

**UJI SITOTOKSISITAS EKSTRAK ETANOL DAUN
SINGAWALANG (*Petiveria alliacea* L.) TERHADAP LINI SEL
KANKER PARU-PARU A549 DENGAN METODE
RESAZURIN**

SKRIPSI

**KURNIA PUTERI AGUSTINA
A252086**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**UJI SITOTOKSISITAS EKSTRAK ETANOL DAUN
SINGAWALANG (*Petiveria alliacea* L.) TERHADAP LINI SEL
KANKER PARU-PARU A549 DENGAN METODE
RESAZURIN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**KURNIA PUTERI AGUSTINA
A252086**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2026**

**UJI SITOTOKSISITAS EKSTRAK ETANOL DAUN
SINGAWALANG (*Petiveria alliacea* L.) TERHADAP LINI SEL
KANKER PARU-PARU A549 DENGAN METODE
RESAZURIN**

**KURNIA PUTERI AGUSTINA
A252086**

Juli 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing



Dr. apt. Irma Erika Herawati, M. Si

Pembimbing



apt. Siti Uswatun Hasanah, M.Si

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

*Teruntuk Sang Pemilik Arsy,
Penggenggam setiap takdir, Penemun
harapan dari setiap doa, dan Cahaya
yang tak pernah meninggalkan hamba-
Nya. Teruntuk Bintang di Hati,
rumah tempat aku kembali dan alasan
untuk terus melangkah.*

ABSTRAK

Kanker paru-paru merupakan salah satu penyebab utama kematian akibat kanker di dunia, sehingga diperlukan pengembangan kandidat antikanker baru yang berasal dari bahan alam. Daun singawalang (*Petiveria alliacea* L.) diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang berpotensi memiliki aktivitas sitotoksik seperti dibenzil disulfida, dibenzil trisulfida, serta flavonoid, namun pengujiannya terhadap sel kanker paru-paru A549 masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas sitotoksik ekstrak etanol daun singawalang terhadap lini sel kanker paru-paru A549 serta menentukan nilai IC_{50} . Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan ekstrak etanol yang diperoleh melalui metode maserasi dengan etanol 70%, kemudian dilakukan karakterisasi simplisia, skrining fitokimia, dan pengujian sitotoksitas terhadap sel A549 dengan variasi konsentrasi 7,81–1000 $\mu\text{g/mL}$. Viabilitas sel diukur menggunakan reagen PrestoBlue™ dan nilai IC_{50} dihitung berdasarkan kurva *dose-response* menggunakan *GraphPad Prism*. Hasil penelitian menunjukkan rendemen ekstrak sebesar 10,92% dan ekstrak mengandung alkaloid, fenolik, flavonoid, tanin, saponin, serta steroid. Hasil uji sitotoksitas menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun singawalang menurunkan viabilitas sel A549 secara *dose-dependent*. Nilai IC_{50} yang diperoleh sebesar 617,20 $\mu\text{g/mL}$, sehingga berdasarkan klasifikasi aktivitas sitotoksik termasuk dalam kategori tidak sitotoksik terhadap sel kanker paru A549. Kesimpulan dari penelitian ini, ekstrak daun singawalang tidak memiliki aktivitas sitotoksik terhadap kanker paru-paru A549.

Kata kunci: Sitotoksitas, Singawalang, Kanker, Paru-Paru

ABSTRACT

*Lung cancer is one of the leading causes of cancer-related mortality worldwide; therefore, the development of new anticancer candidates derived from natural products is needed. Singawalang leaves (*Petiveria alliacea* L.) are known to contain various secondary metabolites with potential cytotoxic activity, such as dibenzyl disulfide, dibenzyl trisulfide, and flavonoids; however, studies evaluating their activity against A549 lung cancer cells are still limited. This study aimed to determine the cytotoxic activity of the ethanolic extract of singawalang leaves against the A549 lung cancer cell line and to determine its IC_{50} value. The study was conducted experimentally using an ethanolic extract obtained by the maceration method with 70% ethanol, followed by crude drug characterization, phytochemical screening, and cytotoxicity testing against A549 cells at concentrations ranging from 7.81–1000 $\mu\text{g/mL}$. Cell viability was measured using the PrestoBlue™ reagent, and the IC_{50} value was calculated based on the dose–response curve using GraphPad Prism. The results showed that the extraction yield was 10.92%, and the extract contained alkaloids, phenolics, flavonoids, tannins, saponins, and steroids. The cytotoxicity test results showed that the ethanolic extract of singawalang leaves reduced the viability of A549 cells in a dose-dependent manner. The obtained IC_{50} value was 617.20 $\mu\text{g/mL}$; therefore, based on the cytotoxic activity classification, it was categorized as non-cytotoxic against A549 lung cancer cells. In conclusion, the ethanolic extract of singawalang leaves did not exhibit cytotoxic activity against A549 lung cancer cells.*

Keywords: Cytotoxicity, Singawalang Leaves, Lung, Cancer.

KATA PENGANTAR

Bissmillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Uji Sitotoksitas Ekstrak Etanol Daun Singawalang (*Petiveria alliacea* L.) terhadap Lini Sel Kanker Paru-Paru A549 dengan Metode Resazurin”

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala nikmat serta rahmat yang telah diberikan-Nya dan kepada baginda nabi Muhammad SAW sebagai pendidik jiwa dan sebagai panutan. Dosen pembimbing Dr. apt. Irma Erika Herawati, M.Si. dan apt. Siti Uswatun Hasanah, M.Si atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih 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. Siti Uswatun Hasanah, M.Si., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Agustus 2026
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	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	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	2
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daun Singawalang (<i>Petiveria alliacea</i> L.)	4
2.1.1 Klasifikasi Daun Singawalang (<i>Petiveria alliacea</i> L.)	4
2.1.2 Morfologi Daun Singawalang	4
2.2 Kandungan Kimia Daun Singawalang	5
2.3 Aktivitas Farmakologi Daun Singawalang	6
2.4 Ekstraksi	7
2.4.1 Maserasi	7
2.5 Kanker	8
2.5.1 Definisi Kanker Paru-Paru	8
2.5.2 Epidemiologi	8
2.6 Uji Sitotoksisitas	9
2.7 Doksorubisin	10
BAB III TATA KERJA	12
3.1 Alat	12
3.2 Bahan	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Prosedur Penelitian	12
3.4.1 Pengumpulan Bahan Baku dan Determinasi	12
3.4.2 Proses Ekstraksi Daun Singawalang	12
3.4.3 Parameter Mutu Ekstrak	13
3.4.4 Uji Aktivitas Antikanker dengan Metode Uji Resazurin	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Determinasi Tumbuhan.....	19
4.2 Hasil Pembuatan Ekstrak	19
4.3 Karakterisasi Simplisia	20
4.3.1 Karakteristik Simplisia Non Spesifik	20
4.3.2 Karakteristik Simplisia Spesifik	21
4.4 Hasil Penapisan Fitokimia	22
4.5 Uji Sitotoksitas Metode Resazurin	24
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Non Spesifik (n = 3)	20
4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Spesifik (n = 3)	21
4.3 Penapisan Fitokimia.....	22
4.4 Rata-Rata Persentase Viabilitas Dan Persentase Inhibisi	26
4.5 Klasifikasi Aktivitas Antikanker Berdasarkan Nilai IC ₅₀).....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Daun Singawalang.....	4
2.2 Struktur Kimia Doksorubisin (PubChem CID 31703).....	10
3.1 <i>Layout</i> Perlakuan pada 96 <i>Well Plate</i>	17
4.1 Simplisia Daun Singawalang.....	21
4.2 Reaksi Reduksi Resazurin Menjadi Resorufin Oleh Sel Hidup	24
4.3 Hasil <i>Well Plate</i> Setelah Penambahan Reagen Resazurin.....	25
4.4 Dokumentasi Morfologi Sel A549 Pada Berbagai Perlakuan	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Identifikasi Tumbuhan (Determinasi)	36
2. Rendemen Ekstrak	37
3. Hasil Karakterisasi Simplisia	38
4. Hasil Penapisan Fitokimia	40
5. Laporan Hasil Uji Sitotoksitas	42

DAFTAR PUSTAKA

- Alda, N., Novi, K., Elfira, A., Nur, A., & Abubakar, F. (2025). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Lotion Ekstrak Daun Lahuna (*Chromolaena Odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Ilmu Farmasi*, 12(1), 31–39.
- Anjari, I. H., Harneti, D., Farabi, K., Naini, A. A., Hidayat, A. T., Anwar, R., Kuncoro, H., Azmi, M. N., & Supratman, U. (2024). Cytotoxic Dammarane-Type Triterpenoids From *Aglaia Cucullata* Peel Fruit. *Indonesian Journal Of Chemistry*, 24(1), 67–80.
- Banga Allo, K., Widani, N. L., & Rasmana, S. (2021). Faktor-faktor yang berhubungan dengan motivasi pasien kanker menjalani kemoterapi di rumah sakit. *Jurnal Kesehatan*, 9(1).
- Budiati, T., Dwi, G. (2025). Uji Efek Sitotoksitas Pada Daun Tanaman Herbal Terhadap Sel Vero Cytotoxicity Effect Test And Sensory Characteristics Of Herbal Plant Leaves On Normal Cells. *Jofe : Journal Of Food Engineering | E-Issn*, 4(1), 1–10.
- Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (Eds.). (2023). *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis Of Therapeutics* (14th Ed.). Mcgraw Hill.
- Cahya, D., & Prabowo, H. (2019). Standarisasi Spesifik Dan Non-Spesifik Simplisia Dan Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica* Val.). *Jurnal Farmasi Udayana*, 8(1), 29.
- Chan, L. L., Rice, W. L., & Qiu, J. (2020). Observation And Quantification Of The Morphological Effect Of Trypan Blue Rupturing Dead Or Dying Cells. *Plos One*, 15(1), E0227950.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Suplemen I Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Duarte, M. R., & Lopes, J. F. (2005). Leaf And Stem Morphoanatomy Of *Petiveria alliacea*. *Fitoterapia*, 76(7–8), 599–607.
- Herawati, I. E., Lesmana, R., Levita, J., & Subarnas, A. (2022). Cytotoxicity, Apoptosis, Migration Inhibition, And Autophagy-Induced By Crude Ricin From *Ricinus Communis* Seeds In A549 Lung Cancer Cell Lines. *Medical Science Monitor Basic Research*, 28, 1-10.
- Hujjatusnaini, N., Ardiansyah., Bunga, I., & Alfitri, E. (2021). *Ekstraksi* (N. Lestariningsih (Ed.)). Insitut Agama Islam Negeri Palangkaraya.
- Hernández, J. F., Urueña, C. P., Sandoval, T. A., Cifuentes, M. C., Formentini, L., Cuezva, J. M., & Fiorentino, S. (2017). A Cytotoxic *Petiveria alliacea* Dry Extract Induces Atp Depletion And Decreases B-F1-Atpase Expression In Breast Cancer Cells And Promotes Survival In Tumor-Bearing Mice. *Revista Brasileira De Farmacognosia*, 27(3), 306–314.
- Isliana, S., Elsyana, V., & Ulfa, A. M. (2022). Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Dan Etil Asetat Daun Pepaya Jepang (*Cnidocolus Aconitifolius Johnst*). *Pharmacine*, 3(1), 35–46.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran

- (Pnpk) Tata Laksana Kanker Paru Tahun 2023. *Tata Laksana Kanker Paru*, 1–90.
- Kumari, P., Singh, A., Sharma, R., Verma, S., & Gupta, A. (2024). Advances In Doxorubicin-Based Chemotherapy And Drug Delivery Systems. *Pharmaceutics*, 16(6), 785.
- Lavogina, D., Lust, H., Tahk, M. J., Laasfeld, T., Vellama, H., Nasirova, N., Vardja, M., Eskla, K. L., Salumets, A., Rinken, A., & Jaal, J. (2022). Revisiting The Resazurin-Based Sensing Of Cellular Viability: Widening The Application Horizon. *Biosensors*, 12(4), 196.
- Li, Y., Zhang, Q., Wang, J., Chen, X., & Liu, H. (2024). Cytotoxic Effects Of Doxorubicin On A549 Lung Cancer Cells Evaluated Using Resazurin Assay. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 173, 116404.
- Mokbel, Q., Ahmed, H., Salah, S., Dine, E., Hawary, E., Allam, R. M., El Motayam, A. K. E., Mahmoud, A., & Halawany, E. (2025). Yemeni Medicinal Plants As A Source Of Anticancer Drugs : A Review. *Egyptian Journal Of Chemistry*, 68(5), 99–148.
- Mulyani, Sukandar, & Adayana. (2017). Aktivitas Anti Bakteri Singawalang (*Petiveria alliacea*) Terhadap Bakteri Yang Resisten Dan Peka Terhadap Antibiotik. *Bionatura*, 14 (1), 22–30.
- Mustika, A., Indrawati, R., & Rahayu, A. (2017). Ekstrak daun singawalang (*Petiveria alliacea*) serta penggunaannya untuk menurunkan kadar gula darah. *Majalah Farmasi Indonesia*, 32(3), 167–186.
- Namani, A., Liu, K., Wang, S., Zhou, X., Liao, Y., Wang, H., Wang, X. J., & Tang, X. (2019). Genome-wide global identification of NRF2 binding sites in A549 non-small cell lung cancer cells by ChIP-Seq reveals NRF2 regulation of genes involved in focal adhesion pathways. *Aging*, 11(24), 12600–12623.
- Nurdiani, E., Masriani, Rasmawan, R., Muharini, R., & Sartika, R. P. (2024). Sitotoksitas Dan Selektivitas Fraksi Kayu Batang Simpup Air (*Dillenia Suffruticosa* (Griff.) Martelli) Terhadap Sel Kanker Payudara. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 17(1), 190–200.
- Ningsih, A. W., Jihan Fahiroh Nur Arifin, Retno Wulan Devitri, Rusdiana Tri Septiarini, Elvira Silvany Zahara, Vira Maulidya, Yasmine Eka Maulidya, Elly Eka Rahmawati, Zakkiya Sabila, Zahratul Humaidah, & Ivan Charles S.Klau. (2025). Tinjauan Literatur: Efektivitas Maserasi Sebagai Metode Ekstraksi Fitokimia. *Obat: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 3(6), 228–242.
- Pakpahan, A., & Anggraeni, R. (2023). Uji Sitotoksitas Ekstrak Etanol Kulit Pisang Terhadap Sel Lini Hsc-3 Pratista Patologi Uji Sitotoksitas Ekstrak Etanol Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca* L.) Terhadap Sel Lini Hsc-3. *Pratista Patologi*, 8(2), 62–67.
- Pollio, A., Zarrelli, A., Romanucci, V., Di Mauro, A., Barra, F., Pinto, G., Crescenzi, E., Roscetto, E., & Palumbo, G. (2016). Polyphenolic profile and targeted bioactivity of methanolic extracts from Mediterranean ethnomedicinal plants on human cancer cell lines. *Molecules*, 21(4), 395.
- Petiti, J., Caria, S., Revel, L., Pegoraro, M., & Divieto, C. (2024). Standardized Protocol For Resazurin-Based Viability Assays On A549 Cell Line For Improving Cytotoxicity Data Reliability. *Cells*, 13(23), 1–12.

- Putri, P. O., Septia Miranti, Mirnawati, Oktriyisa Tantie Mini, Nafach Olya Warasky, Helsy Indarwat, & Yolla Rizka Amalia. (2025). Aplikasi Fraksinasi Pada Pemisahan Senyawa-Senyawa Bahan Alam. *Jurnal Sains Farmasi Dan Kesehatan*, 3(1), 158–172.
- Putri, R., Jamal, N. A., Ulandhari, D., Masyrurah, E. R., Delmis, M. A., & Duprah, N. (2022). *Kekayaan Dan Pemanfaatan Tumbuhan Obat*. 1–54.
- Ramadhan, R., *et al.* (2023). Pengaruh penggunaan etanol 70% sebagai pelarut terhadap kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak tumbuhan obat. *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences*, 3(2), 20–29.
- Rais, N. A., Abouhajar, F., Stuart, D. D., Van Zant, W., & Cheng, Q. (2024). Surface Plasmon Resonance To Trace And Measure Cancer Cell Apoptosis Using Morphological And Refractive Index Changes. *Frontiers In Analytical Science*, 4, 1518243.
- Riss, T. L., Moravec, R. A., Niles, A. L., Duellman, S., Benink, H. A., Worzella, T. J., & Minor, L. (2021). Cell Viability Assays. In G. S. Sittampalam *Et al.* (Eds.), *Assay Guidance Manual*. Eli Lilly & Company And The National Center For Advancing Translational Sciences.
- Rojas, L., Pardo-Rodriguez, D., Urueña, C., Lasso, P., Arévalo, C., Cala, M. P., & Fiorentino, S. (2023). Effect of *Petiveria alliacea* Extracts on Metabolism of K562 Myeloid Leukemia Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(24), 17418.
- Sagitasa, S., Elizabeth, K., Sulaeman, L. I., Rafasafly, A., Syafr, D. W., Kristande, A., & Muchtaridi, M. (2021). *Chimica Et Natura Acta Studi In Silico Senyawa Aktif Daun Singawalang (Petiveria alliacea)*. *Chimica Et Natura Acta*, 9(2), 58–66.
- Shobah, A. N., Lidiah, M., & Stiani, S. N. (2023). Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Pepaya Jepang (*Cnidioscolus Aconitifolius*) Pada Fungi *Candida Albicans*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 10(2), 94–105.
- Sholikha, M., M, R., N., M, R., N., & A.R., M. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Daun Dan Akar Singawalang (*Petiveria alliaceae*) Terhadap Penghambatan Tirosinase. *Jurnal Farmasi Udayana*, 10(2), 189.
- Sholikha, M., Primayanti, M. Y., & Fitriana, W. (2019). Uji Aktivitas Ekstrak Air Daun Singawalang (*Petiveria alliacea* L.) Terhadap Enzim A-Glukosidase. *Sainstech Farma*, 12(2), 106–110.
- Silva, J. P. B., Nascimento, S. C. M., Okabe, D. H., Pinto, A. C. G., De Oliveira, F. R., Da Paixão, T. P., Siqueira, M. L. S., Baetas, A. C., & De Andrade, M. A. (2018). Antimicrobial And Anticancer Potential Of *Petiveria alliacea* L. (Herb To “Tame The Master”): A Review. *Pharmacognosy Reviews*, 12(23), 85–93.
- Somaida, A., Tariq, I., Ambreen, G., Abdelsalam, A. M., Ayoub, A. M., Wojcik, M., Dzoyem, J. P., & Bakowsky, U. (2020). Potent cytotoxicity of four Cameroonian plant extracts on different cancer cell lines. *Pharmaceuticals*, 13(11), 357.
- Tourabi, M., Faiz, K., Ezzouggari, R., Louasté, B., Merzouki, M., Dauelbait, M., Bourhia, M., Almaary, K. S., Siddique, F., Lyoussi, B., & Derwich, E. (2025). Optimization of extraction process and solvent polarities to enhance the recovery of phytochemical compounds, nutritional content, and biofunctional properties of *Mentha longifolia* L. extracts. *Bioresources and*

Bioprocessing, 12, 24.

Tri Vani, S. (2025). Penetapan Kadar Fenolik, Flavonoid, Sun Protection Factor (Spf) Dari Ekstrak Etanol Daun Singawalang (*Petiveria alliacea* L.) Menggunakan Spektrofotometri Uv – Vis. *Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia*, 13(1), 1–16.

Widodo, S., Made Yusa, N., & Timur Ina, P. (2020). Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan, Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mundu (*Garcinia Dulcis* (Roxb.)). *Jurnal Farmasi Tinctura*, 2(1), 34–41.

Zhao, X., Liu, H., Wang, Y., Zhang, L., & Chen, J. (2024). Molecular Mechanisms And Therapeutic Advances Of Doxorubicin In Cancer Treatment. *International Journal Of Molecular Sciences*, 25(8), 4217.