

**UJI AKTIVITAS ANTI KANKER SENYAWA TURUNAN
ESTER α -MANGOSTIN MELALUI PENDEKATAN
MOLECULAR DOCKING SECARA *IN SILICO***

SKRIPSI

**AZMI ALWI
A211005**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**UJI AKTIVITAS ANTI KANKER SENYAWA TURUNAN
ESTER α -MANGOSTIN MELALUI PENDEKATAN
MOLECULAR DOCKING SECARA *IN SILICO***

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**AZMI ALWI
A211005**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**UJI AKTIVITAS ANTI KANKER SENYAWA TURUNAN
ESTER α -MANGOSTIN MELALUI PENDEKATAN
MOLECULAR DOCKING SECARA *IN SILICO***

**AZMI ALWI
A211005**

Juni 2025

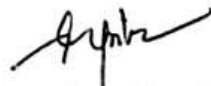
Disetujui oleh :

Pembimbing



Dr. apt. Wiwin Winingsih M.Si.

Pembimbing



Dr. apt. Dewi Astriany M.Si.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebutkan nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh cinta dan rasa syukur kepada kedua orangtua tercinta. Terimakasih atas doa, dukungan dan pengorbanan tanpa batas yang selalu menyertai setiap langkahku. Semoga karya ini menjadi bukti kecil dari perjuangan dan harapan yang kalian tanamkan dalam diriku.

ABSTRAK

Kanker merupakan penyebab kematian utama di dunia dan masih menjadi tantangan besar dalam terapi modern karena resistensi obat dan efek samping kemoterapi. Senyawa alami seperti α -mangostin dari kulit manggis memiliki potensi sebagai agen antikanker karena aktivitas biologis dan struktur kimianya yang dapat dimodifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi aktivitas antikanker dari 3 senyawa turunan ester α -mangostin terhadap tiga target protein kanker, secara *in silico* menggunakan metode *molecular docking* pada Glutathione S-transferase P (3CSH), Estrogen Receptor Beta (1QKM), dan Epidermal Growth Factor Receptor (1XKK). Modifikasi struktur α -mangostin dilakukan melalui proses esterifikasi untuk meningkatkan afinitas, bioavailabilitas, dan efektivitas biologis. Preparasi dan validasi protein serta ligan dilakukan menggunakan perangkat lunak YASARA dan PLANTS. Parameter utama yang dianalisis meliputi nilai skor *docking* dan visualisasi interaksi molekuler. Turunan ester α -mangostin yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah 1,6-dihydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-yl acetate (Turunan 1); 6-(acetyloxy)-1-hydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-olate (Turunan 2); 6-(acetyloxy)-1-hydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-ylacetate (Turunan 3).

Hasil menunjukkan bahwa Turunan 3 memiliki *score docking* lebih tinggi dari α -mangostin terhadap protein 3CSH, sedangkan Turunan 1 dan 2 menunjukkan aktivitas lebih tinggi terhadap target 1XKK. Mekanisme kerja Turunan 3 diperkirakan melalui inhibisi enzim GSTP yang berperan dalam detoksifikasi dan resistensi obat, sehingga dapat mengganggu jalur proliferasi sel kanker dan meningkatkan efektivitas kemoterapi. Sementara itu, Turunan 1 dan 2 berpotensi menghambat aktivitas tirosin kinase pada EGFR dengan cara berikatan kuat pada domain aktifnya, yang dapat menghambat jalur pensinyalan MAPK dan PI3K/AKT yang penting dalam proliferasi dan kelangsungan hidup sel kanker. Secara keseluruhan, turunan ester α -mangostin menunjukkan potensi lebih unggul dibandingkan senyawa induknya sebagai kandidat obat antikanker berbasis bahan alam.

Kata kunci: α -mangostin, esterifikasi, kanker, *molecular docking*, *in silico*

ABSTRACT

Cancer is the leading cause of death worldwide and remains a major challenge in modern therapy due to drug resistance and the adverse side effects of chemotherapy. Natural compounds such as α -mangostin from mangosteen pericarp have shown potential as anticancer agents due to their biological activity and modifiable chemical structure. This study aims to evaluate the anticancer potential of three ester derivatives of α -mangostin against three cancer-related protein targets, in silico using the molecular docking method on Glutathione S-transferase P (3CSH), Estrogen Receptor Beta (1QKM), and Epidermal Growth Factor Receptor (1XKK. Structural modifications of α -mangostin were carried out via esterification to improve affinity, bioavailability, and biological effectiveness. Protein and ligand preparation and validation were performed using YASARA and PLANTS software. Key parameters analyzed included docking scores and molecular interaction visualizations. The α -mangostin ester derivatives used in this study were: 1,6-dihydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-ylacetate (Derivative1); 6-(acetyloxy)-1-hydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-olate (Derivative2); and 6-(acetyloxy)-1-hydroxy-7-methoxy-2,8-bis(3-methylbut-2-en-1-yl)-9-oxo-9H-xanthen-3-ylacetate (Derivative3).

The results showed that Derivative 3 had higher activity than α -mangostin against the 3CSH protein, while Derivatives 1 and 2 showed higher activity against the 1XKK target. The mechanism of Derivative 3 is predicted to involve inhibition of the GSTP enzyme, which plays a role in detoxification and drug resistance, thereby potentially disrupting cancer cell proliferation pathways and enhancing chemotherapy effectiveness. Meanwhile, Derivatives 1 and 2 are likely to inhibit tyrosine kinase activity in EGFR by strongly binding to its active domain, which may block the MAPK and PI3K/AKT signaling pathways crucial for cancer cell proliferation and survival. Overall, α -mangostin ester derivatives exhibit greater potential than the parent compound as natural product-based anticancer drug candidates.

Keywords: α -mangostin, esterification, cancer, molecular docking, in silico

KATA PENGANTAR

Pertama-tama, segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul " **Uji Aktivitas Anti Kanker Senyawa Turunan Ester α -Mangostin Melalui Pendekatan *Molecular Docking* Secara *In Silico*** " yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, mengucapkan terima kasih kepada Dr. apt. Wiwin Winingsih, M.Si. dan Dr. apt. Dewi Astriany M.si. selaku dosen pembimbing yang berperan pada penelitian ini dengan memberikan bimbingan, saran, nasihat, dukungan, pengarahan, dan pengorbanan yang diberikan selama menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi. Pada kesempatan ini, tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si. selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si. selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. apt. Anggi Restiasari, M.Hkes., M.SFarm. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Kedua Orang tua
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Angkatan 2021 khususnya Kelas Reguler Pagi A yang telah memberikan inspirasi dan kegembiraan selama kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini, disadari masih banyak kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati diharapkan masukan berpakritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Diharapkan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi diri sendiri dan juga bagi pihak yang berkepentingan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L)	4
2.1.1 Klasifikasi Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L)	4
2.1.2 Kandungan Kimia (<i>Garcinia mangostana</i> L)	5
2.1.3 Modifikasi Molekul	6
2.1.4 Esterifikasi Senyawa Mangostin	6
2.2 Kanker	7
2.2.1 Etiologi Kanker	7
2.2.2 Patofisiologi kanker	8
2.2.3 Target Kanker	11
2.2.4 Obat-Obat Anti Kanker	16
2.3 Uji Aktivitas <i>Insilico</i>	17
2.3.1 Software.....	18

2.3.2	interpretasi hasil.....	20
2.3.3	Visualisasi hasil <i>Docking</i>	21
BAB III TATA KERJA		23
3.1	Alat.....	23
3.2	Bahan	23
3.3	Metode.....	25
3.3.1	Preparasi Target <i>Docking</i> dan <i>Ref-ligand</i>	25
3.3.3	Validasi <i>Docking</i>	26
3.3.4	<i>Docking</i>	26
3.3.5	Visualisasi Hasil.....	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Prefarasi Reseptor Dan <i>Ref-ligand</i>	28
4.2	Validasi <i>docking</i>	29
4.3	Molecular <i>Docking</i> Senyawa Mangostin dan Turunannya.....	30
4.4	Hasil Visualisasi	30
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELAJUTNYA.....		37
5.1	Simpulan.....	37
5.2	Alur Penelitian Selanjutnya	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Validasi Docking	30
4.2 Hasil Visualisasi Antara Target 3CSH Dengan <i>Ligand</i> /Senyawa Uji.....	35
4.3 Hasil Visualisasi Antara Target 1QKM Dengan <i>Ligand</i> /Senyawa Uji	35
4.4 Hasil Visualisasi Antara Target 1XKK Dengan <i>Ligand</i> /Senyawa Uji.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Buah dan kulit buah <i>Garcinia mangostana</i> L.	4
2.2 Struktur kimia, α -mangostin, β mangostin dan γ -mangostin	5
2.3 Reaksi Esterifikasi	6
2.4 Siklus Sel	9
2.5 Struktur Protein 3CSH	11
2.6 Reaksi Metabolisme Fase I Dan Fase II	11
2.7 Struktur Protein 1QKM	13
2.8 Jalur Sinyal Estrogen	14
2.9 Struktur Protein 1XKK	15
2. 10 Jalur MAPK Dan PI3K	16
3.2 Struktur Turunan Mangostin dan Obat pembanting.....	23
4.2 Hasil Gambar sebelum dan sesudah preparasi protein.....	28
4.3 Hasil Gambar sebelum dan sesudah preparasi <i>ref ligand</i>	28
4.4 Grafik Hasil Scor <i>Docking</i> Target 3CSH	31
4.5 Grafik Hasil Scor <i>Docking</i> Target 1XKK	32
4.6 Grafik Hasil Scor <i>Docking</i> Target 1QKM.....	33
4.7 Hasil visualisasi penambatan mangostin dengan reseptor target 3CSH.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Preparasi Protein Dan <i>Ref Ligand</i>	48
2. Preparasi <i>Ligand</i> 3CSH.....	50
3. Data Hasil RMSD.....	51
4. Hasil Visualisasi Target.....	52

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A.S.R., Sulung, M.K.D.N. and Padang, N.S. (2023) *Kimia Medisinal*. 1st edn. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Alam, M., Rashid, S., Fatima, K., Adnan, M., Shafie, A., Akhtar, M.S. and Hassan, M.I. (2023) '*Biochemical features and therapeutic potential of α -Mangostin: Mechanism of action, medicinal values, and health benefits*', *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 163, p. 114710.
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A.D., Lewis, J., Raff, M. and Walter, P. (2015) '*Essential Cell Biology*'. New York: *Garland Science*.
- Amanda, S.S. (2021) '*Analisis Molecular Docking Potensi Senyawa pada Daun Miyana (*Coleus blumei*) sebagai Antibiotik terhadap Bakteri MRSA (Methicillin Resistant Staphylococcus aureus)*'.
'
- Attwood, M., Fabbro, D., Sokolov, A.V., *et al.* (2021) '*Trends in kinase drug discovery: Targets, indications and inhibitor design*', *Nature Reviews Drug Discovery*.
- Cartika, H. (2016) '*Kimia Farmasi*'. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, p. 227.
- Compton, C. (2020) '*Cancer initiation, promotion, and progression and the acquisition of key behavioral traits*', *Cancer*, pp. 25–48.
- Chaurasiya, S., Widmann, S., Botero, C., Lin, C.-Y., Gustafsson, J.-Å. and Strom, A.M. (2020) '*Estrogen Receptor β exerts tumor suppressive effects in prostate cancer through repression of androgen receptor activity*', *PLoS ONE*.
- Chen, P., Li, B. and Ou-Yang, L. (2022) '*Role of estrogen receptors in health and disease*', *Frontiers in Endocrinology*.
- Dougherty, M. and Jobin, C. (2023) '*Intestinal bacteria and colorectal cancer: etiology and treatment*', *Gut Microbes*, 15.
- Dong, X., Sun, R., Wang, J., Yu, S., Cui, J., Guo, Z. and Pan, L.L. (2020) '*Glutathione S-transferases P1-mediated interleukin-6 in tumor-associated macrophages augments drug-resistance in MCF-7 breast cancer*', *Biochemical Pharmacology*, 182, p. 114289.
- Ellis, A.J., Hendrick, V.M., Williams, R. and Komm, B.S. (2015) '*Selective estrogen receptor modulators in clinical practice: a safety overview*', *Expert Opinion on Drug Safety*, 14(6), pp. 921–934.
- Fu, E.X. and Singh, A.D. (2007) '*Cancer etiology*', in Singh, A.D., Damato, B.E., Pe'er, J., Murphree, A.L. and Perry, J. (eds.) *Clinical Ophthalmic Oncology*. W.B. Saunders, pp. 6–10.
- Fillah, M., Herawati, D. and Fakih, T.M. (2022) '*Uji in-silico aktivitas antikanker kolorektal senyawa organosulfur bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap*

- protein target COX-2', *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), pp. 973–989.
- Frimayanti, N., Mora, E. and Anugrah, R. (2018) 'Study of molecular docking of chalcone analogue compound as inhibitors for liver cancer cells HepG2', *Computational Engineering and Applications Journal*, 7(2), pp. 137–147.
- Gerungan, Y., Kepel, B., Fatimawali, Manampiring, A., Budiarso, F. and Bodhi, W. (2021) 'Molecular docking terhadap senyawa eugenol dan myricetin pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) sebagai penghambat pertumbuhan SARS-CoV-2', *Jurnal e-Biomedik*.
- Gumiwang, W. D. N., & Setiowati, F. K. (2024). 'Analisis Molekuler Docking Senyawa Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Antidepresan Terhadap Reseptor Monoamine Oxidase A'. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 247-257.
- Ibrahim, M.Y., Hashim, N.M., Mariod, A.A., Mohan, S., Abdulla, M.A., Abdelwahab, S.I. and Arbab, I.A. (2016) ' α -Mangostin from *Garcinia mangostana* Linn: An updated review of its pharmacological properties', *Arabian Journal of Chemistry*, 9(3), pp. 317–329.
- Iwata, H. (2023) 'Application of in silico technologies for drug target discovery and pharmacokinetic analysis', *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 71, pp. 398–405.
- Jara-Palomares, L., Es, N., Praena-Fernández, J., Gal, G., Otten, H., Robin, P., Piccioli, A., Lecumberri, R., Religa, P., Rieu, V., Rondina, M., Beckers, M., Prandoni, P., Salaun, P., Nisio, M., Bossuyt, P., Kraaijpoel, N., Büller, H. and Carrier, M. (2019) 'Relationship between type of unprovoked venous thromboembolism and cancer location: An individual patient data meta-analysis', *Thrombosis Research*, 176, pp. 79–84.
- Katzung, B.G., Masters, S.B. and Trevor, A.J. (eds.) (2004) *Basic & Clinical Pharmacology*.
- Kalick, L.S., Khan, H.A., Maung, E., Baez, Y., Atkinson, A.N., Wallace, C.E. and Bishayee, A. (2023) 'Mangosteen for malignancy prevention and intervention: Current evidence, molecular mechanisms, and future perspectives', *Pharmacological Research*, 188, p. 106630.
- Kumari, S., Sharma, S., Advani, D., Khosla, A., Kumar, P. and Ambasta, R. (2021) 'Unboxing the molecular modalities of mutagens in cancer', *Environmental Science and Pollution Research International*, 29, pp. 62111–62159.
- Mal, R., Magner, A., David, J.J., Datta, J., Vallabhaneni, M., Kassem, M., Manouchehri, J.M., Willingham, N., Stover, D., Vandeusen, J., Sardesai, S., Williams, N., Wesolowski, R., Lustberg, M., Ganju, R., Ramaswamy, B. and Cherian, M. (2020) 'Estrogen receptor beta ($ER\beta$): A ligand-activated tumor suppressor', *Frontiers in Oncology*.

- Kciuk, M., Gielecińska, A., Budzińska, A., Mojzych, M. and Kontek, R. (2022) 'Metastasis and MAPK pathways', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(7), p. 3847.
- Mazari, A.M., Zhang, L., Ye, Z.W., Zhang, J., Tew, K.D. & Townsend, D.M. (2023) 'The multifaceted role of glutathione S-transferases in health and disease', *Biomolecules*, 13(4), p. 688.
- Mologni, L., Marzaro, G., Redaelli, S. & Zambon, A. (2021) 'Dual kinase targeting in leukemia', *Cancers*, 13.
- Neophytou, C., Panagi, M., Stylianopoulos, T. & Papageorgis, P. (2021) 'The role of tumor microenvironment in cancer metastasis: Molecular mechanisms and therapeutic opportunities', *Cancers*.
- Niitsu, Y., Sato, Y. & Takayama, T. (2022) 'Implications of glutathione-S transferase P1 in MAPK signaling as a CRAF chaperone: In memory of Dr. Irving Listowsky', *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 98(2), pp. 72–86.
- Pavlov, Y., Zhuk, A. & Stepchenkova, E. (2020) 'DNA polymerases at the eukaryotic replication fork thirty years after: Connection to cancer', *Cancers*.
- Prasetiawati, R., Suherman, M., Permana, B. & Rahmawati, R. (2021) 'Molecular docking study of anthocyanidin compounds against epidermal growth factor receptor (EGFR) as anti-lung cancer', *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 8(1), pp. 8–20.
- Pinzi, L. & Rastelli, G. (2019) 'Molecular docking: Shifting paradigms in drug discovery', *International Journal of Molecular Sciences*, 20.
- Regmi, R., Srinivasan, S., Latham, A.P., Kukshal, V., Cui, W., Zhang, B. & Schlau-Cohen, G.S. (2020) 'Phosphorylation-dependent conformations of the disordered carboxyl-terminus domain in the epidermal growth factor receptor', *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 11(23), pp. 10037–10044.
- Rubiyanti, R., Susilawati, Y. & Muchtaridi, M. (2016) 'Potensi ekonomi dan manfaat kandungan α -mangostin serta gartanin dalam kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn)', *Farmaka*, 15(1), pp. 15–25.
- Rusdin, A. (2019) ' α -Mangostin dari buah manggis, kandidat obat antikanker baru', *Maj Farm*, 4(2), pp. 28–31.
- Ruswanto, R., Garna, I., Tuslinah, L., Mardianingrum, R., Lestari, T. & Nofianti, T. (2018) 'Kuersetin, penghambat uridin 5-monofosfat sintase sebagai kandidat anti-kanker', *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*.
- Savva, C. & Korach-André, M. (2020) 'Estrogen receptor β regulation of lipid homeostasis: Does sex matter?', *Metabolites*.
- Shuai, W., Wang, G., Zhang, Y., et al. (2021) 'Recent progress on tubulin inhibitors with dual targeting capabilities for cancer therapy', *Journal of Medicinal Chemistry*.

- Tran, V.A., Thi Vo, T.T., Nguyen, M.N.T., Duy Dat, N., Doan, V.D., Nguyen, T.Q., & Tong, T.D. (2021) '*Novel α -mangostin derivatives from mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel extract with antioxidant and anticancer potential*', *Journal of Chemistry*, 2021(1), p. 9985604.
- Umami, K., Fadlan, A. & Ersam, T. (2021) '*3, 6-dimethyl ester- α -mangostin compound modified from isolate α -mangostin *Garcinia mangostana* Linn*', *IPTEK Journal of Proceedings Series*, (6), pp. 123–126.
- Wang, M., Zhang, K., Gu, Q., Bi, X. & Wang, J. (2017) '*Pharmacology of mangostins and their derivatives: A comprehensive review*', *Chinese Journal of Natural Medicines*, 15(2), pp. 81–93.
- Welch, D. & Hurst, D. (2019) '*Defining the hallmarks of metastasis*', *Cancer Research*, 79(12), pp. 3011–3027.
- Wu, S., Liao, K., Chen, J. and Li, F., (2024). Dual approach: '*micellar delivery of chlorambucil prodrug with concurrent glutathione depletion and GST inhibition for enhanced anticancer activity*'. *Nanotechnology*, 35(34).
- Yang, Y., Dong, S., Zhao, J., Wang, W., Zeng, M. & Rao, S. (2020) '*CT-detected extramural venous invasion is correlated with presence of lymph node metastasis and progression-free survival in gastric cancer*', *The British Journal of Radiology*, p. 20200673.
- Yosmar, R. (2021) *Farmakodinamik Obat*. Diktat Perkuliahan Farmakologi Dasar. Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Padang.
- Zhong, L., Li, Y., Xiong, L., *et al.* (2021) '*Small molecules in targeted cancer therapy: Advances, challenges, and future perspectives*', *Signal Transduction and Targeted Therapy*.
- Zong, Y., Zhou, Y., Liao, B., Liao, M., Shi, Y., Wei, Y., Huang, Y., Zhou, X., Cheng, L. & Ren, B. (2021) '*The interaction between the microbiome and tumors*', *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*.