

**ISOLASI β -TURMERON DARI OLEORESIN KUNYIT
DENGAN METODE ADSORPSI MENGGUNAKAN SILIKA
GEL DAN PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDANNYA
DENGAN METODE DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)**

SKRIPSI

**SITI ZAHRA SEPTIANI
A181041**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2022**

**ISOLASI β -TURMERON DARI OLEORESIN KUNYIT
DENGAN METODE ADSORPSI MENGGUNAKAN SILIKA
GEL DAN PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDANNYA
DENGAN METODE DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**SITI ZAHRA SEPTIANI
A181041**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2022**

**ISOLASI β -TURMERON DARI OLEORESIN KUNYIT DENGAN
METODE ADSORPSI MENGGUNAKAN SILIKA GEL DAN PENGUJIAN
AKTIVITAS ANTIOKSIDANNYA DENGAN METODE DPPH (2,2-
diphenyl-1-picrylhydrazyl)**

**SITI ZAHRA SEPTIANI
A181041**

Oktober 2022


Disetujui oleh:

Pembimbing



Sri Gustini Husein, M.Si.

Pembimbing



apt. Melvia Sundalian, M.Si.

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

Skripsi ini penulis persembahkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala sebagai bentuk rasa syukur serta kepada Bapak (Apidin), Mamah (Cucu), Kakak (Ica & Muti), Suami (Fauzan Arung Samudro), keluarga besar, dan sahabat-sahabat yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, semangat dan do'a setiap saat.

ABSTRAK

Oleoresin merupakan produk samping dari proses ekstraksi rimpang kunyit yang memiliki kandungan kimia yang potensial untuk dikembangkan, salah satunya β -turmeron. β -turmeron memiliki khasiat sebagai antioksidan, namun, belum banyak penelitian terkait dengan isolasi senyawa β -turmeron serta pengujian aktivitas antioksidannya. Isolasi senyawa β -turmeron dari oleoresin kunyit dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan silika gel dengan berbagai variasi perbandingan. β -turmeron dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Vis, Spektrofotometri IR, KLT dan GC-MS serta menguji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Dari hasil Spektrofotometri UV-Vis, eluat hasil adsorpsi dengan perbandingan 1:1 menunjukkan panjang gelombang maksimum yang konsisten yaitu pada 236 nm. Hasil analisa GC-MS menunjukkan isolat β -turmeron yang diperoleh dari proses isolasi memiliki kemurnian 52,02% dengan rendemen isolatnya sebesar 33,63%. Hasil identifikasi dengan KLT menunjukkan keberadaan senyawa yang diduga sebagai β -turmeron dengan nilai Rf 0,6. Spektrum IR menunjukkan adanya vibrasi *stretching* gugus C=C aromatik pada bilangan gelombang 2958,45 cm^{-1} dan 2924,21 cm^{-1} , menunjukkan adanya pola serapan C=O *stretching* gugus karbonil pada 1683,04 cm^{-1} dan 1445,65 cm^{-1} dan menunjukkan pola vibrasi C-H *bending* pada 1113,71 cm^{-1} dan 1036,13 cm^{-1} . Pada pengujian aktivitas antioksidan, diketahui bahwa isolat β -turmeron yang diuapkan di suhu ruang memiliki nilai IC_{50} paling besar yaitu 7,07 ppm yang dikategorikan ke dalam antioksidan kuat.

Kata kunci: Spektrofotometri UV-Vis, FTIR, GC-MS, KLT, IC_{50} .

ABSTRACT

Oleoresin is a by-product of the turmeric rhizome extraction process which has the potential to be developed chemical content, one of which is β -turmerone. β -turmerone have properties as antioxidants, however, there have not been many studies related to the isolation of β -turmerone compounds as well as testing their antioxidant activity. Isolation of β -turmerone compounds from turmeric oleoresins is carried out by the adsorption method using silica gel with various comparison variations. β -turmerone were analyzed using UV-Vis Spectrophotometry, IR Spectrophotometry, TLC and GC-MS and tested their antioxidant activity using the DPPH method. The results of UV-Vis Spectrophotometry, the adsorption in a ratio of 1: 1 showed a consistent maximum wavelength at 236 nm. The results of the GC-MS analysis showed that the β -turmerone isolate obtained from the isolation process had a purity of 52.02% with an isolate yield of 33.63%. The results of identification with TLC showed the presence of a compound suspected to be a β -turmerone with an R_f value of 0.6. The IR spectrum shows the presence of stretching vibrations of the aromatic C=C group at wave numbers 2958.45 cm^{-1} and 2924.21 cm^{-1} , indicates the presence of an absorption pattern of C=O stretching carbonyl groups at 1683.04 cm^{-1} and 1445.65 cm^{-1} and shows a pattern of C-H bending vibration at 1113.71 cm^{-1} and 1036.13 cm^{-1} . In testing antioxidant activity, it was found that β -turmeron isolates evaporated at room temperature had the largest IC_{50} value of 7.07 ppm which was categorized into strong antioxidants.

Keywords: UV-Vis Spectrophotometry, FTIR, GC-MS, TLC, IC_{50} .

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim,

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Isolasi β -turmeron Dari Oleoresin Kunyit Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Silika Gel Dan Pengujian Aktivitas Antioksidannya Dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)”. Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Sri Gustini Husein, M.Farm dan apt. Melvia Sundalian, M.Si atas bimbingan, nasihat, dan dukungan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa 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 W., M.Si, selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Wiwin Winingsih, M.Si, selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Irma Mardiah, M.Si, selaku Dosen Wali yang telah memberikan banyak 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 segala 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 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Kegunaan Penelitian	4
1.5. Waktu dan Tempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Uraian Tanaman	4
2.1.1. Rimpang Kunyit (<i>Curcuma longa</i> Linn.)	5
2.1.2. Klasifikasi Tumbuhan.....	5
2.1.3. Kandungan Kimia Kunyit	6
2.2. Oleoresin Kunyit	7
2.3. β -Turmeron.....	8
2.3.1. Sifat Fisikokimia.....	8
2.3.2. Aktivitas Farmakologis β -Turmeron	8
2.4. Adsorben.....	9
2.5. Silika Gel.....	9
2.6. Metode Analisis	10
2.6.1. Kromatografi Lapis Tipis.....	10
2.6.2. Spektrofotometri UV-Visibel	10
2.6.3. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	11

2.6.3. <i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i> (GC-MS).....	13
2.7. Antioksidan	14
2.7.1. Definisi.....	14
2.7.2. Jenis Antioksidan	16
2.7.3. Metode Penangkapan Radikal DPPH	16
BAB III ALAT, BAHAN, DAN METODE PENELITIAN	18
3.1. Alat	18
3.2. Bahan.....	18
3.3. Metode Penelitian.....	18
3.3.1. Isolasi β -turmeron	18
3.3.2. Karakterisasi β -turmeron	18
A. Kromatografi Lapis Tipis	18
B. Spektrofotometri UV-Visibel	19
C. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	19
D. <i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i> (GC-MS).....	19
3.3.3. Uji Aktivitas Antioksidan	20
A. Pembuatan Larutan DPPH 100 ppm.....	20
B. Pembuatan Larutan Kontrol Negatif (Blanko)	20
C. Pembuatan Larutan Positif (Vitamin C)	20
D. Pembuatan Larutan Uji β -turmeron.....	21
E. Pengujian Aktivitas Antioksidan	22
F. Analisis Data Antioksidan.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Isolasi Oleoresin	24
4.2. Karakterisasi Isolat β -turmeron	26
4.2.1. Spektrofotometri UV-Visibel	26
4.2.2. <i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i> (GC-MS)	27
4.2.3. Kromatografi Lapis Tipis.....	31
4.2.4. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	32
4.3. Aktivitas Antioksidan	33
4.2.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	33
4.2.2. Nilai Absorbansi dan % Inhibisi	34
4.2.3. Penentuan Nilai IC ₅₀	37

BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	39
5.1. Simpulan	39
5.2. Alur Penelitian Selanjutnya	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi Metabolit Dalam Kunyit	6
3.1 Kategori Kekuatan Aktivitas Antioksidan	23
4.1 Perbandingan % Area β -turmeron pada Berbagai Pelarut	24
4.2 Panjang Gelombang Maksimum Eluat Metanol Dari Proses Adsorpsi Oleoresin Kunyit Dengan Silika Gel	25
4.3 Perbandingan Jumlah Komponen dan % Area β -turmeron.....	30
4.4 Nilai Absorbansi dan % Inhibisi Vitamin C	33
4.5 Nilai Absorbansi dan % Inhibisi Isolat β -turmeron	34
4.6 Nilai IC_{50} Vitamin C dan Isolat β -turmeron.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rimpang Kunyit (<i>Curcuma longa</i> Linn.).....	5
2.2 Struktur β -turmeron.....	8
2.3 Pembentukan Radikal Bebas dan Peran Antioksidan	15
4.1 Kromatogram GC-MS β -turmeron pada Pelarut Metanol, Etanol, Asetonitril	25
4.2 Spektrum UV-Vis β -Turmeron	26
4.3 Kromatogram GC-MS Oleoresin Kunyit	27
4.4 Kromatogram GC-MS Eluat Metanol (Sebelum diuapkan).....	28
4.5 Kromatogram GC-MS Eluat Metanol (Setelah diuapkan).....	29
4.6 Pemantauan KLT Eluat Metanol.....	31
4.7 Struktur β -turmeron.....	32
4.8 Spektrum IR β -turmeron	32
4.9 Spektrum dan Panjang Gelombang Maksimum DPPH	33
4.10 Persamaan Regresi Linear Vitamin C	35
4.12 Persamaan Regresi Linear Isolat β -turmeron Diuapkan Oven.....	35
4.12 Persamaan Regresi Linear Isolat β -turmeron Diuapkan Suhu Ruang.....	35
4.13 Persamaan Regresi Linear Isolat β -turmeron Sebelum Diuapkan	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Sertifikat Bahan.....	46
2. Perhitungan	47
3. Isolasi Oleoresin.....	51
4. Kromatografi Lapis Tipis.....	51
5. Spektrum Spektrofotometri UV-Vis Eluat Metanol	52
6. Data Analisa GC-MS	53

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, B.B., Yuan, W., Li, S., Gupta, S.C., 2013. "Curcumin-Free Turmeric Exhibits Anti-inflammatory and Anticancer Activities: Identification of Novel Components of Turmeric." *Mol. Nutr. Food Res.* 57: 1529–1542.
- Aji, H. S. 2015. "Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Biji Rambutan Melalui Reaksi Esterifikasi pada Variasi Lama Waktu Reaksi". Universitas Negeri Yogyakarta.
- Al-Rubaye, A.F., Hameed, I.H. & Kadhim, M.J. 2017. "A Review: Uses of Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Technique for Analysis of Bioactive Natural Compounds of Some Plants." *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research.* 9(01):81-85.
- Aratanechemuge Y, Komiya T, Moteki H, Katsuzaki H, Imai K and Hibasami H. 2002. "Selective Induction Of Apoptosis By Ar-Turmerone Isolated From Turmeric (*Curcuma longa* L) In Two Human Leukemia Cell Lines, But Not In Human Stomach Cancer Cell Line." *Int J Mol Med* 9:481-484.
- Baharin, B. S. *et al.*, 1998. "Separation of Palm Carotene from Crude Palm Oil by Adsorption Chromatography with a Synthetic Polymer Adsorbent." *JAOCS.* Vol. 75.
- Baik KU, Jung SH and Ahn BZ. 1993. "Recognition of Pharmacophore of Ar-Turmerone for Its Anticancer Activity." *Arch Pharm Res* 16: 254-256.
- Bauman L, Allemann IB. 2009. *Antioxidants. In: Weisberg, E. editor. Cosmetic Dermatology Principles and Practice.* 2nd edition. New York: Mc GrawHill. P. 292-311.
- Bele, A. A., & Khale, A. 2011. "An Overview on Thin Layer Chromatography." *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2(2): 256–267.
- Buettner G.R. 1993. "The pecking order of free radicals and antioxidants: lipid peroxidation, alpha-tocopherol, and ascorbate". *Arch Biochem Biophys* 300: 535-543.
- Cairns, D., 2009. *Essentials of Pharmaceutical Chemistry Second Edition.* Penerjemah: Puspita Rini. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Cazes, J. 2005. *Ewing's Analytical Instrumentation Handbook Third Edition.* New York: Marcel Dekker, Inc. P. 127-139.

- Chen L. 2012. "The Role Of Antioxidant In Photoprotector: A Critical Review". *J Am Acad Dermatol* 67(5): 1013-24.
- Chu, B.S. *et al.*, 2004. "Separation of Vitamin E from Palm Fatty Acid Distillate Using Silica: I Equilibrium of Batch Adsorption." *Journal of Food Engineering*. Vol. 62.
- Donghee, Kim, Yongjoon Suh, Hyunsook Lee dan Yongkyu Lee. 2012. "Immune Activation and Antitumor Response of Ar-Turmerone On P388D1 Lymphoblast Cell Implanted Tumors." *International Journal of Molecular Medicine* 31: 386-392.
- Ferreira LA, Henriques OB, Andreoni AA, Vital GR, Campos MM, Habermehl GG and Moraes VL. 1992. "Antivenom and Biological Effects of Ar-Turmerone Isolated from *Curcuma longa* (Zingiberaceae)." *Toxicon* 30: 1211-1218.
- Fuller BB. 2010. *Antioxidant and anti inflammatories*. In: *Draelos ZD editor. Cosmetic Dermatology Product and Prosedure*. Oxford: Willey Blackwell. P. 281-4.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Guimarães, Anabrisa Ferreira, Ana Cláudia Andrade Vinhas, Angélica Ferraz Gomes, Luiz Humberto Souza and Patrícia Baier Krepsky. 2020. "Essential Oil Of *Curcuma longa* L. Rhizomes Chemical Composition, Yield Variation And Stability." *Quim. Nova*. Vol. 43. No. 7: 909-913.
- Hashmi, S.I., *et al.* 2011. "Extraction And Isolation Of Turmerone From Turmeric". *EJEAFChe* 10(5): 2173-2179.
- Hasnaeni, dkk. 2019. "Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Kadar Fenolik Ekstrak Tanaman Kayu Beta-Beta (*Lunasia amara Blanco*)". *Jurnal Farmasi Galenika* 5(2): 175-182.
- Hong, C.H., Noh, M.S., Lee, W.Y., Lee, S.K., 2002. "Inhibitory Effects of Natural Sesquiterpenoids Isolated from The Rhizomes of *Curcuma zedoaria* on Prostaglandin E2 and Nitric Oxide Production." *Planta Med.* 68, 545–547.
- Husein, S.G., *et al.* 2022. "Optimization of ar-Turmerone Isolation Method from Turmeric Oleoresin using Silica Gel Adsorbent". *Nano Bio Science* 12(2).
- In-Cheng Chao, Chun-Ming Wang, Shao-Ping Li, Li-Gen Lin, Wen-Cai Ye dan Qing-Wen Zhang. 2018. "Simultaneous Quantification Of Three Curcuminoids And Three Volatile Components Of *Curcuma longa* Using Pressurized Liquid Extraction And High-Performance Liquid Chromatography." *Journal Molecules* 2018 (23): 1568.

- Jain, *et al.* 2007. "HPTLC Method for the Quantitative Determination of *ar*-Turmerone and Turmerone in Lipid Soluble Fraction from *Curcuma longa*". *Natural Product Communications* Vol. 2(9): 927-932.
- Kementerian Kesehatan RI. Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kharkwal, H., Bala, K., Joshi, D. D., & Katare, D. P. 2012. "Bioavailability Enhancement of Curcuminoids using Natural Polymer". *Scholars Research Library* 4(6): 1698–1711.
- Lee H.S., Shin W.K., Song C., Cho K.Y. and Ahn Y.J. 2001. "Insecticidal Activities Of *Ar*-Turmerone Identified In *Curcuma longa* Rhizome Against *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) And *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae)." *J Asia Pac Entomol* 4: 181-185.
- Lee J.H., Kang S.K. and Ahn B.Z. 1986. "Antineoplastic Natural Products And The Analogues XI Cytotoxic Activity Against L1210 Cell Of Some Raw Drugs From The Oriental Medicine And Folklore." *Korean J Pharmacol* 17: 286-291.
- Lee Y.K. 2009. "Activation of Apoptotic Protein in U937 Cells by A Component of Turmeric Oil." *BMB Rep* 42: 96-100.
- Legault, J. and Pichette, A. 2007. "Potentiating Effect of β -Caryophyllene on Anticancer Activity of α -Humulene, Isocaryophyllene and Paclitaxel." *J. Pharm. Pharmacol.* 59: 1643–1647.
- Lisec, J., Schauer, N., Kopka, J., Willmitzer, L. & Fernie, A.R. 2006. "Gas Chromatography Mass Spectrometry-Based Metabolite Profiling in Plants." *Nature Protocols*. 1(1):387–396.
- M. Topiar, Marie Sajfrtova, Jindrich Karban, & Helena Sovova. 2019. "Fractionation Of Turmerones From Turmeric SFE Isolate Using Semi-Preparative Supercritical Chromatography Technique." *J. Ind. Eng. Chem:* 4521.
- Manzan AC, Toniolo FS, Bredow E and Povh NP. 2003. "Extraction of Essential Oil and Pigments from *Curcuma longa* [L] by Steam Distillation and Extraction with Volatile Solvents." *J Agric Food Chem* 51: 6802-6807.
- Mauli, R. S. 2018. "Ekstraksi dan Analisis Agar Agar dari Rumput Laut *Gracilaria* sp. Menggunakan Asam Jawa". Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Molyneux P. 2004. "The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity". *Jurnal Science Technology* 26(2): 212-8.
- Mulja, M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press. Hal 19-48.

- Muniroh, Lailatul, Santi Martini, Triska Susila Nindya, Rondius Solfaine. 2010. "Minyak Atsiri Kunyit Sebagai Anti Radang Pada Penderita Gout Arthritis Dengan Diet Tinggi Purin." *Makara Kesehatan*. Vol. 14. No. 2.
- Nema RK, et al. 2009. "Antioxidants: A Review". *J Chem Pharm Res* 1(1): 102-4.
- Noori S. 2012. "An Overview Of Oxidative Stress And Antioxidant Defensive System". *Sci Rep* 1(8): 1-9.
- Oktaviantari, D. E., Feladita, N., & Agustin, R. 2019. "Identifikasi Hidrokuinon dalam Sabun Pemutih Pembersih Wajah pada Tiga Klinik Kecantikan di Bandar Lampung dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis dan Spektrofotometri UV-Visibel." *Jurnal Analis Farmasi*. 4(2): 91–97.
- Pai VV, et al. 2014. "Antioxidants in dermatology". *Indian Dermatol Online J* 5(2): 210-4.
- Parthasarathy, V.A. *et al.*, 2008. *Chemistry of Spices*. CAB International. Biddles Ltd, King's Lynn.
- Phaechamud, T., & Sotanaphun, U. 2010. "Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences Dissolution of Curcuminoids from Solid Dispersion Using Different Carriers". *ISSN* 1(3): 198–206.
- Prastiyanto A, Choiril A & Adi D. 2005. "Pengaruh Penambahan Merkaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Gel Silika dari Kaca Pada Ion Logam Kadmium." *Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP*. Jurusan Kimia UNDIP.
- Rahayu, S. N. 2019. "Isolasi Minyak Atsiri dari Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Dan Identifikasi Bioaktif dengan Menggunakan GCMS". Institut Kesehatan Helvetia Medan.
- Rohman, A., Widodo, H., Lukitaningsih, E., Windarsih, A., Rafi, M. & Nurrulhidayah, A.F. 2020. "Review On In Vitro Antioxidant Activities Of Curcuma Species Commonly Used As Herbal Components In Indonesia". *Food Research* 4(2): 286–293.
- Rorong, J. A., 2008. "Uji Aktivitas Antioksidan Dari Daun Cengkeh (*Eugenia carryophyllus*) Dengan Metode DPPH". *Chem. Prog* Vol. 1(2).
- Roth GN, Chandra A and Nair MG. 1998. "Novel Bioactivities of *Curcuma longa* Constituents." *J Nat Prod* 61: 542-545.
- S.Y. Park *et al.* 2012. "Anti-Inflammatory Effects Of Aromatic-Turmerone Through Blocking Of NF-Kb, JNK, And P38 MAPK Signaling Pathways In Amyloid B-Stimulated Microglia." *International Immunopharmacology* 14:13–20.

- Saccol, E.M.H., Londero, É.P., Bressan, C.A., Salbego, J., Gressler, L.T., Silva, L.V.F., Mourão, R.H.V., Oliveira, R.B., Llesuy, S.F., Baldisserotto, B. & Pavanato, M.A. 2017. "Oxidative and Biochemical Responses in Brycon Amazonicus Anesthetized and Sedated with Myrcia Sylvatica (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. Essential Oils." *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 44(3): 555–566.
- Sankari, G., Krishnamoorthy, E., Jayakumaran, S., Gunasekaran, S., Vishnu Priya, V., Subramaniam, S., Subramaniam, S., & Mohan, S. K. 2010. "Analysis of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform Infrared Spectral Measurements." *Biology and Medicine* 2(3): 42–48.
- Saska, M. and Rositter, G.J. 1998. "Recovery of γ -Oryzanol from Rice Bran Oil with Silica-Based Continuous Chromatography1." *JAOCS* 75: 1421-1427.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2018. *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Singh, G., Kapoor, I.P.S., Singh, P., de Heluani, C.S., de Lampasona, M.P., Catalan, C.A.N., 2010. "Comparative Study Of Chemical Composition And Antioxidant Activity Of Fresh And Dry Rhizomes Of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.)". *Food Chem Toxicol* 48: 1026–1031.
- Siregar, Rahmad Syukur. 2021. *Tanaman Obat: Imunitas Ekonomi Subsektor Holtikultura di Provinsi Sumatera Utara*. Medan: Umsu Press.
- Sulistiyani, M. dan Nuril Huda. 2018. "Perbandingan Metode Transmisi dan Reflektansi pada Pengukuran Polistirena Menggunakan Instrumentasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared". *Indo. J. Chem. Sci* 7(2).
- Sulistiyani, M., & Huda, N. 2017. "Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR)." *J. Chem. Sci* 6(2): 173–180.
- Syarif, R.A. 2008. "Identifikasi Golongan Senyawa Antioksidan dengan Metode Perendaman Radikal Bebas DPPH Ekstrak Etanol Daun *Cordia myxa* L". *Fitofarmaka Indonesia* 2(1): 83-89.
- Thiele, J.J. 2001. "Oxidative Targets In The Stratum Corneum: A New Basis For Anti Oxidative Strategies". *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol* 14(1): 87-91.
- Thompson, T.J.U., M. Gauthier., M. Islam. 2009. "The Application of a New Method of Fourier Transform Infrared Spectroscopy to the Analysis of Burned Bone". *J. Archaeol. Sci.* 36: 910-914.
- Umaira, M. R. 2019. "Uji Kualitatif kandungan Asam Lemak Babi pada Lipstik Yang Terdistribusi Di Pasar Aceh Menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR)". Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

- Vertuani, S., Angusti A., Manfredini S. 2004. "The antioxidants and proantioxidants network: an overview". *Curr Pharm Des* 10: 1677-1694.
- Yahya, S. 2013. *Spektrofotometri UV- Vis*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Yuhernita dan Juniarti. 2011. "Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Methanol Daun Durian Yang Berpotensi Sebagai Antioksidan". *Makara Sains* 15(1): 48-52.
- Zhang, L., Yang, Z., Chen, F., Su, P., Chen, D., Pan, W., Fang, Y., Dong, C., Zheng, X. & Du, Z. 2017. "Composition And Bioactivity Assessment Of Essential Oils of *Curcuma longa* L. Collected in China". *Industrial Crops and Products* 109: 60-73.