spacer* (ITS) menunjukkan bahwa spesies yang memiliki kekerabatan paling dekat dengan *G. mangostana* adalah *G. penangiana* dan *G. xanthochymus*. Kedekatan ini juga didukung oleh kemiripan morfologis, terutama pada bentuk kanopi dan daun. Di sisi lain, *G. mangostana* juga menunjukkan kedekatan genetik dengan *G. intermedia*. Dengan demikian, kajian lebih lanjut mengenai aspek fitokimia dari genus *Garcinia*, khususnya *G. mangostana*, perlu dilakukan guna mengidentifikasi perbedaan sifat biologis antar spesies yang memiliki kekerabatan dekat tersebut.

Sebagai kelanjutan dari kajian genetik terhadap spesies *Garcinia*, penting untuk memahami mekanisme biosintesis *xanthone*, senyawa bioaktif utama dalam *G. Mangostana*, bertujuan untuk mendukung penelitian dibidang biokimia dan metabolomik. Sintesis senyawa 2,3',4,6-*tetrahydroxybenzophenone* (THPA) dilakukan oleh Mursyidin & Maulana, 2020 memiliki peran penting dalam pembentukan senyawa *xanthone*. Biosintesis *xanthone* pada tumbuhan berbunga seperti *G. mangostana* terdiri dari dua tahap utama. Tahap pertama adalah siklisasi, di mana terjadi pembentukan isomer struktural melalui kontrol regioselektif atau orientasi, menghasilkan beberapa isomer sebagai produk utama. Siklisasi pada *G. mangostana* berlangsung pada posisi para, membentuk senyawa 1,3,7-

trihydroxyxanthone. Tahap kedua, yaitu hidroksilasi, menghasilkan senyawa 1,3,6,7-*tetrahydroxyxanthone*. Enzim *xanthone synthase*, yang merupakan oksidase dari keluarga sitokrom P450, sangat penting dalam tahap ini dan membutuhkan NADPH serta oksigen (O₂) sebagai kofaktor. Mekanisme siklisasi mengikuti reaksi penggandengan fenol secara oksidatif, yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil pada posisi 3' dalam konfigurasi orto-para.

3.3. Sifat Biologis

3.3.1. Sitotoksik

Tabel 3. Sitotoksik dari Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

No.	Nama Senyawa	Uji Aktivitas
1	<i>α-mangostin</i>	Mengurangi perkembangan senyawa benzapiren menjadi senyawa non radikal
2	<i>1-Isomangostin hydrate</i>	Menghambat Enzim COX-2 pemicu kanker payudara
3	<i>3-Isomangostin hydrate</i>	
4	<i>Euxanthone</i>	
5	<i>BR-xanthone A</i>	
6	<i>Garcimangosone B</i>	
7	<i>Garcimangosone D</i>	Pengikat ligan reseptor 1X7J sebagai antikanker
8	<i>Toxyloxanthonei A</i>	
9	<i>8-Deoxygartanin</i>	
10	<i>Deimeithylcalabaxanthonei</i>	

Uji sitotoksik ekstrak manggis terhadap sel kanker telah dilakukan pada senyawa metabolit sekunder yang terkandung. Manggis memiliki tingkat antikanker yang sangat tinggi. Salah satu senyawa golongan fenolik yang memiliki sifat antikanker yang sangat tinggi ialah *α-mangostin* (**1**), yang diperoleh dari kulit buah manggis yang berwarna merah hati. *α-mangostin* (**1**) mungkin bertindak sebagai anti-kanker. Dalam penelitian yang telah dilaporkan, menggunakan tikus yang diinduksi benzapiren, zat pemicu kanker, sebagai kontrol positif dan tikus normal, tikus tanpa benzapiren, sebagai kontrol negatif. Hasilnya menunjukkan bahwa senyawa *α-mangostin* (**1**) yang telah diberikan bekerja dengan prinsip antioksidan, dimana *α-mangostin* (**1**) mendonasikan proton untuk menangkap benzapiren, yang membuat benzapiren menjadi senyawa non-radikal (Prasetiawati et al., 2019).

Sejumlah 6 senyawa yang bersifat anti-karsinogenik diantaranya *1-Isomangostin hydrate* (**38**), *3-Isomangostin hydrate* (**40**), *Euxanthone*, *BR-xanthone A* (**60**), *Garcimangosone B* (**50**),

Garcimangosone D. Terdapat enam senyawa turunan *xanthone* yang memiliki potensi untuk menghambat perkembangan enzim COX-2. Enzim COX-2, yang bertanggung jawab untuk mensintesis prostaglandin, diketahui memiliki hubungan dengan perkembangan kanker payudara, kanker payudara menyebabkan sintesis enzim COX-2 yang berlebihan. Penghambatan terhadap enzim COX-2 berpotensi untuk dikembangkan sebagai obat antikanker payudara (Himawan et al., 2018).

Dalam penelitian Amin et al., 2023 dilakukan uji terhadap 3 senyawa metabolit sekunder pada tanaman manggis yaitu *Toxyloxanthone* A, 8-*Deoxygartanin* (**28**), *Deimeithylcalabaxanthone* (**23**). Dihasilkan bahwa senyawa *Toxyloxanthone* A, 8-*Deoxygartanin*, *Deimeithylcalabaxanthone* (**23**) memiliki aktivitas lebih baik dari Native Ligand atau ligan pembanding. Berdasarkan beberapa pengujian senyawa *Toxyloxanthone* A (-80,53), 8-*Deoxygartanin* (-77,87), dan *Demethylcalabaxanthone* (-77,78), tetapi tidak lebih baik dari reseptor 1QKM, 6QGG. Ada satu kasus dalam pengujian Lipinski di mana senyawa 8-*deoxygartanin* tidak memenuhi kriteria Log P; kemudian, dalam farmakokinetik, beberapa tidak memenuhi, seperti senyawa 8-*deoxygartanin* bersifat toksik dalam pengujian toksisitas (**28**).

3.3.2. Antibakteri dan Antijamur

Penyakit dari infeksi *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *vancomycin-resistant Enterococci* (VRE) terus menerus mengalami peningkatan di seluruh dunia pada kehidupan manusia dan baru-baru ini menjadi masalah sangat serius yang terkait dengan imunitas dan kesehatan (Alekhshun & Levy, 2006). Pada penelitian Sakagami et al., 2005 telah meneliti 13 *xanthone* alami dan dua *xanthone* semi-sintetis dari manggis bertujuan untuk mengetahui efek penghambatannya terhadap *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). Dalam penelitiannya menghasilkan bahwa, α -*mangostin* (**1**) menunjukkan aktivitas anti-MRSA dalam kisaran *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) 1,57-2,5 $\mu\text{g} / \text{mL}$, dibandingkan dengan kontrol positif, vankomisin (3,13-6,25 $\mu\text{g} / \text{mL}$) (Iinuma et al., 1996). Selain itu juga senyawa α -*mangostin* (**1**) dengan adanya vankomisin menunjukkan aktivitas anti-MRSA tambahan yang tidak diamati dalam kasus senyawa uji lain. α -*mangostin* (**1**) diselidiki lebih lanjut pada aktivitas *vancomycin-resistant Enterococci* (VRE) dan efeknya dengan antibiotik (Sakagami et al., 2005). Dihasilkan bahwa α -*mangostin* menunjukkan adanya aktivitas terhadap lima strain VRE dan tiga strain VSE (*Vancomycin-Sensitive Enterococci*) dengan kisaran MIC, 3,13-6,25 $\mu\text{g} / \text{mL}$, dan menggunakan aktivitas anti-VRE secara sinergivitasnya dengan gentamisin.

Sejumlah 15 senyawa turunan *xanthone* dilakukan evaluasi untuk aktivitas antituberkulosis dalam uji *Mycobacterium tuberculosis* in vitro dan α -*mangostin* (**1**), β -*mangostin* (**2**), dan *garcinone* B (**46**) dihasilkan adanya efek penghambatan (MIC 6,25 μ g/mL untuk ketiga senyawa tersebut). Senyawa α -*mangostin* (**1**) juga telah menunjukkan efek penghambatan terhadap *Helicobacter pylori* dengan nilai MIC 1,56 μ g / mL.

Sebanyak 15 senyawa *xanthone* alami dan 9 senyawa turunan α -*mangostin* (**1**) diuji terhadap aktivitas antijamur pada tiga jamur, *Fusarium oxysporum vasinfectum*, *Alternaria tenuis*, dan *Dreschlera oryzae*. α -*mangostin* (**3**) menunjukkan adanya aktivitas antijamur yang paling tinggi terhadap tiga organisme uji yang digunakan dalam penelitian, ketika dievaluasi pada 1000 ppm (Gopalakrishnan et al., 1997).

3.3.3. Antioksidan

Kelebihan senyawa oksigen reaktif dan senyawa nitrogen reaktif telah diteliti berkaitan dengan berbagai penyakit termasuk kanker, gangguan kardiovaskular, diabetes melitus, peradangan, dan penyakit neurodegeneratif (Valko et al., 2007). Pada tahun 1994, beberapa konstituen antioksidan *xanthone* dari ekstrak manggis diidentifikasi sebagai α -*mangostin* (**1**) dan γ -*mangostin* (**3**) bersama dengan *epicatechin* (**62**), dan *procyanidin* A2 (**63**) dan B2 (**64**), dengan menggunakan metode *ferric thiocyanate* (**38**). Dalam penelitian yang dilakukan di laboratorium penulis di The Ohio State University, fraksinasi yang dipandu bioaktivitas dari kulit buah manggis, menggunakan uji pemulungan peroksinitrit, menghasilkan lima *xanthone* aktif (Yoshikawa et al., 1994). Dihasilkan lima *xanthone* aktif [*8-hydroxyxanthone* (**32**), *gartanin* (**30**), α -*mangostin* (**1**), γ -*mangostin* (**3**), dan *smeathxanthone* A (**44**)] dengan nilai IC₅₀ <10 μ M, dibandingkan dengan zat kontrol positif, DL-penisilin (IC₅₀ 7.4 μ M) (Jung et al., 2006). Di dalam konsentrasi tunggal, *epicatechin* (**62**), α -*mangostin* (**1**), dan γ -*mangostin* (**3**) menunjukkan aktivitas antioksidan yang berbeda dalam uji DPPH, pembersihan radikal hidroksil, pemisahan anion superoksida, dan uji tiosianat besi (Yu et al., 2007).

Pada penelitian lain, 16 *xanthone* diuji dalam uji penangkap radikal hidroksil dan ditemukan bahwa γ -*mangostin* (**3**) adalah yang paling aktif (IC₅₀ 0,2 μ g/mL) dari senyawa yang diuji dan lebih kuat daripada zat kontrol positif yang digunakan, vitamin C (asam askorbat) (IC₅₀ 0,4 μ g/mL) (Chin et al., 2008). Dilaporkan juga bahwa α -*mangostin* (**1**) menghambat perubahan oksidatif pada sistem oksidasi yang diinduksi oleh lipoprotein densitas rendah manusia Cu²⁺ (Williams et al., 1995). Selanjutnya, ditunjukkan bahwa α -*mangostin* (**1**) menunjukkan efek protektif pada peroksidasi lipid dan pada sistem pertahanan jaringan antioksidan terhadap infark miokard yang diinduksi isoproterenol

pada tikus (Sampath & Vijayaraghavan, 2007). Berdasarkan hal tersebut, terdapat bukti kuat dari penelitian ilmiah secara independen di beberapa literatur yang mendukung penggunaan ekstrak buah manggis sebagai antioksidan.

3.3.4. Anti-Malaria

Malaria merupakan salah satu dari jenis penyakit infeksi paling berbahaya bagi manusia, dan sudah ada lebih dari 80% kasus di dunia disebabkan oleh *Plasmodium falciparum*. α -mangostin (**1**) dan β -mangostin (**2**) dilaporkan memiliki daya hambat (IC_{50} 5,1 dan ca. 7 μ M, masing-masing) untuk pertumbuhan *P. falciparum* klon D6 (Riscoe et al., 2005). α -mangostin (**1**) ditinjau lebih lanjut pada galur FcM₂₉-Kamerun (resisten terhadap klorokuin) dan F₃₂ (peka terhadap klorokuin), dan ditemukan aktif pada kisaran 1,7-3,2 μ g/mL (Azebaze et al., 2006). Beberapa turunan yang telah dimodifikasi dibentuk berdasarkan kerangka α -mangostin (**1**). Dari senyawa tersebut, turunan *xanthone* dengan gugus alkil amina memberikan aktivitas penghambatan yang paling kuat terhadap *P. falciparum* dalam uji in vitro (Mahabusarakam et al., 2006).

3.3.5. Topoisomerase I dan II

Topoisomerase DNA menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan topologi replikasi DNA, transkripsi, rekombinasi, dan remodeling kromatin dengan menyisipkan pemutusan untai tunggal atau ganda sementara pada DNA. Beberapa enzim yang dikenal sebagai molekul target antikanker yaitu irinotecan dan topotecan (topoisomerase I), serta etoposide dan teniposide (topoisomerase II). Dari *xanthone* manggis, α -mangostin (**1**), β -mangostin (**2**), dan γ -mangostin (**3**) diketahui dapat menghambat topoisomerase I dan II, dan dari tiga *xanthone* manggis yang diuji, γ -mangostin (**3**) terbukti memiliki aktivitas inhibisi paling kuat (IC_{50} 5 μ g/mL) terhadap topoisomerase II jika dibanding dengan etoposide (IC_{50} 70 μ g/mL) (Tosa et al., 1997).

3.3.6. Anti Inflamasi

Ekstrak dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) menunjukkan aktivitas inhibisi terhadap α -amilase, penghambatan yang diketahui efektif dalam pengobatan atau pencegahan diabetes yang bergantung pada insulin. Senyawa yang berperan dalam hal ini adalah proanthocyanidins dengan analisis kolorimetri yang digabungkan dengan spektroskopi UV-tampak dan IR (Loo & Huang, 2007). Selain itu, ekstrak dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dapat juga bermanfaat menjadi agen tambahan dalam mengatasi bau mulut, tetapi tidak ada kandungan aktif yang dapat diidentifikasi (Rassameemasmaung et al., 2007).

3.3.7. HIV-1 Protease dan Reverse Transkriptase

HIV-1 merupakan penyebab penyakit AIDS (acquired immunodeficiency syndrome). Beberapa obat yang digunakan dalam kemoterapi kombinasi anti-HIV-1 saat ini, disebut sebagai *Highly Active Antiretroviral Therapy* (HAART), berfungsi menghambat protease HIV-1, bertanggung jawab atas pemrosesan protein struktural virus, dan transkriptase balik HIV-1, yang menyalin RNA genom untuk mengintegrasikan ke dalam DNA inang. Kedua enzim ini sangat penting untuk replikasi virus (Muhanni & Hunter, 2007). Fraksinasi yang dipandu aktivitas *G. mangostana* berdasarkan uji penghambatan protease HIV-1 menghasilkan dua senyawa aktif, α -mangostin (**1**) dan γ -mangostin (**3**), yang masing-masing memberikan nilai IC₅₀ sebesar 5,1 dan 4,8 μ M secara non-kompetitif (Chen et al., 1996). Dalam uji inhibisi transkriptase balik HIV-1 rekombinan, dari enam isolat yang diuji, β -mangostin (**2**) dan *epicatechin* (**62**) masing-masing menunjukkan efek penghambatan yang lemah (42% dan 48% pada 200 μ g / mL)(Cui et al., 2010).

4. KESIMPULAN

Artikel ini berusaha menghimpun semua informasi ilmiah berkaitan dengan aspek fitokimia dan sifat biologis dari senyawa metabolit sekunder hasil isolasi dari tumbuhan manggis dengan nama botani *G. mangostana*. Dari hasil kajian fitokimia, terdapat lebih dari 86 metabolit sekunder dari tanaman manggis sejauh diantaranya *xanthone*, flavonoid, triterpenoid, benzofenon, bifenil, pirol, dan benzofuran. Senyawa *xanthone* banyak ditemukan pada berbagai spesies *Garcinia*, termasuk tiga yang paling dikenal yaitu manggis (*G. mangostana*), brindle berry (*G. gummi-gutta*), dan kokum (*G. indica*). Beberapa senyawa yang berhasil diisolasi telah diuji aktivitas biologisnya menggunakan berbagai metode, meliputi efek sitotoksik, antibakteri, antijamur, antioksidan, antimalaria, penghambatan enzim Topoisomerase I dan II, antiinflamasi, serta aktivitas terhadap protease HIV-1 dan reverse transcriptase. Turunan α -, β -, dan γ -mangostin yang terdapat pada manggis diketahui memiliki beragam aktivitas biologis, seperti sebagai antioksidan, antiinflamasi, antikanker, serta antimikroba, termasuk aktivitas melawan jamur. Manggis (*G. mangostana*) juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap MRSA dan VRE. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa beberapa senyawa tersebut mempunyai potensi yang besar. Namun diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk memperjelas hasil penelitian ini dan memanfaatkan tanaman ini yaitu manggis (*G. mangostana*) sebagai sumber bahan kimia yang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alekshun, M. N., & Levy, S. B. (2006). Commensals upon us. *Biochemical Pharmacology*, 71(7), 893–900. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2005.12.040>
- Amin, S., Aryanti, R., & Aprilia, A. Y. (2023). Studi In Silico Senyawa yang Terkandung dalam Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Sebagai Antikanker Payudara. *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, 3. <https://ejurnal.universitas-bth.ac.id/index.php/PSNDPV3/article/view/1162>
- Anantachoke, N., Tuchinda, P., Kuhakarn, C., Pohmakotr, M., & Reutrakul, V. (2012). Prenylated caged xanthenes: Chemistry and biology. *Pharmaceutical Biology*, 50(1), 78–91. <https://doi.org/10.3109/13880209.2011.636176>
- Azebaze, A. G. B., Meyer, M., Valentin, A., Nguemfo, E. L., Fomum, Z. T., & Nkengfack, A. E. (2006). Prenylated Xanthone Derivatives with Antiplasmodial Activity from *Allanblackia monticola* Staner L.C. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 54(1), 111–113. <https://doi.org/10.1248/cpb.54.111>
- Chen, S. X., Wan, M., & Loh, B. N. (1996). Active Constituents against HIV-1 Protease from *Garcinia mangostana*. *Planta Medica*, 62(4), 381–382. <https://doi.org/10.1055/s-2006-957916>
- Chin, Y. W., Jung, H. A., Chai, H., Keller, W. J., & Kinghorn, A. D. (2008). Xanthenes with Quinone Reductase-Inducing Activity from the Fruits of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *Phytochemistry*, 69(3), 754–758. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.023>
- Cui, J., Hu, W., Cai, Z., Liu, Y., Li, S., Tao, W., & Xiang, H. (2010). New Medicinal Properties of mangostins: Analgesic Activity and Pharmacological Characterization of Active Ingredients from the Fruit Hull of *Garcinia mangostana* L. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 95(2), 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2009.12.021>
- Farnsworth, N. R., & Bunyaphatsara, N. (1992). *Thai Medicinal Plants Recommended for Primary Health Care System*. Mahidol University.
- Gopalakrishnan, G., Banumathi, B., & Suresh, G. (1997). Evaluation of the Antifungal Activity of Natural Xanthenes from *Garcinia mangostana* and Their Synthetic Serivatives. *Journal of Natural Products*, 60(5), 519–524. <https://doi.org/10.1021/np970165u>
- Gutierrez-Orozco, F., & Failla, M. L. (2013). Biological Activities and Bioavailability of mangosteen xanthenes: A Critical Review of the Current Evidence. *Nutrients*, 5(8), 3163–3183. <https://doi.org/10.3390/nu5083163>
- Heyne, K. (1987). Tumbuhan berguna Indonesia III. In *Yayasan Sarana Wana Jaya Jakarta*. Yayasan Sarana Wana Jaya Jakarta.

- Himawan, H. C., Sulastri, L., & Vernando, V. (2018). Penambatan Molekuler Senyawa Xanton pada Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L.) dengan Enzim Cox-2 sebagai Kandidat Antikanker Payudara. *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 3(1), 34–42. <https://doi.org/10.47219/ath.v3i1.28>
- Iinuma, M., Tosa, H., Tanaka, T., Asai, F., Kobayashi, Y., Shimano, R., & Miyauchi, K. I. (1996). Antibacterial Activity of Xanthones from Guttiferae Plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 48(8), 861–865. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1996.tb03988.x>
- Jung, H. A., Su, B. N., Keller, W. J., Mehta, R. G., & Kinghorn, A. D. (2006). Antioxidant Xanthones from the Pericarp of *Garcinia mangostana* (Mangosteen). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2077. <https://doi.org/10.1021/jf052649z>
- Loo, A. E. K., & Huang, D. (2007). Assay-guided Fractionation Study of α -amylase Inhibitors from *Garcinia mangostana* pericarp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(24), 9805–9810. <https://doi.org/10.1021/jf071500f>
- Mahabusarakam, W., Kuaha, K., Wilairat, P., & Taylor, W. C. (2006). Prenylated Xanthones as Potential Antiplasmodial Substances. *Planta Medica*, 72(10), 912–916. <https://doi.org/10.1055/s-2006-947190>
- Moongkarndi, P., Kosem, N., Kaslungka, S., Luanratana, O., Pongpan, N., & Neungton, N. (2004). Antiproliferation, Antioxidation and Induction of Apoptosis by *Garcinia mangostana* (mangosteen) on SKBR3 Human Breast Cancer Cell Line. *Journal of Ethnopharmacology*, 90(1), 90–161. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.09.048>
- Muhanji, C., & Hunter, R. (2007). Current Developments in the Synthesis and Biological Activity of HIV-1 Double-Drug Inhibitors. *Current Medicinal Chemistry*, 14(11), 1207–1220. <https://doi.org/10.2174/092986707780597952>
- Mursyidin, D. H., & Maulana, F. N. (2020). Keragaman dan Kekerabatan Genetik *Garcinia* berdasarkan Kandungan Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Biologisnya: Kajian In Silico. *Berita Biologi*, 19(3A). <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v19i3a.3862>
- Murthy, H. N., Dandin, V. S., Dalawai, D., Park, S. Y., & Paek, K. Y. (2018). Breeding of *Garcinia* spp. In *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits* (Vol. 3, pp. 773–809). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7_19
- Prasetiawati, R., Permana, B., Soni, D., & Agung, S. N. (2019). Molecular Docking Study of Xanthone Derivative Compounds of Mangosteen Rind (*Garcinia mangostana* L.) to ER- α (Estrogen Receptor Alfa) and ER - β (Estrogen Receptor Beta) as Anti-Breast Cancer. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, www.journal.uniga.ac.id

- 10(1), 45–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.52434/jfb.v9i1.642>
- Putra, S. R. (2011). *Manggis Pembasmi Kanker*. Diva Press.
- Qosim, W. A. (2007). *Kulit Buah Manggis Sebagai Antioksidan*. Lembaga Pengabdian Masyarakat (LPM) Universitas Padjajaran.
- Rahmayanti, F., Suniarti, D. F., Masúd, Z. A., Bachtiar, B. M., Wimardhani, Y. S., & Subita, G. P. (2016). Ethyl Acetate Fraction of *garcinia mangostana*-linn pericarp extract: Anti - *Candida albicans* and epithelial cytotoxicity. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(1), 335– 338. <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ajpcr/article/view/10088>
- Rassameemasmaung, S., Sirikulsathean, A., Amornchat, C., Hirunrat, K., Rojanapanthu, P., & Gritsanapan, W. (2007). Effects of Herbal Mouthwash Containing the Pericarp Extract of *Garcinia mangostana* L on Halitosis, Plaque and Papillary Bleeding Index. *Journal of the International Academy of Periodontology*, 9(1), 19–25. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17274236/>
- Riscoe, M., Kelly, J. X., & Winter, R. (2005). Xanthenes as Antimalarial Agents: Discovery, Mode of Action, and Optimization. *Current Medicinal Chemistry*, 12(21), 2539–2549. <https://doi.org/10.2174/092986705774370709>
- Ruan, J., Zheng, C., Liu, Y., Qu, L., Yu, H., Han, L., Zhang, Y., & Wang, T. (2017). Chemical and Biological Research on Herbal Medicines Rich in Xanthenes. *Molecules*, 22(10), 1–19. <https://doi.org/10.3390/molecules22101698>
- Sakagami, Y., Iinuma, M., Piyasena, K. G. N. P., & Dharmaratne, H. R. W. (2005). Antibacterial Activity of α -mangostin against Vancomycin Resistant Enterococci (VRE) and Synergism with Antibiotics. *Phytomedicine*, 12(3), 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2003.09.012>
- Sampath, P. D., & Vijayaraghavan, K. (2007). Cardioprotective Effect of α -mangostin, a Xanthone Derivative from Mangosteen on Tissue Defense System against Isoproterenol-Induced Myocardial Infarction in Rats. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 21(6), 336–339. <https://doi.org/10.1002/jbt.20199>
- Shabella, R. (2011). *Terapi Kulit Manggis*. Galmas.
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastira, I. W. (2017). Aplikasi Gelombang Ultrasonik Untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksidan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknikhan Pertanian*, 5(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.19028/jtep.05.2.%25p>
- Sinaga, S., Sobir, S., Poerwanto, R., Aswidinnoor, H., & Duryadi, D. (2012). Genetic Diversity and the Relationship Between the Indonesian Mangosteen (*Garcinia Mangostana*) and the Related Species using Isozyme Markers. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(1), 53–58. <https://doi.org/10.31258/jnat.13.1.53->
www.journal.uniga.ac.id

- Tosa, H., Inuma, M., Tanaka, T., Nozaki, H., Ikeda, S., Tsutsui, K., Tsutsui, K., Yamada, M., & Fujimori, S. (1997). Inhibitory Activity of Xanthone Derivatives Isolated from Some Guttiferaeous Plants Against DNA Topoisomerases I and II. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45(2), 418–420. <https://doi.org/10.1248/cpb.45.418>
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free Radicals and Antioxidants in Normal Physiological Functions and Human Disease. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 39(1), 44–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Weecharangsarn, W., Opanasopit, P., Ngawhirunpat, T., Rojanarata, T., & Apirakaramwong, A. (2006). Chitosan Lactate as a Nonviral Gene Delivery Vector in COS-1 Cells. *AAPS PharmSciTech*, 7(3), 74–79. <https://doi.org/10.1208/pt070366>
- Williams, P., Ongsakul, M., Proudfoot, J., Croft, K., & Beilin, L. (1995). Mangostin Inhibits the Oxidative Modification of Human Low Density Lipoprotein. *Free Radical Research*, 23(2), 175–184. <https://doi.org/10.3109/10715769509064030>
- Yates, P., & Stout, G. H. (1958). The Structure of Mangostin. *Journal of the American Chemical Society*, 80(7), 1691.
- Yoshikawa, M., Harada, E., Miki, A., Tsukamoto, K., Si Qian Liang, Yamahara, J., & Murakami, N. (1994). Antioxidant Constituents from the Fruit Hulls of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Originating in Vietnam. *Yakugaku Zasshi*, 114(2), 129–133. https://doi.org/10.1248/yakushi1947.114.2_129
- Yu, L., Zhao, M., Yang, B., Zhao, Q., & Jiang, Y. (2007). Phenolics from Hull of *Garcinia mangostana* Fruit and Their Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 104(1), 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.018>