

**SINTESIS O-METILKUERSETIN MENGGUNAKAN BASA
NATRIUM TERT-BUTOKSIDA SEBAGAI PENGAKTIVASI
NUKLEOFIL DALAM REAKSI ETERIFIKASI**

SKRIPSI

**SALSYABILA RAHMADINI PUTRI
A211035**



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

**SINTESIS O-METILKUERSETIN MENGGUNAKAN BASA
NATRIUM TERT-BUTOKSIDA SEBAGAI PENGAKTIVASI
NUKLEOFIL DALAM REAKSI ETERIFIKASI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**SALSYABILA RAHMADINI PUTRI
A211035**



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

**SINTESIS O-METILKUERSETIN MENGGUNAKAN BASA NATRIUM
TERT-BUTOKSIDA SEBAGAI PENGAKTIVASI NUKLEOFIL DALAM
REAKSI ETERIFIKASI**

**SALSYABILA RAHMADINI PUTRI
A211035**

Agustus 2025

Disetujui Oleh

Pembimbing



Dr. Achmad Zainuddin, M.S

Pembimbing



Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si

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

Skripsi ini dipersembahkan kepada Allah SWT sebagai rasa syukur atas ridho dan karunia-nya, serta kepada kedua orang tua saya Ayahanda Rully Setiawan dan Ibu Nurpitria. Terimakasih atas segala doa dan dukungan yang selalu diberikan tanpa pernah henti kepada saya sehingga saya bisa sampai ditahap ini.

ABSTRAK

Kuersetin merupakan senyawa flavonoid yang diisolasi dari benalu mangga (*Dendrophthoe pentandra*), dan memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antivirus, dan antiinflamasi. Namun, bioavailabilitas oralnya rendah sehingga sifat fisikokimianya perlu disesuaikan. Sifat tersebut dapat dimodifikasi melalui derivatisasi, salah satunya dengan mengubah gugus hidroksil menjadi gugus metoksi. Pada penelitian ini dilakukan derivatisasi kuersetin menjadi O-metilkuersetin melalui reaksi eterifikasi menggunakan dimetil sulfat dengan katalis basa natrium tert-butoksida sebagai pengaktivasi nukleofil. Produk hasil reaksi dipisahkan dengan Ekstraksi Cair-Cair (ECC), dimurnikan menggunakan kromatografi kolom, dan dianalisis dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Spektrofotometri UV-Visibel, *Fourier Transform Infrared* (FTIR), serta uji aktivitas antioksidan metode DPPH. Hasil menunjukkan perubahan noda dan nilai R_f pada KLT, pergeseran panjang gelombang maksimum dari 256 nm dan 351 nm menjadi 257 nm dan 348 nm pada UV-Visibel, serta pergeseran pita O–H dari 3211,08 cm⁻¹ menjadi 3245,55 cm⁻¹ dan munculnya pita baru 1116,51 cm⁻¹ dan 1085,91 cm⁻¹ pada FTIR yang khas untuk eter alifatik. Nilai IC₅₀ isolat sebesar 6,2 µg/mL meningkat menjadi 7,4 µg/mL pada derivat, keduanya termasuk kategori sangat kuat (IC₅₀ < 50 µg/mL). Rendemen derivat mencapai 78%, menunjukkan natrium tert-butoksida efektif sebagai alternatif basa dalam sintesis turunan kuersetin.

Kata kunci: Kuersetin, O-metilkuersetin, eterifikasi, natrium tert-butoksida.

ABSTRACT

Quercetin was a flavonoid compound isolated from mango mistletoe (Dendrophthoe pentandra) and had biological activities such as antioxidant, antiviral, and anti-inflammatory. Its low oral bioavailability required adjustment of physicochemical properties. This could be achieved through derivatization, such as converting hydroxyl groups into methoxy groups. This study derivatized quercetin into O-methylquercetin via etherification using dimethyl sulfate with sodium tert-butoxide as a base catalyst and nucleophile activator. The reaction product was separated by Liquid–Liquid Extraction (LLE), purified with column chromatography, and analyzed using Thin Layer Chromatography (TLC), UV–Visible spectrophotometry, Fourier Transform Infrared (FTIR), and antioxidant activity assay by the DPPH method. Results showed changes in spots and R_f values on TLC, shifts of maximum wavelengths from 256 nm and 351 nm to 257 nm and 348 nm in UV–Visible, and an O–H band shift from 3211.08 cm⁻¹ to 3245.55 cm⁻¹ with new bands at 1116.51 cm⁻¹ and 1085.91 cm⁻¹ in FTIR, indicating aliphatic ether formation. The IC₅₀ increased from 6.2 µg/mL in the isolate to 7.4 µg/mL in the derivative, both categorized as very strong (IC₅₀ < 50 µg/mL). The derivative yield reached 78%, showing sodium tert-butoxide was effective as an alternative base in quercetin derivative synthesis.

Keywords: *Quercetin, O-methylquercetin, etherification, sodium tert-butoxide.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Sintesis O-Metilkuersetin Menggunakan Basa Natrium Tert-Butoksida Sebagai Pengaktivasi Nukleofil Dalam Reaksi Eterifikasi”**, dibawah bimbingan Dr. Achmad Zainuddin, M.S dan Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Saya menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bantuan, bimbingan dan arahan yang berharga dari berbagai pihak selama proses penyusunan. Oleh karena itu, saya ingin mengungkapkan rasa terima kasih 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. Nur Asni Setiani, M.Si., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada saya,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Dr. Achmad Zainuddin, M.S., selaku Dosen Pembimbing I, penulis menyampaikan terima kasih atas bimbingan, koreksi, dan masukan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, penulis menyampaikan terima kasih atas bimbingan, koreksi, dan masukan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta, Papa Rully Setiawan dan Mama Nurpitria, terima kasih penulis ucapkan atas segala pengorbanan dan ketulusan yang telah diberikan. Meskipun Papa dan Mama tidak sempat merasakan pendidikan di bangku perkuliahan, namun selalu berusaha memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan, baik secara moral maupun finansial, serta memprioritaskan pendidikan dan kebahagiaan anak-anaknya. Perjalanan hidup kita sebagai satu keluarga utuh memang tidak mudah, tetapi segala hal yang telah dilalui memberikan penulis pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi seorang perempuan yang kuat, bertanggung jawab, selalu berjuang, dan mandiri. Semoga dengan adanya skripsi ini dapat membuat Papa dan Mama lebih bangga karena

telah berhasil menjadikan anak perempuan pertamanya ini menyandang gelar sarjana seperti yang diharapkan. Besar harapan penulis, semoga Papa dan Mama selalu sehat, panjang umur, dan bisa menyaksikan keberhasilan-keberhasilan lainnya yang akan penulis raih di masa yang akan datang.

9. Raisya Nur Azizah, adik tercinta, terima kasih telah menjadi penyemangat dan motivasi untuk terus belajar menjadi sosok kakak yang lebih baik.
10. Syifa Ismayatu Rohmah, sahabat terbaik sejak awal perkuliahan, yang selalu memberi kebersamaan, dorongan, dan semangat hingga akhir studi.
11. *Sintesis family*: Pandu, Ipan, dan Syifa, atas dukungan dan kerja sama selama penelitian di laboratorium.
12. Teman-teman angkatan 2021, khususnya kelas Regular Pagi A, atas kehangatan, keceriaan, dan motivasi yang diberikan sepanjang perkuliahan di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.
13. Fajar Salimul Afif, seseorang yang telah menemani setiap fase kehidupan penulis dengan kesabaran, bantuan, dan dukungan tanpa henti selama delapan tahun terakhir.
14. Terakhir, kepada diri saya sendiri, terima kasih Salsya, telah memilih untuk bertahan, tetap berjuang, dan terus melangkah hingga titik ini. Terima kasih telah menjadi perempuan yang kuat dan ikhlas dalam menghadapi perjalanan hidup yang tidak selalu mudah. Dengan terselesaikannya skripsi ini, kamu telah membuktikan bahwa kamu mampu meraih gelar Sarjana Farmasi tepat waktu, sekaligus menjadikannya sebagai pijakan untuk terus menorehkan pencapaian lain yang lebih membanggakan.

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

Bandung, Agustus 2025
Salsyabila Rahmadini Putri

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kuersetin	4
2.2 Modifikasi Molekul	5
2.3 Metode Eterifikasi	8
2.4 Nukleofil	9
2.5 Basa	9
2.7 Antioksidan	11
2.8 Karakterisasi Senyawa	11
2.8.1 Kromatografi Lapis Tipis	12
2.8.2 <i>Forier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR)	12
2.8.3 Spektrofotometri UV - Visibel	13
2.8.4 Spektrometri Massa	14
2.8.5 Spektroskopi NMR (<i>Nuclear Magnetic Resonance</i> / NMR) ..	15
2.8.6 <i>High-Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC)	15
BAB III TATA KERJA	17
3.1 Alat	17
3.2 Bahan	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.1.1 Identifikasi Isolat Kuersetin	18
3.1.2 Derivatisasi Isolat Kuersetin	19
3.1.3 Identifikasi Derivat Kuersetin	20
3.1.4 Uji Aktivitas Antioksidan	21
BAB IV HASIL PENELITIAN	22
4.1 Identifikasi Isolat Kuersetin	22
4.1.1 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	22
4.1.2 <i>Fourier Tranform Infrared</i> (FTIR)	22

4.1.3 Spektrofotometri UV-Visibel	23
4.2 Derivatisasi Kuersetin	24
4.2.1 Prediksi IBM RXN	24
4.2.2 Reaksi.....	25
4.2.3 Pemisahan	27
4.2.4 Pemurnian	28
4.3 Identifikasi Turunan Kuersetin	29
4.3.1 Kromatografi Lapis Tipis.....	29
4.3.2 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	30
4.3.3 Spektrofotometri UV-Visibel	32
4.4 Uji Antioksidan.....	33
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sifat Fisiko Kimia Kuersetin	5
2.2 Senyawa Basa dan pK_a Asam Konjugatnya	10
2.3 Daerah Serapan Kuersetin Standar	13
4.1 Hasil Analisis Gugus Fungsi Spektrum FTIR Isolat Kuersetin.....	23
4.2 Hasil Analisis Gugus Fungsi Spektrum FTIR Isolat dan Derivat.....	31
4.3 Hasil Uji Antioksidan Isolat dan Derivat Kuersetin	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Kuersetin	4
4.1 Hasil KLT Isolat Kuersetin	22
4.2 Hasil Spektrum FTIR Isolat Kuersetin	23
4.3 Hasil Spektrofotometri UV-Visibel Isolat Kuersetin	24
4.4 Hasil Prediksi Menggunakan IBM RXN.....	25
4.5 Hasil KLT Setelah 24 jam Reaksi Derivatisasi Kuersetin	26
4.6 Ilustrasi Reaksi Metilasi Kuersetin.....	27
4. 7 Hasil KLT Setelah Proses Ekstraksi Cair-Cair.....	27
4.8 Hasil KLT Pemurnian Derivat Kuersetin.....	29
4. 9 Hasil KLT Derivat Kuersetin	30
4.10 Hasil Spektrum FTIR Derivat Kuersetin.....	31
4.11 Hasil FTIR Perbandingan Isolat Kuersetin dengan Derivat Kuersetin	31
4.12 Hasil Spektrofotometri UV-Visibel Isolat dengan Derivat Kuersetin..	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Perhitungan Mol dan Bobot Teoritis	40
2 Perhitungan Aktivitas Antioksidan.....	41
3 Prosedur Pengujian Derivatisasi	42

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shakarchi, W., Abdulaziz, N. T., & Mustafa, Y. F. (2022). 'A review of the chemical, pharmacokinetic, and pharmacological aspects of quercetin'. *Eurasian Chemical Communications*, 4 (7), pp. 645–656. <https://doi.org/10.22034/ecc.2022.335451.1393>
- Amin, S., Lestari, N., Shofa Nurfatimah, G., Salma Azhara, R., Novita Siti Ramadhani, T., Santika, M. (2025). Modifikasi Molekul Kimia Senyawa Aktif Dari Tanaman Obat Sebagai Antimalaria. *Jurnal Universitas Pahlawan*. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- Ashfi Auha, N. (2021). 'Development and Validation of Infrared Spectroscopy Methods for Rutin Compound Analysis'. *J. Chem. Sci*, 10(2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Campodónico, P. R., Tapia, R. A., & Suárez-Rozas, C. (2022). How the Nature of an Alpha-Nucleophile Determines a Brønsted Type-Plot and Its Reaction Pathways. *Frontiers in Chemistry*, 9.
- Chen, R. (2014). 'Effects of the Vegetable Polyphenols Epigallocatechin-3-Gallate, Luteolin, Apigenin, Myricetin, Quercetin, and Cyanidin in Primary Cultures of Human Retinal Pigment Epithelial Cells'. *Molecular Vision*, 20.
- Darmawansyah, A. (2023). 'Pemisahan Senyawa Terpenoid Ekstrak n-Heksan Daun Kaembu-Embu (*Blumea balsamifera*) Menggunakan Kromatografi Kolom Gravitasi'. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 12. <http://sains.uho.ac.id/index.php/journal>
- Diamanti, A., Ganase, Z., Grant, E., Armstrong, A., Piccione, P. M., Rea, A. M., Richardson, J., Galindo, A., & Adjiman, C. S. (2021). 'Mechanism, kinetics and selectivity of a Williamson ether synthesis: Elucidation under different reaction conditions'. *Reaction Chemistry and Engineering*, 6(7). <https://doi.org/10.1039/d0re00437e>
- El-Saber Batiha, G., Beshbishy, A. M., Ikram, M., Mulla, Z. S., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Algammal, A. M., & Ali Elewa, Y. H. (2020). 'The pharmacological activity, biochemical properties, and pharmacokinetics of the major natural polyphenolic flavonoid: Quercetin'. *Foods*, 9 (3). <https://doi.org/10.3390/foods9030374>
- Endharti, A. T., & Permana, S. (2017). 'Extract from mango mistletoes *Dendrophthoe pentandra* ameliorates TNBS-induced colitis by regulating CD4+ T cells in mesenteric lymph nodes'. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1973-z>
- Fadilatusya, Z., Aulia Ramdini, D., & Triyandi, R. (2024). 'Literature Review: Modifikasi Bahan Aktif Farmasi (Baf) Dengan Metode Kokristal'. *Sains Medisina*, 3(2).

- Güzeloğlu, A., Bhattarai, A., & Wilczura-Wachnik, H. (2024). 'Interactions between quercetin and surfactants/solvents'. *Results in Chemistry*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101573>
- Hamlin, T. A., Swart, M., & Bickelhaupt, F. M. (2018). 'Nucleophilic Substitution (SN2): Dependence on Nucleophile, Leaving Group, Central Atom, Substituents, and Solvent'. *ChemPhysChem*, 19 (11), pp. 1315–1330. <https://doi.org/10.1002/cphc.201701363>
- Huang, L., Li, P., Wu, J., Feng, B., Tian, M., Xu, S., Lyu, W., Feng, X., Zhao, W., & Chen, Y. (2025). 'Functional characterization of *O*-methyltransferases involved in biosynthesis of flavonoids in dwarf banana *Musella lasiocarpa*'. *Medicinal Plant Biology*, 4(1). <https://doi.org/10.48130/mpb-0025-0004>
- Hussein, J. (2025). 'Principles and Applications of High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): A Review'. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 18(2), pp. 1087–1091. <https://doi.org/10.13005/bpj/3154>
- Kalamb, V. S., Game, M. D., Malge, T. G., & Malthankar, A. S. (2022). 'HPLC Method Development and Validation: A Review'. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*, 2(2). <https://doi.org/10.48175/568>
- Kaliawan, & Prayogo Danardono. (2021). 'Kuantifikasi Senyawa Flavonoid Dengan Lc-Ms/Ms Secara Simultan'. *Distilat*, 7 (1)
- Kapešová, J., Petrášková, L., Markošová, K., Rebroš, M., Kotik, M., Bojarová, P., & Křen, V. (2019). 'Bioproduction of quercetin and rutinose catalyzed by rutinoidase: Novel concept of solid state biocatalysis'. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijms20051112>
- Karuppaiah, S., & Krishnan, M. (2022). 'UV-Visible Spectroscopy for Colorimetric Application's. *Colorimetry*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101165>
- Klitou, P., Rosbottom, I., Karde, V., Heng, J. Y. Y., & Simone, E. (2022). 'Relating Crystal Structure to Surface Properties: A Study on Quercetin Solid Forms'. *Crystal Growth and Design*, 22(10). <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.2c00707>
- Kumar, R., Vijayalakshmi, S., & Nadanasabapathi, S. (2017). 'Health Benefits of Quercetin'. *Defence Life Science Journal*, 2(2), 142.
- Li, L., Li, Y., Wu, Z., Chen, J., & Chen, J. (2021). 'Spray-dried quercetin-lactose powders for oral tablets with improved dissolution rates and modified material properties'. *Journal of Nanomaterials*. <https://doi.org/10.1155/2021/2365353>
- Magar, R. T., & Sohng, J. K. (2020). 'A Review on Structure, Modifications and Structure-Activity Relation of Quercetin and Its Derivatives'. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(1)
- Martha, R. D., Danar, D., Safitri, Y. D., & Parbuntari, H. (2024). 'Identifikasi Senyawa Flavonoid Daun Jinten (*Plectranthus amboinicus*) Menggunakan Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS) dan Potensinya sebagai Antikanker Secara In-Vitro'. *Sainteks*, 21(1), pp. 67.

- Molyneux, P. (2003). The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Macrophile Associates*.
- Nicolas Gunawidjaja, P. (2013). An Overview Of Nuclear Magnetic Resonance. *Integral*, 11(1).
- Olszowy, M., & Dawidowicz, A. L. (2018). 'Is it possible to use the DPPH and ABTS methods for reliable estimation of antioxidant power of colored compounds?'. *Chemical Papers*, 72(2), pp. 393–400.
- Peter G. M. Wuts. (2014). *Greene's Protective Groups In Organic Synthesis* (Fifth edition). John Wiley & Sons, Inc.
- Prafulla M. Sabale, Manish A. Kamble, & Vidya P. Sabale. (2025). 'Chemical Derivatization of Phytoconstituents to Enhance Therapeutic Potential'. *Bharati Vidyapeeth Medical Journal*, 5.
- Purwanto, B. T. (2013). 'Modifikasi Struktur N-Fenilurea Menjadi Senyawa Baru N-Benzoilfenilurea Dan 4-Fluorobenzoilfenilurea Serta Uji Aktivitasnya Sebagai Penekan Susunan Saraf Pusat'. *Berkala Ilmiah Farmasi*, 2(1).
- Rachman, I. B. (2020). 'Thermodynamic and Infrared Spectroscopy Analysis of Tert-butyl Chloride and Hydroxide Nucleophilic Substitution Reaction Using Computational Method'. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2).
- Reddy, V. P. (2023). 'Oxidative Stress in Health and Disease'. In *Biomedicines*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/biomedicines11112925>
- Rial, L. P. (2023). 'Principles and Applications of Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectroscopy in Analytical Chemistry'. *Pharm Anal Chem*, 8(6), 1000225–1000226. <https://doi.org/10.35248/2471-2698.23.8.225>
- Rich, G. T., Buchweitz, M., Winterbone, M. S., Kroon, P. A., & Wilde, P. J. (2017). 'Towards an understanding of the low bioavailability of quercetin: A study of its interaction with intestinal lipids'. *Nutrients*, 9(2).
- Risma. (2024). Derivatisasi Kuersetin Dengan Dimetil Sulfat Melalui Reaksi Eterifikasi. *Skripsi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Yayasan Hazanah Bandung*.
- Rocha, F. R. P., & Zagatto, E. A. G. (2022). 'Chemical Derivatization in Flow Analysis'. *Molecules*, 27(5). <https://doi.org/10.3390/molecules27051563>
- Song, J., Kang, H. J., Lee, J. W., Wenas, M. A., Jeong, S. H., Lee, T., Oh, K., & Min, K. H. (2017). 'Transesterification of 2,4-dimethoxynitrobenzene by aromatic nucleophilic substitution'. *Plos One*, 12(8).
- Srinivas, K., King, J. W., Howard, L. R., & Monrad, J. K. (2010). 'Solubility and solution thermodynamic properties of quercetin and quercetin dihydrate in subcritical water'. *Journal of Food Engineering*, 100(2), pp. 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.001>
- Sulistiyani, M., Huda, N., Prasetyo, R., Alauhdin, D. M., & Abstrak, I. A. (2023). 'Calibration of Microplate Uv-Vis Spectrophotometer for Quality Assurance Testing of Vitamin C using Calibration Curve Method'. *J. Chem Sci*, 12 (2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>

- Tatsuzaki, J., Ohwada, T., Otani, Y., Inagi, R., & Ishikawa, T. (2018). 'A simple and effective preparation of quercetin pentamethyl ether from quercetin'. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 14, pp. 3112–3121. <https://doi.org/10.3762/bjoc.14.291>
- Valverde, S. (2024). 'The Essentials of High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): Principles, Applications, and Advances'. *J Chromatogr Sep Tech*, 15. <https://doi.org/10.35248/2157-7064.24.15.573>
- Venkateswarlu, K., Kumar, K. S., & Reddy, S. R. (2022). 'Current Opinion on Base Influenced Organic Transformations'. *Current Organic Chemistry*, 26(13), pp. 1235–1236. <https://doi.org/10.2174/138527282613221027161544>
- Wiwin Winingsih. (2016). Penggunaan Ftir-Atr Znse (Fourier Transform Infra Red) Untuk Penetapan Kadar Kuersetin Dalam Teh Hitam (*Camellia sinensis L.*). *JSTFI Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 5 (1).
- Yang, D., Wang, T., Long, M., & Li, P. (2020). 'Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine'. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
- Yi, H., Peng, H., Wu, X., Xu, X., Kuang, T., Zhang, J., Du, L., & Fan, G. (2021). 'The Therapeutic Effects and Mechanisms of Quercetin on Metabolic Diseases: Pharmacological Data and Clinical Evidence'. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (Vol. 2021). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2021/6678662>
- Ysrafil, Y., Sapiun, Z., Slamet, N. S., Mohamad, F., Hartati, H., Damiti, S. A., Alexandra, F. D., Rahman, S., Masyeni, S., Harapan, H., Mamada, S. S., Bin Emran, T., Nainu, F., Kesehatan, K. K., & Raya, P. (2023). 'Anti-inflammatory activities of flavonoid derivates'. *ADMET & DMPK*, 11(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.5599/admet.1918>