

**PEMBUATAN ESTER KURKUMIN SALISILAT
MENGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT PEKAT**

SKRIPSI

FEBRIANTI BAWANDA

A242010



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

**PEMBUATAN ESTER KURKUMIN SALISILAT MENGGUNAKAN
KATALIS ASAM SULFAT PEKAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

FEBRIANTI BAWANDA

A242010



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG**

202

**PEMBUATAN ESTER KURKUMIN SALISILAT MENGGUNAKAN
KATALIS ASAM SULFAT PEKAT**

**FEBRIANTI BAWANDA
A 242 010**

**Oktober 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.

Dengan mengucapkan Puji Tuhan, Saya persembahkan skripsi ini untuk keluargaku tercinta, yang menjadi rumah dalam setiap doa dan tangis yang tak terlihat. Kepada dosen pembimbing, yang dengan sabar membimbing langkah di tengah ragu. Teman-teman seperjuangan, yang hadir di tengah lelah, dan membuat perjalanan ini tidak sepenuhnya sunyi. Serta untuk diriku sendiri, yang tetap berjalan, meski pernah ingin berhenti.

ABSTRAK

Kurkumin merupakan senyawa aktif utama yang terdapat tanaman dalam kunyit (*Curcuma longa* L.) yang tergolong senyawa polifenol dari kelompok kurkuminoid yang memiliki aktivitas biologis luas, termasuk salah satunya adalah sebagai antioksidan. Namun, penggunaannya dalam formulasi farmasi masih terbatas karena kelarutannya yang rendah dan kestabilan yang kurang baik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan derivatisasi melalui reaksi esterifikasi dengan asam salisilat guna meningkatkan kestabilan senyawa serta mengevaluasi perubahan aktivitas antioksidannya. Proses derivatisasi dilakukan dengan merefluks campuran kurkumin dan asam salisilat dalam pelarut kloroform menggunakan katalis asam sulfat pekat pada suhu 60°C selama 4 jam. Hasil reaksi dimurnikan menggunakan kromatografi kolom dan dianalisis dengan KLT, spektrofotometri UV-Vis, serta FTIR. Analisis FTIR menunjukkan terbentuknya gugus ester yang ditandai dengan munculnya serapan C=O ester pada 1730 cm^{-1} dan C–O ester pada 1200–1250 cm^{-1} , serta penurunan intensitas gugus –OH sekitar 3400 cm^{-1} . Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 17,00 ppm untuk kurkumin isolat dan 47,43 ppm untuk derivat kurkumin salisilat, yang menunjukkan penurunan kemampuan menangkap radikal bebas akibat modifikasi gugus hidroksil menjadi ester. Hasil pemurnian menghasilkan rendemen produk sebesar 51,7%, menunjukkan bahwa reaksi telah berlangsung tetapi belum optimal. Uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menghasilkan nilai IC_{50} sebesar 17,00 ppm untuk kurkumin isolat dan 47,43 ppm untuk derivat kurkumin salisilat, yang menunjukkan penurunan aktivitas setelah modifikasi gugus hidroksil menjadi ester. Berdasarkan hasil tersebut, proses derivatisasi berhasil dilakukan namun masih memerlukan optimasi lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

Kata Kunci : Derivatiasi, esterifikasi, asam salisilat, kromatografi lapis tipis (KLT), FTIR, spektrofotometri UV-Vis, rendemen, antioksidan.

ABSTRACT

Curcumin is the main active compound found in turmeric (Curcuma longa L.) and belongs to the polyphenol group of curcuminoids, which possesses various biological activities, including antioxidant properties. However, its application in pharmaceutical formulations remains limited due to its low solubility and poor stability. This study aimed to synthesize a curcumin derivative through an esterification reaction with salicylic acid to improve the compound's stability and evaluate changes in its antioxidant activity. The derivatization process was carried out by refluxing a mixture of curcumin and salicylic acid in chloroform using concentrated sulfuric acid as a catalyst at 60°C for 4 hours. The reaction product was purified using column chromatography and analyzed by TLC, UV-Vis spectrophotometry, and FTIR spectroscopy. The FTIR analysis confirmed the formation of an ester group indicated by the presence of C=O absorption at 1730 cm^{-1} and C–O absorption at 1200–1250 cm^{-1} , along with a decreased intensity of the –OH group around 3400 cm^{-1} . The purification process yielded a product with a recovery of 51.7%, indicating that the reaction occurred but was not yet optimal. The antioxidant activity test using the DPPH method showed IC_{50} values of 17.00 ppm for isolated curcumin and 47.43 ppm for the curcumin salicylate derivative, indicating a decrease in antioxidant capacity after modification of the hydroxyl group into an ester. These results demonstrate that the derivatization process was successfully carried out but still requires further optimization to achieve better outcomes.

Keywords: Derivatization, Esterification, Curcumin, Salicylic Acid, Thin Layer Chromatography (TLC), FTIR, UV-Vis Spectrophotometry, Yield, Antioxidant.

KATA PENGANTAR

Shalom, Damai sejahtera,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN ESTER KURKUMIN SALISILAT MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT PEKAT”** dibawah bimbingan dosen pembimbing Dr. Achmad Zainuddin, M.S. dan Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si atas bimbingan, nasihat, arahan, dukungan serta pengorbanan yang diberikan, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan dan arahan yang berharga dari berbagai pihak selama proses penyusunan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis 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. Yola Desnera Putri, M.Farm., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Serta teman-teman angkatan 2024, yang telah memberikan semangat, kehangatan, dan kegembiraan selama penulis kuliah di 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, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR KUTIPAN	ii
LEMBAR 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	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kunyit (<i>Curcuma Longa</i> L.).....	4
2.2 Kurkumin.....	6
2.3 Derivatisasi dengan reaksi eterifikasi	8
2.4 Asam Salisilat	10
2.5 Pemisahan dan Pemurnian	11
2.6 Antioksidan.....	12
2.7 Elusidasi Struktur	14
2.8 Identifikasi Isolat Kurkumin	16
BAB III TATA KERJA	19
3.1 Alat.....	19
3.2 Bahan.....	19
3.3 Metode Penelitian.....	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Prediksi <i>IBM RXN</i>	22

4.2 Uji Kemurnian Isolat Kurkumin.....	22
4.3 Derivatisasi kurkumin.....	24
4.4 Permurnian Menggunakan Komatografi Kolom.....	29
4.5 Elusidasi Struktur Derivat Kurkumin	30
4.6 Pengujian Aktivitas Antioksidan.....	34
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sifat Fisika Kimia Kurkumin.....	6
2.2 Sifat Fisika Kimia Asam Salisilat	11
4.1 Uji Kemurnian Isolat.....	23
4.1 Hasil Komatografi Lapis Tipis Saat Refluks	25
4.2 Hasil Komatografi Lapis Tipis Setelah Evaporasi	27
4.3 Komatografi Lapis Tipis Setelah Pemurnian	29
4.4 Absorbansi Derivat Kurkumin	31
4.5 Spektrum FTIR Senyawa Isolat dan Derivat.....	32
4.6 Interpretasi Spektrum FTIR Hasil Sintetis Kurkumin Salisilat ...	33
4.7 Pengujian Antioksidan Kurkumin dan Derivat Kurkumin	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman Kunyit (<i>Curcuma Longa L.</i>)	4
2.2 Struktur senyawa kurkumin	7
2.3 Reaksi Esterifikasi	9
2.4 Mekanisme Reaksi Esterifikasi.....	10
2.5 Stuktur Asam Salisilat.....	10
2.6 Struktur Radikal DPPH	13
2.7 Mekanisme Reaksi DPPH dengan Antioksidan	13
2.8 Diagram Spektrofotometri UV-Visible	15
4.1 Hasil Prediksi Produk	22
4.2 Pergeseran panjang Gelombang Derivat	31
4.3 Kurva Kalibrasi Pembanding Isolat	35
4.4 Kurva Kalibrasi Pembanding Derivat	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. COA Isolat Kurkumin.....	44
2. COA DPPH	45
3. Perhitungan Mol	46
4. Perhitungan RF Kurkumin	47
5. Perhitungan Larutan Induk Dan Pengenceran	49
6. Perhitungan Rendemen Hasil Derivatisasi Kurkumin	50
7. Hasil Analisis Spektrofotometri UV-Visibel.....	51
8. HASil Analisis FTIR	52
9. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan	53
10. Dokumentasi.....	56

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A. M., Murdiono, W. E., & Sitompul, S. M. (2017). Kajian etnobotani tumbuhan obat oleh pembuat jamu di Kecamatan Wringin Kabupaten Bondowoso [An ethnobotanical study of medicinal plants by jamu makers in Wringin Subdistrict, Bondowoso Regency]. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7), 1162–1169.
- Alauhdin, M., Eden, W. T., & Alighiri, D. (2021). Aplikasi spektroskopi inframerah untuk analisis tanaman dan obat herbal. *Inovasi Sains dan Kesehatan*, 5(1), 4.
- Alrosyidi, A. F. (2025). 'Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dan ekstrak etanol bawang putih tunggal (*Allium sativum* L.) terfermentasi' *Jurnal Farmagazine*, 12(1), 17-22.
- Amalia, L., & Ersam, T. (2016). Isolasi senyawa artonine E dari ekstrak kulit akar *Artocarpus elasticus* [Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].
- Anisa, D. N., Utami, G. N., & Hidayat, D. (2022). Sintesis senyawa analog kurkumin monoketon dengan variasi konsentrasi katalis KOH. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(1), 13–20.
- Anisa, D. N., Anwar, C., & Afriyani, H. (2020). Sintesis senyawa analog kurkumin berbahan dasar. *Jurnal Analit*, 5(1), 74–81.
- Arfah, M. P., Mappiratu, M., & Razak, A. R. (2015). Optimasi reaksi esterifikasi asam laurat dengan metanol menggunakan katalis asam sulfat pekat. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 4(1).
- Atun, S. (2014). 'Metode isolasi dan identifikasi struktur senyawa organik bahan alam' *Jurnal Kimia*, 8(2), 53–61.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 23 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Bahan Kosmetik*.
- Butarbutar, M. E. T., & Chaerunisaa, A. Y. (2021). Peran pelembab dalam mengatasi kondisi kulit kering. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 56–69.
- Christy, T. W., & Showiantari, S. (2017). Pembentukan mikropartikel senyawa kurkumin dalam ekstrak temulawak menggunakan CO₂ superkritis sebagai anti-solvent [Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].
- Damanik, A. D., Hutagaol, R. J., Fitriyani, F., Firmansyah, A., & Winingsih, W. (2020). Peningkatan kelarutan ekstrak lada (*Piper nigrum* L.) dalam air dan karakterisasinya. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 9(1), 10–18.
- Djamil, R., & Yenni, C. (2014). Isolation and identification of flavonoid compounds in n-butanol fraction of dewa leaves (*Gynura*

- pseudochina* L.). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 12(1), 93–98.
- Dwipa, I. B. M. A., Nurlita, F., & Tika, I. N. (2014). Optimasi proses esterifikasi asam salisilat dengan n-oktanol. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 8(1), 1–11.
- Fajria, A. (2009). Sintesis senyawa analog kurkumin 3,5-bis-(4'-hidroksi'-metoksi benzilidin) hidroksi-3 benzilidin)-piperidin 4-on (monohidrat hidroklorida) dengan katalis HCl [Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Fasih, S., & Arif, A. B. (2016). Salicylic acid peeling in the treatment of facial acne vulgaris. *Pakistan Journal of Physiology*, 12(4), 7–8.
- Fauzi, T. M. (2021). Kajian kurkumin pada kunyit dan temulawak dalam penyembuhan penyakit Coronavirus Diseases 2019 (Covid-19). *Majalah Ilmiah METHODA*, 11(2), 138–144.
- Flory, S., Sus, N., Haas, K., Jehle, S., Kienhöfer, E., Waehler, R., & Frank, J. (2021). Increasing post-digestive solubility of curcumin is the most successful strategy to improve its oral bioavailability: A randomized cross-over trial in healthy adults and in vitro bioaccessibility experiments. *Molecular Nutrition & Food Research*, 65(24), 2100613.
- Forestryana, D., & Arnida, A. (2020). Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis ekstrak etanol daun jeruju (*Hydrolea spinosa* L.). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 11(2), 113–124.
- Haryani, F., Hakim, A., & Hanifa, N. I. (2021). Perbandingan Pelarut Etanol 96% dan Aseton pada Ekstraksi dan Isolasi Kurkuminoid dari Rimpang Kunyit. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2(2), 112-117.
- Handayani, D., Halimatushadyah, E., & Krismayadi, K. (2023). Standarisasi mutu simplisia rimpang kunyit dan ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma longa* Linn.). *Pharmacy Genius*, 2(1), 43–59.
- Handoko, S. (2016). Pemisahan senyawa steroid fraksi petroleum eter (PE) mikroalga *Chlorella* sp. dengan metode kromatografi kolom [Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim].
- Hutagalung, S. (2023). Karakterisasi senyawa metabolit sekunder arak tradisional Bali dan koktail menggunakan skrining fitokimia, spektrofotometer UV-Vis dan kromatografi cair kinerja tinggi-spektrometri massa. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(1), 7–19.
- Isnaeni, N. L., Wulandari, W. T., & Alifiar, I. (2021). Pembuatan dan karakterisasi kokristal kurkumin dengan asam askorbat sebagai koformer [Doctoral dissertation, STIKes BTH Tasikmalaya].

- Jiang, T., Ghosh, R., & Charcosset, C. (2021). Extraction, purification and applications of curcumin from plant materials—A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 419–430.
- Jusnita, N. (2016). Identifikasi rhodamin B pada sediaan lipstick yang beredar di Pasar Jakarta Utara dengan metode kromatografi lapis tipis. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 1(2), 42–47.
- Kamar, I., Zahara, F., & Yuniarni, D. (2021). Identifikasi parasetamol dalam jamu pegal linu menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3(1), 24–29.
- Kementerian Kesehatan RI. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia* (Edisi II). Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan.
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Farmakope Indonesia* (Edisi VI). Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan.
- Kim, M., Park, Y., & Cho, S. (2015). Synthesis of alkyl quercetin derivatives. *Journal of Molecular Structure*, 58, 343–348.
- Maesaroh, K., Kurnia, D., & Al Anshori, J. (2018). Perbandingan metode uji aktivitas antioksidan DPPH, FRAP dan FIC terhadap asam askorbat, asam galat dan kuersetin. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 93–100.
- Maharani, L. T. D. (2021). Peningkatan kelarutan kurkumin serbuk kunyit (*Curcuma longa* Linn.) dalam air melalui modifikasi struktur sebagai micelle dengan maltodextrin/erythritol [Undergraduate thesis, Universitas Kristen Satya Wacana].
- Mahmood, K., Zia, K. M., Zuber, M., Salman, M., & Anjum, M. N. (2015). Recent developments in curcumin and curcumin-based polymeric materials for biomedical applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 877–890.
- Mailani, S. (2022). *Sintesis dan karakterisasi derivat kojil tioeter dari asam kojik dan N-asetilsistein* (Disertasi Doktorat, Universitas Hasanuddin).
- Mardianis, Y., Anwar, C., & Haryadi, W. (2017). Sintesis analog kurkumin monoketon berbahan dasar sinamaldehida dan uji aktivitasnya sebagai inhibitor enzim α -glukosidase. *Jurnal Sains Dasar*, 6(2), 123–132.
- Mukhrani, T. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Munir, M. A. (2022). Identifikasi dan penentuan hidrokuinon dalam beberapa krim kosmetik menggunakan metode kromatografi lapis tipis dan spektrofotometri. *INPHARNMED Journal (Indonesian Pharmacy and Natural Medicine Journal)*, 6(1), 26–34.
- Mutiah, R. (2015). Evidence based kurkumin dari tanaman kunyit (*Curcuma longa*) sebagai terapi kanker pada pengobatan modern. *Journal of Islamic Pharmacy*, 1(1), 28–41.

- Nafisa, S., Rohmah, S., Nihan, Y. A., Nurfadhila, L., & Utami, M. R. (2023). Analisis senyawa obat warfarin dalam plasma darah dengan metode HPLC/KCKT. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(2), 479–494.
- Ngesti, D. P. (2021). *Penetapan kadar asam salisilat dari produk kosmetika facial wash anti jerawat yang dijual di daerah Pemalang Jawa Tengah dengan metode spektrofotometri UV-Vis* (Skripsi, STIKes Mitra Keluarga Bekasi).
- Nugraha, M. I. A. (2022). *Potensi kurkumin dalam rimpang kunyit (*Curcuma longa* Linn) sebagai anti-inflamasi pada gastritis akibat infeksi *Helicobacter pylori* (Disertasi Doktorat, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta).
- Oglah, M. K., Mustafa, Y. F., Bashir, M. K., Jasim, M. H., & Mustafa, Y. F. (2020). Curcumin and its derivatives: A review of their biological activities. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(3), 472–481.
- Patwekar, S. L., Khavane, K. B., Chainpure, P. R., & Shivpuje, S. A. P. S. S. (2021). A review on different preparation methods used for development of curcumin nanoparticles. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 9(1), 4088–4101.
- Prasad, S., Gupta, S. C., Tyagi, A. K., & Aggarwal, B. B. (2014). ‘Curcumin, a component of golden spice: From bedside to bench and back’. *Biotechnology Advances*, 32(6), 1053–1064. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.04.004>
- Pratiwi, A. R. H., Yusran, Islawati, & Artati. (2023). Analysis of antioxidant levels in green binahong leaf extract (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 8(2), 65–74.
- Pratiwi, D. N., Utami, N., & Pratimasari, D. (2021). Identifikasi senyawa flavonoid dalam ekstrak, fraksi polar, semi polar serta non polar bunga pepaya jantan (*Carica papaya* L.). *Jurnal Farmasi*, 2(1), 25–31.
- Pyzer-Knapp, E. O., Pitera, J. W., Staar, P. W., Takeda, S., Laino, T., Sanders, D. P., ... & Curioni, A. (2022). Accelerating materials discovery using artificial intelligence, high performance computing and robotics. *NPJ Computational Materials*, 8(1), 84.
- Rahayu, S., Kurniasih, N., & Amalia, V. (2015). Ekstraksi dan identifikasi senyawa flavonoid dari limbah kulit bawang merah sebagai antioksidan alami. *Al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2(1), 1–8.
- Rahmawati, I. (2011). Synthesis of 1,5-difuril-1,4-pentadien-3-on. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 8(1), 57–65.

- Rahmawati, I., & Purwaningsih, D. (2018). Uji aktivitas antijamur beberapa senyawa monokarbonil analog curcumin hasil sintesis. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 5(2), 149–156.
- Rezki, R. S., Anggoro, D., & Siswarni, M. Z. (2015). Ekstraksi multi tahap kurkumin dari kunyit (*Curcuma domestica* Valet) menggunakan pelarut etanol. *Jurnal Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara*.
- Riskianto, Kamal, S. E., & Aris, M. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap DPPH. *Jurnal Pro-Life*, 8.
- Rohmah, A. (2021). *Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang (Caesalpinia sappan L.) menggunakan metode DPPH dan potensinya sebagai sun-protection melalui uji SPF secara in vitro* (Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang).
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., & Wilapangga, A. (2018). Analisis fitokimia dan gugus fungsi dari ekstrak etanol pisang goroho merah (*Musa acuminata* L.). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1).
- Sarmadansyah, S., Nasution, H. M., Daulay, A. S., & Mambang, D. E. P. (2023). Skrining fitokimia dan isolasi senyawa flavonoid dari ekstrak etanol biji buah menteng (*Baccaurea racemosa* (Reinw.) Müll. Arg). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1748–1758.
- Siahaan, J. M. (2017). Effect of antihypoglycemic *Sechium edule* Jacq. Swartz. ethanol extract on histopathologic changes in hyperglycemic *Mus musculus* L. *Indonesian Journal of Medicine*, 2(2), 86–93.
- Siahaan, J. M., Anto, E. J., & Fauzi, T. M. (2021). The effects of ethanol extract, chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz) fraction and juice on the high-density lipoprotein level in male white mice. *Indonesian Journal of Medicine*, 6(2), 145–151.
- Simanullang, E., Putri, N. M., Sembiring, M., & Sinuhaji, L. (2019). Analisis manfaat teh kurkumin kunyit dan pemakaian K3 pada petani wanita untuk pencegahan kanker multiple myeloma di Berastagi Kab. Karo tahun 2019. *Dinamika Kesehatan: Jurnal Kebidanan dan Keperawatan*, 10(2), 609–621.
- Siswarni, M. Z., Putri, Y. I., & Rinda, R. (2017). Ekstraksi kuersetin dari kulit terong Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) menggunakan pelarut etanol dengan metode maserasi dan sokletasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 36–42.
- Suhendra, L. (2017). Aktivitas antioksidan ekstrak bubuk kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 2(2), 237–247.
- Sunu, B. (2018). Penggunaan zat pewarna sintetis pada sirup yang dijual di pasar modern Kota Makassar. *Jurnal Kesmas Untika Luwuk: Public Health Journal*, 9(2), 11–17.

- Susanti, M. M., & Liana, N. A. (2021) 'Pengaruh variasi konsentrasi katalis asam sulfat pekat terhadap hasil derajat esterifikasi metil laurat. *Indonesian Journal on Medical Science*, 8(2).
- Winingsih, W., Ulfa, M., & Suprijana, O. (2016). Penggunaan FTIR-ATR ZnSe (Fourier Transform Infrared) untuk penetapan kadar kuersetin dalam teh hitam (*Camellia sinensis* L.). *Jurnal Ilmu Farmasi*, 1, 47–53.
- Wulandari, R. D. (2024). *Sintesis SnO₂/zeolit alam menggunakan metode sonikasi sebagai katalis pada reaksi esterifikasi asam oleat* (Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang).
- Yemirta. (2010). Identifikasi kandungan senyawa antioksidan dalam kayu secang (*Caesalpinia sappan*). *Jurnal Ilmu Kimia*, 41–46.