

STUDI LITERATUR : POTENSI ANTIKANKER EKSTRAK KULIT MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)

Najwa Adiva Faiza Setyawan, Vriezka Mierza
(Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Singaperbangsa
Karawang)

Abstract

Cancer is a leading cause of death worldwide. Cancer therapy methods such as surgery, radiotherapy, and chemotherapy often cause serious side effects. Active compounds derived from natural sources are considered a promising alternative in the search for new anticancer agents because they are believed to have minimal adverse effects. This study aims to scientifically examine the anticancer potential of mangosteen peel extract. A systematic literature review was conducted using the PubMed database. The search was restricted to articles published between 2015 and 2025, and article selection followed predefined inclusion and exclusion criteria. The inclusion criteria consisted of original full-text research articles written in English that investigated mangosteen peel extract or xanthone compounds in relation to anticancer activity. Articles were excluded if they were not original studies, not full text, not written in English, published before 2015, or did not examine the anticancer activity of mangosteen peel. A total of 440 articles were identified, and 9 studies met the inclusion criteria. The results of the literature review show that mangosteen peel extract has demonstrated anticancer potential against cervical, ovarian, liver, lung, tongue, oral cavity, and glioma cancer cells. Conclusion: Mangosteen peel extract contains xanthones with strong anticancer potential via apoptosis induction, proliferation inhibition, and promising development as natural therapy.

Keywords: *Garcinia mangostana*; mangosteen peel; anticancer.

Abstrak

Kanker merupakan penyebab utama kematian di seluruh dunia. Metode terapi kanker seperti operasi, radioterapi, dan kemoterapi memiliki efek samping yang serius. Senyawa aktif berbahan alam menjadi salah satu alternatif dalam pencarian agen antikanker baru karena dipercaya memiliki efek samping minimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara ilmiah potensi ekstrak kulit manggis sebagai antikanker. Studi ini dilakukan menggunakan metode systematic literature review dari database PubMed. Pencarian artikel dibatasi pada tahun publikasi 2015–2025 dan dilakukan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi, yaitu artikel penelitian asli (full text), berbahasa Inggris, serta mengevaluasi ekstrak kulit manggis atau senyawa xanthone terkait aktivitas antikanker. Artikel dikeluarkan apabila tidak memenuhi kriteria tersebut, seperti bukan penelitian asli, tidak full text, tidak berbahasa Inggris, terbit sebelum 2015, atau tidak meneliti aktivitas antikanker dari kulit manggis. Dari database diperoleh 440 artikel untuk diskriminasi, dan 9 artikel memenuhi kriteria inklusi. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis terbukti memiliki potensi sebagai antikanker serviks, ovarium, liver, paru, lidah, rongga mulut, dan glioma. Kesimpulan : Ekstrak kulit manggis mengandung xanthone berpotensi antikanker kuat melalui apoptosis, inhibisi proliferasi, dan layak dikembangkan sebagai terapi alami lebih lanjut.

Kata Kunci: *Garcinia mangostana*; kulit manggis; antikanker

PENDAHULUAN

Kanker merupakan pertumbuhan sel abnormal yang tidak terkendali di dalam tubuh¹. Kanker adalah penyebab utama kematian di seluruh dunia. Lebih dari 70% kematian akibat kanker terjadi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah². Terdapat lebih dari 408.661 kasus baru dan hampir 242.099 kematian di Indonesia pada tahun 2022, dengan jumlah kematian tertinggi diakibatkan oleh kanker payudara, kanker leher rahim dan kanker paru³. Operasi, kemoterapi dan radioterapi dianggap sebagai metode pengobatan kanker yang paling umum, meskipun semua metode pengobatan ini tidak selalu berguna dan hasil klinisnya tidak dapat diterima, kemoterapi dan radioterapi merupakan metode pengobatan kanker yang sangat efektif¹. Masalah yang muncul seperti metastasis, resistensi obat dan toksisitas. Pengobatan alternatif yang efektif, efisien, hemat biaya dan biokompatibel sangat dibutuhkan. Obat antikanker yang berasal dari bahan alami merupakan pilihan. Obat ini muncul sebagai kandidat yang menjanjikan untuk terapi antikanker dengan menargetkan berbagai jalur persinyalan.⁴ Senyawa aktif tanaman herbal merupakan alternatif dalam pencarian antikanker baru karena dipercaya memiliki efek samping minimal⁵.

Obat herbal menunjukkan spektrum luas khasiat antikanker yang ampuh, termasuk peningkatan respons imun tumor, pembalikan resistensi multiobat, regulasi autofagi dan ferroptosis, serta efek antiproliferatif, proapoptotik, dan antimetastasis⁶. Komponen golongan senyawa kimia memberikan aktivitas antikankernya melalui sejumlah mekanisme termasuk modulasi jalur pensinyalan sel, induksi apoptosis, pencegahan perubahan epigenetik, penangkapan siklus sel dan kerusakan DNA. Agen kemopreventif juga dilaporkan memberikan efek perlindungannya dengan mencegah pembentukan spesies karsinogenik atau memblokir interaksi karsinogen dengan biomolekul, sehingga menghambat pembentukan tumor⁷. Penelitian tentang perancangan dan pengembangan obat antikanker merupakan kebutuhan yang mendesak, karena banyaknya penderitaan manusia dan jumlah kasus kematian yang tidak dapat dihentikan hingga ditemukannya obat antikanker yang aktif, selektif, dan efisien. Hingga saat ini, lebih dari 85% senyawa bioaktif baru terdiri dari struktur heterosiklik. Diantara senyawa heterosiklik tersebut, ratusan turunan xanthone telah diisolasi, disintesis, dan dievaluasi sebagai agen antikanker⁸.

Salah satu tanaman asli Indonesia yang mengandung xanthone adalah manggis⁹. Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan buah tropis dari keluarga Clusiaceae, merupakan tanaman asli Asia Tenggara. *Garcinia mangostana* ditemukan secara alami di Malaysia, Indonesia, Thailand, Myanmar, Sri Lanka, India dan Filipina. Manggis (*Garcinia mangostana* L.) mengandung beragam kandungan kimia yang luar biasa di berbagai bagiannya, seperti daun, kulit kayu, dan buah. Komponen golongan senyawa kimia utama manggis yaitu meliputi senyawa fenolik, termasuk xanton, prosianidin, flavonoid dan antosianin¹⁰.

Dibandingkan dengan bagian daging buah, bagian kulit terbukti mengandung kadar senyawa polifenol seperti xanton, antosianin, dan tanin 10 kali lebih tinggi, serta aktivitas antioksidan 20 kali lebih tinggi ¹¹. Skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis segar hasil maserasi etanol 95% mengandung senyawa golongan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, polifenol, steroid dan triterpenoid ¹². Aktivitas biologis kulit manggis, termasuk antioksidasi, antikanker, anti-inflamasi, anti-diabetes dan perlindungan kardiovaskular, telah terdokumentasi dengan baik, yang dapat dikaitkan dengan keberadaan xanthone dan antosianin ¹³. Xanthone merupakan sub golongan senyawa polifenol yang banyak terdapat pada kulit manggis. Xanthone utama dalam kulit manggis adalah α -mangostin (69,01%) diikuti oleh γ -mangostin (17,86%). Senyawa xanthone minor (13,13%) meliputi gartanin, 8-deoxygartanin, garcinon E, 1,7-dihydroxy-3-methoxy-2-(3-methylbut-2-enyl) xanthone, dan 1,3,7-tri-hydroxy-2,8-di (3-methylbut-2-enyl)-xanthone ¹⁴. Kulit manggis mengandung xanthone yang sudah diteliti sebagai antikanker berbahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara ilmiah potensi ekstrak kulit manggis sebagai antikanker.

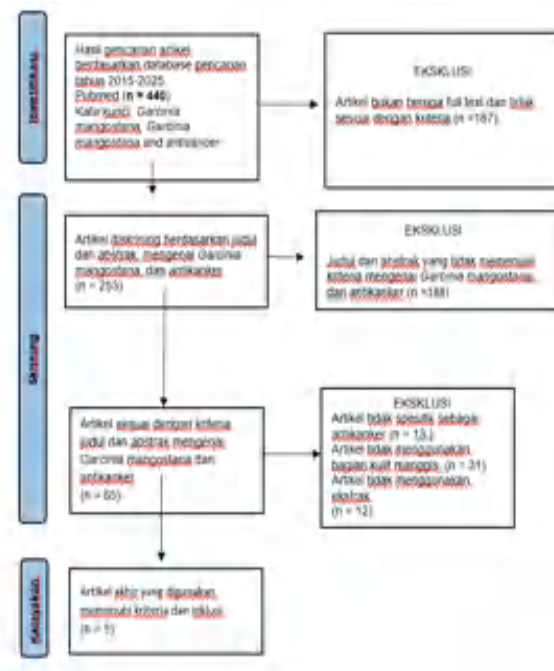
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan studi literatur komprehensif yang berfokus pada publikasi ilmiah bereputasi. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data PubMed dengan menggunakan kata kunci ("*Garcinia mangostana*") and ("*Garcinia mangostana* and anticancer"). Seleksi artikel dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yaitu jenis penelitian, tahun publikasi dalam rentang 2015-2025, relevansi dengan topik kajian. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria kemudian dianalisis lebih lanjut untuk menelaah metodologi, hasil penelitian dan kesimpulan yang disajikan.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Tema	Studi yang mengevaluasi ekstrak kulit manggis untuk aktivitas antikanker.	Bukan studi yang mengevaluasi ekstrak kulit manggis dan tidak berfokus pada aktivitas antikanker.
Sasaran	Senyawa-senyawa yang terdapat dalam ekstrak kulit manggis yang berkontribusi terhadap aktivitas antikanker	Tidak menitikberatkan pembahasan pada senyawa antikanker yang terkandung dalam ekstrak kulit manggis
Jenis Artikel	Merupakan research artikel asli dan berupa full text	Bukan merupakan research artikel asli dan bukan full text
Rentang Waktu	Rentang tahun publikasi yang ditentukan dibatasi pada 10 tahun terakhir yaitu antara tahun 2015 sampai tahun 2025	Rentang waktu penerbitan jurnal atau artikel diatas 10 tahun terakhir
Bahasa	Menggunakan artikel berbahasa Inggris	Tidak menggunakan artikel berbahasa Inggris

Tahapan penyaringan literatur mengacu pada metode *Preferred Reporting Items for Systematic Review* (PRISMA) dengan alur sebagai berikut:



Gambar 1. Prisma Flow Diagram

Melalui penerapan metode PRISMA, pencarian literatur pada basis data PubMed berhasil mengidentifikasi 440 jurnal. Pada tahap seleksi awal, dilakukan skrining berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sebanyak 65 jurnal yang lolos penyaringan awal kemudian dianalisis lebih lanjut berdasarkan judul dan abstrak. Diperoleh 9 artikel yang memenuhi kriteria inklusi untuk dilakukan studi literatur.

HASIL PENELITIAN

Tabel 2. Data Hasil Potensi Antikanker Ekstrak Kulit Manggis.

No	Peneliti	Perlakuan		Jenis Sel Kanker	Hasil
		Identifikasi Senyawa	Metode Uji Antikanker		
1.	Tangsuksan et al. (2021)	Mengidentifikasi senyawa α -Mangostin menggunakan senyawa komersial	MTT assay	SCC25 (karsinoma sel skuamosa oral)	α -Mangostin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis terbukti efektif menghambat pertumbuhan sel kanker yang menunjukkan aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker mulut SCC25 dengan IC_{50} 152,5 μ g/ml.l

2.	Huang Xu et al. (2017)	Mengidentifikasi Senyawa Garcinone E dan α -Mangostin menggunakan senyawa komersial	MTT assay, LDH assay, Hoechst staining, Annexin-V/PI, JC-1, Western Blot	HEY, A2780, A2780/Taxol (Kanker ovarium)	Garcinone E dan α -Mangostin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis terbukti efektif menghambat sel kanker yang menampilkan potensi lebih kuat dengan nilai IC_{50} 2,91-3,55 μ M pada sel kanker ovarium, termasuk sel yang resisten terhadap paclitaxel.
3.	Nittayananta et al. (2024)	Mengidentifikasi α -Mangostin dari senyawa komersial	MTT Assay	SCC25 (Kanker rongga mulut)	α -Mangostin 75% yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis menggunakan formulasi α -MG 1% dalam gel orabase menunjukkan kemampuan menginduksi apoptosis pada sel SCC25
4.	Zhang et al. (2018)	Mengidentifikasi senyawa α -Mangostin menggunakan senyawa komersial	MTT Assay, Annexin V/PI, ROS assay (DCF-DA), Boyden migration, Western blot	Sel kanker paru tipe A549	α -Mangostin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis menunjukkan IC_{50} A549 = 10 μ M dapat menginduksi apoptosis pada sel kanker paru-paru non sel kecil A549
5.	Lee et al. (2016)	Mengidentifikasi senyawa α -Mangostin dari senyawa komersial	MTT Assay, DAPI staining, Annexin V/PI, Cell cycle, Western blot, Xenograft	Sel Kanker Lidah YD-15	α -Mangostin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis terbukti mampu menurunkan sel kanker YD-15 yang hidup dan meningkatkan apoptosis secara signifikan

6.	Scolamiero et al. (2018)	Mengidentifikasi senyawa α -Mangostin menggunakan senyawa komersial	Resazurin assay, APH assay, Live/Dead staining, 3D spheroid assay, Migration test	Sel Kanker Payudara MCTS	α -Mangostin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis memiliki aktivitas sitotoksik yang kuat terhadap MCTS dengan nilai IC50 sangat rendah, yaitu 0.70–1.25 $\mu\text{g/mL}$, yang menandakan potensi antikanker yang tinggi.
7.	Luo et al. (2017)	Mengidentifikasi senyawa Gartanin menggunakan HPLC	MTT Assay, LDH, DAPI, Western blot, Colony assay, Zymography	Sel Kanker Otak (glioma)	Gartanin yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis memiliki aktivitas antikanker yang tinggi pada sel kanker otak jenis T98G dan U87
8.	Li et al. (2023)	Mengidentifikasi senyawa xanthone menggunakan UPLC/MS-MS	MTT Assay, Cell cycle, Caspase assay	Sel Kanker Hati HepG2	Senyawa xanthone yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis yang dibuat dalam nanoemulsi menunjukkan aktivitas antikanker yang lebih kuat pada sel kanker hati HepG2 dibanding ekstrak biasa, dibuktikan dengan nilai IC50 = 5.78 $\mu\text{g/mL}$ yang jauh lebih rendah
9.	Janardhanan et al. (2020)	Mengidentifikasi senyawa xanthone menggunakan skrining fitokimia	MTT Assay, TUNEL, Annexin V/PI, Western blot	Sel kanker H357 dan HeLa	Senyawa xanthone yang diperoleh dari ekstrak kulit manggis memiliki aktivitas sitotoksik yang kuat terhadap sel H357 (kanker mulut) dan HeLa (kanker serviks).

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang disajikan dalam Tabel 2, semua studi literatur yang ditinjau menunjukkan bahwa kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan senyawa turunannya memiliki potensi antikanker yang konsisten pada berbagai jenis sel kanker. Penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama: penggunaan ekstrak kulit manggis mentah dan isolasi senyawa aktif, terutama anggota kelompok xanthone seperti α -mangostin, garcinone E, dan gartanin. Beberapa studi lebih lanjut mengembangkan formulasi baru, termasuk nanoemulsi, gel oral, dan film mucoadhesif, untuk meningkatkan efek antiproliferatif. Secara keseluruhan, hanya sedikit studi yang secara eksplisit menggambarkan metode ekstraksi yang digunakan. Sebagian besar studi menggunakan senyawa standar atau ekstrak yang tersedia secara komersial tanpa menjelaskan prosedur ekstraksi secara rinci. Janardhanan et al.¹⁵ secara jelas melaporkan ekstraksi etanol dari kulit manggis, sementara Li et al.¹¹ memberikan deskripsi rinci tentang ekstraksi metanol dan karakterisasi fraksi xanthon dan antosianin menggunakan UPLC–MS/MS. Hal ini sejalan dengan temuan yang tercantum dalam tabel, yang menunjukkan bahwa studi-studi analitis terbaru lebih menekankan pada karakterisasi senyawa, sedangkan studi-studi yang berorientasi biologis seringkali mengandalkan senyawa murni yang tersedia secara komersial.

Ketika dibandingkan berdasarkan jenis bahan yang diuji, efektivitas antikanker bervariasi. Studi yang menggunakan ekstrak kasar, seperti penelitian Janardhanan et al.¹⁵ menunjukkan penghambatan viabilitas sel kanker yang bergantung pada dosis, terutama melalui induksi apoptosis, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan ekspresi Bax dan caspase serta penurunan tingkat Bcl-2. Ekstrak kasar umumnya menunjukkan nilai IC_{50} yang lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa yang telah dimurnikan, menunjukkan bahwa xanthone yang diisolasi lebih poten daripada ekstrak utuh. Di sisi lain, studi yang menggunakan senyawa murni, seperti garcinone E¹⁶ dan gartanin¹⁷, menunjukkan aktivitas yang jauh lebih kuat. Garcinone E menunjukkan efek antiproliferatif yang kuat terhadap sel kanker ovarium (HEY, A2780) dan menghambat migrasi serta invasi dengan menurunkan ekspresi MMP-2 dan MMP-9¹⁶. Gartanin, di sisi lain, menimbulkan toksisitas yang kuat pada sel glioma T98G dengan memicu autofagi dan menghambat jalur MAPK, menunjukkan bahwa setiap xanthone memiliki mekanisme aksi yang berbeda berdasarkan strukturnya¹⁷.

Salah satu temuan terkuat dalam tabel hasil berkaitan dengan α -mangostin, yang diteliti dalam enam studi. Data yang dikompilasi menunjukkan bahwa α -mangostin menunjukkan efek antikanker yang kuat pada model 2D dan 3D, serta pada berbagai jenis kanker, termasuk kanker payudara¹⁸, kanker paru-paru A549¹⁹, kanker lidah YD-15²⁰, dan kanker rongga mulut SCC-25^{21,22}. Nilai IC_{50} yang sangat rendah yang diamati pada model 3D MCTS (0,70–1,25 μ g/mL) menunjukkan bahwa struktur tumor 3D sangat responsif terhadap α -mangostin,

mengindikasikan potensi kuat untuk mengatasi resistensi tumor dalam lingkungan biologis yang kompleks¹⁸.

Selain itu, inovasi formulasi seperti nanoemulsi xanthone¹¹ menunjukkan aktivitas antikanker yang lebih tinggi dibandingkan dengan xanthone murni. Seperti yang tercantum dalam tabel, nanoemulsi memiliki nilai IC₅₀ yang lebih rendah (5,78 µg/mL) dibandingkan dengan xanthone murni (6,23 µg/mL), menunjukkan penetrasi seluler yang lebih baik dan induksi apoptosis yang lebih kuat¹¹. Selain itu, formulasi α-mangostin seperti gel oral dan film mucoadhesive^{21,22} secara efektif menghambat pertumbuhan sel kanker mulut SCC-25, mendukung potensi sistem pengiriman topikal untuk terapi kanker mulut lokal.

Meskipun studi ini telah mengumpulkan berbagai penelitian mengenai aktivitas antikanker ekstrak kulit manggis, pembahasan yang ada belum sepenuhnya mengaitkan temuan antar studi secara komprehensif. Perbandingan efektivitas senyawa seperti α-mangostin, garcinone E, dan gartanin pada berbagai jenis sel kanker belum dideskripsikan secara integratif sehingga hubungan antara konsistensi temuan antar penelitian belum terlihat jelas⁵. Selain itu, mekanisme antikanker yang disampaikan masih bersifat umum dan belum mendalami jalur molekuler spesifik, padahal beberapa penelitian lokal telah menekankan pentingnya pemahaman mekanisme apoptosis, sitotoksitas, serta aktivitas penghambatan proliferasi yang dimediasi oleh senyawa xanthone⁹. Pembahasan yang lebih rinci mengenai mekanisme tersebut akan memperkuat argumen ilmiah mengenai potensi ekstrak kulit manggis sebagai kandidat terapi antikanker berbahan alami.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan studi literatur yang ditinjau, ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan senyawa xanthone yang diisolasi, secara konsisten menunjukkan potensi antikanker yang kuat pada berbagai jenis sel kanker. Temuan penelitian menunjukkan bahwa senyawa xanthone yang dimurnikan dan formulasi baru umumnya menunjukkan potensi antikanker yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kasar. Secara keseluruhan, bukti menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis dan senyawa xanthonnya memiliki potensi besar untuk pengembangan lebih lanjut sebagai agen antikanker berbasis alami. Penelitian yang berkelanjutan tentang potensi ekstrak kulit manggis sebagai agen antikanker perlu dilakukan termasuk evaluasi in vivo dan klinis yang lebih komprehensif. Kesimpulan penelitian ini adalah Ekstrak kulit manggis kaya xanthone berpotensi antikanker kuat, lebih efektif dalam bentuk murni. Disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan in vivo serta uji klinik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Safarzadeh E, Shotorbani SS, Baradaran B. Herbal Medicine as Inducers of Apoptosis in Cancer Treatment. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*. 2014;4(Suppl 1):421–7
2. Zhang K-J, Gu Q-L, Yang K, Ming X-J, Wang J-X. Anticarcinogenic Effects of α -Mangostin: A Review. *Planta Medica*. 2017;83(3/4):188–202.
3. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Laversanne M, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Soerjomataram I, Bray F. Global Cancer Observatory: Cancer Today (Indonesia Fact Sheet) (GLOBOCAN 2022). International Agency for Research on Cancer; 2024. Tersedia dari <https://gco.iarc.who.int/today>
4. Herdiana Y, Wathoni N, Shamsuddin S, Muchtaridi M. α -Mangostin Nanoparticles Cytotoxicity and Cell Death Modalities in Breast Cancer Cell Lines. *Molecules*. 2021;26(17):5119.
5. Zafriat RM, Amalia R. ARTIKEL TINJAUAN: ANTI KANKER DARI TANAMAN HERBAL. *Farmaka*. 2018;16(1 Suplemen):15.
6. Cui D, Zhang C, Zhang L, Zheng J, Wang J, He L, Jin H, Kang Q, Zhang Y, Li N, Sun Z, Zheng W, Wei J, Zhang S, Feng Y, Tan W, Zhong Z. Natural anti-cancer products: insights from herbal medicine. *Chinese Medicine*. 2025;20(82).
7. Ayaz M, Nawaz A, Ahmad S, Mosa OF, Hamboon AE, Khalifa MA, Sadiq A, Ullah F, Wadood A, Kabra A, Murthy HCA. Mekanisme Antikanker yang Mendasari dan Kombinasi Sinergis Fitokimia dengan Kemoterapi Kanker: Potensi Manfaat dan Risiko. *Journal Kualitas Pangan*. 2022;2022(1):Artikel 1189034.
8. Kurniawan YS, Priyanga KTA, Jumina, Pranowo HD, Sholikhah EN, Zulkarnain AK, Fatimi HA, Julianus J. An Update on the Anticancer Activity of Xanthone Derivatives: A Review. *Pharmaceuticals*. 2021;14(11):1144.
9. Dewi TK, Lusiana, Adiwijaya HD, Maulani NW, Purnama V, Ernawan D, Athiroh N, Djuniwati R, Sugianto A. Sosialisasi Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Kemandirian Kesehatan Masyarakat melalui Pengolahan Kulit Manggis. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2023;4(4):3597–603.
10. Kalick LS, Khan HA, Maung E, Baez Y, Atkinson AN, Wallace CE, Day F, Delgadillo BE, Mondal A, Watanapokasin R, Barbalho SM, Bishayee A. Mangosteen for malignancy prevention and intervention: Current evidence, molecular mechanisms, and future perspectives. *Pharmacological Research*. 2023;188:Artikel 106630.
11. Li R, Inbaraj BS, Chen B-H. Quantification of Xanthone and Anthocyanin in Mangosteen Peel by UPLC-MS/MS and Preparation of Nanoemulsions for Studying Their Inhibition Effects on Liver Cancer Cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023;24(4):3934

12. Puspitasari L, Swastini DA, Arisanti CIA. Skrining fitokimia ekstrak etanol 95% kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). Jurnal Farmasi Udayana. 2013.
13. Srihari E, Lingganingrum FS. EKSTRAK KULIT MANGGIS BUBUK. Jurnal Teknik Kimia. 2015;10(1).
14. Mohammad NA, Abang Zaidel DN, Muhamad II, Abdul Hamid M, Yaakob H, Mohd Jusoh YM. Optimization of the antioxidant-rich xanthone extract from mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) pericarp via microwave-assisted extraction. Heliyon. 2019;5(10):e02571.
15. Janardhanan S, Mahendra J, Little M, Devarajan N. Cytotoxic Effects of Mangosteen Pericarp Extracts on Oral Cancer and Cervical Cancer Cells. Asian Pac Journal Cancer Prev. 2025;21(9):2577–83.
16. Xu X-H, Liu Q-Y, Li T, Liu J-L, Chen X, Huang L, Qiang W-A, Chen X, Wang Y, Lin L-G, Lu J-J. Garcinone E induces apoptosis and inhibits migration and invasion in ovarian cancer cells. Scientific Reports. 2017;7:10718.
17. Luo M, Liu Q, He M, Yu Z, Pi R, Li M, Yang X, Wang S, Liu A. Gartanin induces cell cycle arrest and autophagy and suppresses migration involving PI3K/Akt/mTOR and MAPK signalling pathway in human glioma cells. Journal of Cellular and Molecular Medicine. 2017;21(1):46–57.
18. Scolamiero G, Pazzini C, Bonafè F, Guarnieri C, Muscari C. Effects of α -Mangostin on Viability, Growth and Cohesion of Multicellular Spheroids Derived from Human Breast Cancer Cell Lines. International Journal of Medical Sciences. 2018;15(1):23–30.
19. Zhang C, Yu G, Shen Y. The naturally occurring xanthone α -mangostin induces ROS-mediated cytotoxicity in non-small scale lung cancer cells. Saudi Journal of Biological Sciences. 2018;25(5):1090–5.
20. Lee HN, Jang HY, Kim HJ, Shin SA, Choo GS, Park YS, Kim SK, Jung JY. Antitumor and apoptosis-inducing effects of α -mangostin extracted from the pericarp of the mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* L.) in YD-15 tongue mucoepidermoid carcinoma cells. International Journal of Molecular Medicine. 2016;37(4):939–48.
21. Nittayananta W, Srichana T, Chuerduangphui J, Hitakomate E, Netsomboons K. Formulation of 1% α -mangostin in orabase gel induces apoptosis in oral squamous cell carcinoma. BMC Complementary Medicine and Therapies. 2024;24:276.
22. Tangsuksan P, Chuerduangphui J, Yupanqui CT, Srichana T, Hitakomate E, Pientong C, Ekalaksananan T, Nittayananta W. Mucoadhesive film containing α -mangostin shows potential role in oral cancer treatment. BMC Oral Health. 2021;21:512.