

ANALISIS KADAR FLAVONOID DARI EKSTRAK LENGKUAS PUTIH (*Alpinia galanga* L.) SEBAGAI INHIBISI PADA ENZIM LIPASE PANKREAS

Analysis of Flavonoid Levels of White Galangal Extract (Alpinia galanga L.) as an Inhibition of Pancreatic Lipase Enzyme

Lailatul Badriyah^{1*}, Nila Rusdy Rahayu¹, Siti Mutripah¹, Rissa Laila Vifta², Aldi Budi Riyanta³

¹Farmasi, Akademi Farmasi Kusuma Husada Purwokerto, Kota Purwokerto

²Farmasi, Universitas Islam Sultan Agung, Kota Semarang

³Farmasi, Universitas Harkat Negeri, Kota Tegal

*Corresponding author : blailatul@gmail.com

ABSTRAK

Kesehatan adalah faktor utama dalam keberlangsungan hidup dalam menunjang berbagai aktivitas. Oleh karena itu, perlu dijaga melalui hidup sehat, dimulai dari pola makan dan olahraga. Salah satu inisiasi timbulnya berbagai penyakit adalah obesitas. Obesitas salah satu bentuk penumpukan lemak di dalam organ tubuh, yang menjadikan hambatan tubuh dalam melakukan metabolisme, sehingga menimbulkan penyakit seperti diabetes dan jantung. Pengobatan dapat dilakukan secara kimia dan herbal. Namun karena secara kimia menimbulkan efek samping jika dikonsumsi jangka panjang, maka pengobatan alami lebih aman dan minim resikonya. Salah satu bahan alam yang ada di sekitar kita adalah tanaman lengkuas putih. Masyarakat banyak memanfaatkan dalam berbagai masakan, tetapi sejauh ini belum memahami manfaat lain selain penambah rasa umami dalam masakan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan lengkuas putih dalam menunjang penghambatan obesitas secara in vitro, yaitu melalui enzim lipase pankreas. Metode yang digunakan adalah ekstraksi secara maserasi bahan alam dengan pelarut etanol. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kandungan flavonoid sebanyak 2,524 ppm. Disisi lain, ekstrak lengkuas putih menunjukkan daya inhibisi lipase pankreas sebesar 63,48%. Hal ini dapat diasumsikan bahwa lengkuas putih mampu menghambat kinerja penyerapan lemak, sehingga lemak yang diserap oleh tubuh lebih sedikit.

Kata kunci: aktivitas, ekstrak etanol, obesitas, enzim

ABSTRACT

Health is a key factor in sustaining life and supporting various activities. Therefore, it needs to be maintained through a healthy lifestyle, starting with diet and exercise. One of the initiators of various diseases is obesity. Obesity is a form of fat accumulation in the body's organs, which hinders the body's metabolism, leading to diseases such as diabetes and heart disease. Treatment can be done chemically and herbal. However, because chemical treatment causes side effects if consumed long term, natural treatments are safer and have minimal risks. One natural ingredient around us is the white galangal plant. People often use it in various dishes, but so far, they are not aware of its benefits beyond enhancing the umami flavor in food. The purpose of this study

was to determine the ability of white galangal to support obesity inhibition in vitro, throughly the pancreatic lipase enzyme. The method used was maceration extraction of natural ingredients with ethanol solvent. The results indicated a flavonoid content was 2,524 ppm. On the other hand, the white galangal extract showed a pancreatic lipase inhibitory effect of 63.48%. It can be assumed that white galangal be able to inhibit the performance of fat absorption, so that less fat is absorbed by the body.

Keywords: *activity, ethanol extract, obesity, enzyme*

PENDAHULUAN

Obesitas adalah salah satu gangguan kesehatan yang umum terjadi di kalangan masyarakat saat ini dan dikategorikan menjadi “epidemi global” (Kokkorakis *et al.*, 2025). Menurut World Health Organization (WHO) (2025) bahwa obesitas merupakan salah satu penyakit kronis yang disebabkan karena faktor genetik, neurobiologi, pola makan, dan perluasan pasar global. Hal ini menyebabkan obesitas meluas di berbagai wilayah karena adanya ketahanan pangan, perkembangan sosial ekonomi, aktivitas fisik, dan globalisasi industri pangan. Selain itu, obesitas juga dapat memicu munculnya penyakit degeneratif, seperti jantung, stroke, hipertensi, dan diabetes (Azizah *et al.*, 2023).

Obesitas dikaitkan dengan Indeks Massa Tubuh (IMT), suatu instrumen pengukuran kebutuhan nutrisi tubuh. IMT ini dapat digunakan sebagai skrining dasar dalam pengukuran kebutuhan gizi manusia. Nilai IMT yang melebihi dari 30 kg/m² dikategorikan sebagai obesitas (Wu *et al.*, 2024). Oleh karena itu, jika nilai IMT masuk kategori obesitas, maka dapat dikatakan tubuh kelebihan nutrisi. Beberapa langkah dapat digunakan untuk menurunkan tingginya nilai IMT ini diantaranya dapat

dilakukan dengan aktivitas olahraga secara rutin, peningkatan rasa lapar, pengurangan obsesi terhadap makanan, dan penurunan rasa kenyang (Lingvay *et al.*, 2024). Namun, karena tingginya aktivitas masyarakat dan kurangnya waktu luang, maka banyak yang memilih jalan melalui diet dan terapi obat. Bagi masyarakat yang sulit konsisten dalam program diet dan olahraga, maka lebih memilih pengobatan melalui terapi obat baik secara kimiawi maupun alami (Azizah *et al.*, 2023).

Obat penurunan berat badan secara sintetik atau kimiawi yang beredar di pasaran adalah sibutramin dan orlistat. Namun karena obat sintetik ini jika dikonsumsi jangka panjang, dikhawatirkan akan memberikan efek samping tidak baik sehingga masyarakat lebih memilih obat alami karena lebih aman dan harga yang terjangkau (Saidi *et al.*, 2022). Proses kinerja obat penurunan berat badan melalui pemecahan trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak oleh enzim lipase pankreas. Apabila hasil pemecahan dari trigliserida berlebih dan tidak banyak digunakan, maka akan menumpuk dalam bentuk lemak (Azizah *et al.*, 2023).

Indonesia merupakan negara yang memiliki tanah yang subur sehingga

menjadikan banyaknya tanaman yang tumbuh. Berbagai tanaman tersebut mengandung berbagai kandungan senyawa kimia, yang disebut sebagai metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang terdapat dalam tanaman atau tumbuh-tumbuhan yang memiliki jumlah dan jenisnya bervariasi berdasarkan jenis tumbuhannya (Nasrul & Chatri, 2024). Beberapa bahan alam yang dapat digunakan sebagai penurun berat badan diantaranya rimpang jahe dan daun sirih cina (*Bintanah et al.*, 2025), kencur (*Pradono et al.*, 2012), bangle (*Nova et al.*, 2024), daun asam jawa (*Sinulingga*, 2023), dan lain sebagainya.

Tanaman lengkuas putih adalah salah satu bahan alam yang banyak ditemui di kalangan masyarakat. Bagian tanamannya yang banyak dimanfaatkan adalah rimpangnya. Rimpang lengkuas putih banyak digunakan sebagai bumbu masakan menambahkan rasa umami. Selain sebagai bumbu masakan, belum banyak pemanfaatan lengkuas putih dalam kesehatan. Menurut penelitian (*Badriyah et al.*, 2023) bahwa rimpang lengkuas putih mengandung senyawa metabolit berupa alkaloid, fenol, flavonoid dan saponin. Selain itu, ekstrak lengkuas putih menghambat pertumbuhan antibakteri *Staphylococcus aureus* (*Azzahra et al.*, 2025) dan bakteri *Klebsiella pneumonia* (*Badriyah et al.*, 2023). Selain sebagai antibakteri, lengkuas putih juga sebagai antiinflamasi, antikanker, antihipertensi, dan antidiabetes (*Kusmann et al.*, 2023).

Menurut *Ujiana et al.*, (2022) bahwa senyawa bioaktif, flavonoid dapat

menghambat kinerja enzim lipase pankreas. Selain itu, senyawa flavonoid dalam kadar tinggi, juga dapat menurunkan oksidasi LDL dan mencegah obesitas (*Mahmoud et al.*, 2019). Batas konsumsi minimal untuk anti obesitas adalah mengkonsumsi flavonoid sekitar 35 mg/hari, yang dapat menghambat kerja enzim lipase pankreas (*Rodríguez-Pérez et al.*, 2019). Enzim lipase pankreas berperan sebagai biokatalis yang membantu dalam pemecahan trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida. Apabila kinerja enzim lipase pankreas terhambat, maka penyerapan lemak di usus terhambat sehingga lemak akan keluar bersama feses (*Oliveira et al.*, 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan analisis aktivitas ekstrak lengkuas putih dalam menghambat enzim lipase sebagai upaya untuk antiobesitas.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah evaporator vakum (B-ONE RE-2000HN), Spektrofotometer UV-Vis (Hitachi U-2900). Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya rimpang lengkuas putih, enzim lipase pankreas diproduksi Shaanxi Fonde Biotech Co., Ltd, Magnesium serbuk (Merck), Quersetin (Sigma Aldrich), HCl 37% (Merck), Etanol 95% (Merck), AlCl₃ (Merck), Kalium Asetat (Merck), minyak zaitun produksi Nutrifarm, gum arabik (Sigma Aldrich), Buffer Fosfat (Merck), CaCl₂ (Merck), NaCl Merck, NaOH (Merck), dan indikator phenolptalin (Merck).

Ekstraksi

Tahapan ekstraksi diawali dengan pengumpulan bahan berupa rimpang lengkuas putih yang telah dicuci bersih dan dipisahkan kotoran dari rimpangnya, kemudian diiris tipis-tipis agar proses pengeringan tidak terlalu lama, yaitu dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Rimpang lengkuas putih yang sudah kering dihaluskan menjadi ukuran yang lebih kecil lagi dengan cara diblender, kemudian ditimbang dan direndam dengan pelarut alkohol perbandingan 1:10. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi, didiamkan selama 3 hari dan sesekali diaduk pada suhu ruang. Filtrat yang dihasilkan diuapkan untuk menghasilkan ekstrak kental.

Uji Flavonoid

Uji kualitatif dilakukan dengan Uji flavonoid dipersiapkan dengan sampel ditambahkan serbuk magnesium 0,1 mg dan 0,4 mL alkohol (campuran asam klorida 37 % dan etanol 95 % dengan volume yang sama) dan 4 mL alkohol kemudian campuran dikocok (Saha *et al.*, 2011) Kadar flavonoid diuji dengan spektrofotometri UV-VIS dengan panjang gelombang 431 nm. Kurva standar dipersiapkan dengan menimbang 10 mg kuersetin dan dilarutkan dengan etanol hingga 10 mL (larutan 1000 ppm). Kemudian buat larutan 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 6 ppm, 7 ppm, dan 8 ppm dengan ditambahkan 3 mL etanol, 0,2 mL AlCl_3 3% dan 0,2 mL kalium asetat hingga volume 10 mL dengan ditambahkan akuades (Ipandi *et al.*, 2016).

Uji Aktivitas Enzim Lipase Pankreas (ALP)

Tahapan pengujian dilakukan dengan metode Sa'diyah *et al.*, (2019), dengan dipersiapkan substrat minyak dan substrat air. Substrat minyak dibuat dengan dicampurkan 2,5 mL minyak zaitun dan 22,5 mL larutan gum arabik 10% dan dihomogenkan selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 20 mL akuades, 15 mL larutan CaCl_2 0,075 M dan 10 mL larutan NaCl 3 M. Lalu dihomogenkan kembali. Setelah itu diencerkan dengan akuades hingga 100 mL.

Substrat air dipersiapkan dengan dicampurkan 2,5 mL aquadest dengan 22,5 mL larutan gum arabik 10%, dihomogenkan 10 menit. Setelah homogen, larutan ditambahkan dengan 20 mL aquades, 15 mL larutan CaCl_2 0,075 M dan 10 mL larutan NaCl 3 M. Lalu dihomogenkan kembali. Kemudian diencerkan dengan akuades pada labu takar 100 mL.

ALP tanpa inhibitor

ALP tanpa inhibitor dipersiapkan dengan menyiapkan 25 mL substrat minyak dan ditambahkan buffer fosfat hingga pH 7,5. Kemudian dimasukkan 1 mg enzim lipase pankreas dan dihomogenkan 30 detik lalu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 25 menit. Setelah itu dipindahkan ke dalam penangas air mendidih selama 10 menit. Setelah dipindahkan dan didinginkan ditetesi 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Lakukan tahapan yang sama pada substrat air. Setelah itu hitung ALP dengan rumus:

$$ALP = \frac{(Vm - Va) \times N \times 1000}{Vs \times 25 \text{ menit}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

ALP : Aktivitas Enzim Lipase Pancreas ($\mu\text{Mol}/\text{menit}$)

V_m : volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi substrat minyak (mL)

V_a : volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi substrat air (mL)

N : normalitas NaOH yang digunakan (mol/L)

1000 : faktor konversi dari mmol ke μMol

V_s : volume substrat yang diambil (25 mL)

ALP dengan inhibitor

Tahapan ini dijalankan dengan menyiapkan 25 mL substrat minyak dan ditambahkan buffer fosfat hingga pH 7,5. Kemudian dimasukkan 1 mg enzim lipase pankreas dan 1 mg ekstrak lengkuas putih lalu dihomogenkan 30 detik, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 25 menit. Setelah itu dipindahkan ke dalam penangas air mendidih selama 10 menit. Setelah dipindahkan dan didinginkan ditetesi 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Lakukan tahapan yang sama pada substrat air. Setelah itu hitung ALP dengan rumus (1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi rimpang lengkuas putih

Ekstraksi rimpang lengkuas putih dilakukan dengan metode maserasi. Pemilihan metode maserasi karena metode ini tidak membutuhkan pemanasan sehingga kandungan senyawa kimia di dalam sampel tidak rusak (Saerang *et al.*, 2023). Rimpang yang digunakan terlebih dahulu diblender menjadi ukuran yang lebih kecil. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan dalam proses ekstraksi. Simplisia dengan ukuran

kecil memiliki luas permukaan yang besar, sehingga perpindahan massa ekstraksi akan berlangsung lebih cepat (Asworo & Widwastuti, 2023). Hasil ekstraksi menghasilkan rendemen sebesar 12,2630 %. Hasil ini bermakna bahwa 10 gram sampel rimpang diperoleh 1,2263 ekstrak kentalnya. Menurut Wijayanti *et al.*, (2023) bahwa nilai rendemen melebihi 10%, yang menunjukkan rendemen ekstrak yang baik.

Uji Flavonoid

Ekstrak etanol yang tertampung kemudian diuji flavonoid secara kualitatif yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji kualitatif flavonoid

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa ekstrak membentuk warna jingga membuktikan bahwa ekstrak mengandung senyawa flavonoid. Menurut (Cahyaningsih *et al.*, 2019) bahwa senyawa flavonoid akan membentuk warna merah-jingga atau merah bata jika direaksikan dengan Mg dan larutan HCl. Adanya gugus hidroksil dan karbonil yang akan membentuk senyawa kompleks berwarna merah bata/jingga oleh logam Mg menjadi Mg^{2+} yang dibantu larutan HCl (Kasprzak *et al.*, 2013). Hasil ini selaras dengan penelitian oleh Badriyah *et al.*, (2023) dan Tungmunithum *et al.* (2020)

bahwa dalam rimpang lengkuas mengandung senyawa flavonoid. Selain itu juga dijelaskan dalam (Ungmunnithum *et al.*, (2020) bahwa dalam ekstrak rimpang lengkuas mengandung senyawa turunan flavonoid, yaitu flavon, flavonol, dan falvon 3 -ol.

Hasil uji kualitatif digunakan untuk pengujian selanjutnya yaitu kadar flavonoid dengan spektrofotometri UV-VIS. Pengukuran kadar flavonoid disajikan pada Tabel 1 dengan kurva absorbansinya $y = 0,1172x - 0,1379$ dengan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0,09901$. Nilai regresi linear yang mendekati 1, dianggap sebagai korelasi yang kuat antara absorbansi dan konsentrasi (Asmorowati & Lindawati, 2019).

Tabel 1. Hasil Uji flavonoid

Absorbansi sampel	C(mg QE/g)
0,148	2,4394
0,175	2,6697
0,151	2,4650
Rata-rata	2,5247

Analisis kadar flavonoid total menggunakan standart *quercetin* (Suzery *et al.*, 2019). Pengukuran sampel dilakukan dengan 3 kali pengulangan, dengan masing-masing tertulis pada Tabel 1. Hasil pengukuran masing-masing dihitung kadar flavonoidnya, kemudian dirata-rata menghasilkan nilai total flavonoid sebesar $2,5247 \pm 0,1263$ mg QE/g. Jika dibandingkan dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Suzery *et al.*, (2019) kadar flavonoid total yang didapatkan sebesar 4,22 mg/g dengan ekstrak dari pelarut n-butanol, maka hasil penelitian ini lebih rendah. Hal ini dikarenakan pelarut yang digunakan dalam

ekstraksi etanol bersifat lebih polar dibandingkan n-butanol kurang polar. Jumlah rantai atom C pada n-butanol lebih panjang dibandingkan pada etanol. Jumlah C semakin panjang, maka elektron pada atom C juga semakin banyak, sehingga meningkatkan gaya antar molekul, yaitu gaya van der Waals yang makin kuat dan menyebabkan kelarutan dalam air berkurang. Dapat disimpulkan bahwa senyawa flavonoid dalam lengkuas putih ada yang bersifat polar dan non polar. Senyawa yang terekstrak pada penelitian ini belum terekstrak secara sempurna, karena pelarut yang digunakan lebih bersifat polar sehingga senyawa non-polar tidak terekstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian Andriana *et al.*, (2022) bahwa kadar flavonoid rimpang lengkuas pada pelarut non-polar lebih tinggi dibandingkan pelarut polar.

Aktivitas Enzim Lipase

Pengujian aktivitas enzim lipase dilakukan secara titrimetri, dengan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil yang ditampilkan dirata-rata dan dihitung dengan rumus pada persamaan (1) menghasilkan daya inhibisi pankreas sebesar 63,48%. Nilai inhibisi ini lebih besar dibandingkan penelitian oleh Iswantini *et al.*, (2010). Hal ini karena perbedaan kemurnian pelarut yang digunakan sehingga berpengaruh pada flavonoid yang didapatkan lebih rendah yang menyebabkan pada aktivitas enzim lipase pankreas. Menurut Nuri *et al.*, (2020) bahwa peran flavonoid dalam menghambat enzim ini melalui pembentukan senyawa kompleks dengan logam-logam yang diperlukan konformasi tiga dimensi enzim. Namun jika

dibandingkan dengan daya inhibisinya orsilat yaitu sebesar 74,55% (Sa'diyah *et al.*, 2019), maka nilai ini masih 10% dibawahnya. Nilai inhibisi pada lengkuas putih ini masih melebihi 50%. Pernyataan ini selaras dengan (Calabrone *et al.*, 2015) yang berarti ekstrak rimpang lengkuas putih memiliki kemampuan daya hambat enzim lipase pankreas cukup baik. Didukung penelitian lain oleh Rahminiwati *et al.*, (2025) bahwa enzim lipase pankreas mampu mengkatalisis hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas yang diserap oleh tubuh, yaitu pada rentang 50%-70% dari total asam lipid dalam tubuh. Dengan demikian, maka penyerapan lemak pada usus tidak terjadi, lemak akan diekskresikan melalui feses. Sehingga makanan yang mengandung trigliserida mengandung lemak, tidak terserap oleh tubuh. Berkurangnya penyerapan lemak, dapat dijadikan sebagai obat antiobesitas alami.

SIMPULAN

Ekstrak etanol rimpang lengkuas putih mengandung flavonoid sebesar $2,5247 \pm 0,1263$ mg QE/g dengan kemampuan menghambat enzim lipase pankreas ditunjukkan dengan nilai DILP sebesar 63,48%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada AKFAR Kusuma Husada Purwokerto yang telah memberikan bantuan biaya penelitian melalui program hibah penelitian internal.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Muammar, M. N., & Khan, F. (2012).

'Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*)'. *Nutrition*, 28(6), 595–604. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.11.013>

Andriana, Y., Ade, I. C., Nguyen, Q. T., Bui, Q. M., Nguyen, M. D., Phung, T. T., Le, V. A., Nguyen, H. K., & Truong, N. M. (2022). 'Efficacy of Different Solvents on the Extraction Process of Antioxidant and Potential Compounds in *Alpinia Galanga* L. from Indonesia,' *Journal of Modern Agriculture and Biotechnology*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.53964/jmab.2022005>

Asmorowati, H., & Lindawati, N. Y. (2019). 'Determination of total flavonoid content in avocado (*Persea americana* Mill.) using spectrofotometry method Penetapan kadar flavonoid total alpukat (*Persea americana* Mill.) dengan metode spektrofotometri'. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 15(2), 51–63. <http://journal.uui.ac.id/index.php/JIF>

Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). 'Pengaruh Ukuran Serbuk Simplisia dan Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Sirsak'. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 256–263. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>

Azizah, N., Safithri, M., Bintang, M., & Kurniasih, R. (2023). 'Inhibisi ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) terhadap Lipase Pankreas sebagai Antiobesitas Secara in Silico'. *Jurnal Farmamedika*, 8(2), 122–129. <https://doi.org/10.47219/ath.v8i2.214>

Azzahra, A. K., Destya, C., Putri, R., 'Risandiansyah, R., Azzahra, A. K., Destya, C., Putri, R., & Risandiansyah, R. (2025). Potensi Fraksi Etil Asetat Rimpang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga* W) Sebagai Penghambat dan Penghancur Biofilm *Staphylococcus*

- aureus The Potential of Ethyl Acetate Fraction of White Galangal Rhizome (*Alpinia galanga* W as Antibiofilm Agent Against St,' *Journal of Community Medicine*, 13(1), 1–6. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jkkf/article/view/27524>
- Badriyah, L., Ifandi, S., & Alfiza, I. S. (2023), 'Analisis Kualitatif Fitokimia pada Rimpang Lengkuas Putih (*Alpinia galanga* L.) sebagai antibakteri *Klebsiella Pneumonia*'. *Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Science (HERCLIPS)*, 4(02), 11–17. <https://doi.org/10.30587/herclips.v4i02.5356>
- Bintanah, S., Saraswati, R. A., & Ayuningtyas, I. H. A. S. R. A. (2025). 'Pemberian Formula Daun Sirih Cina dan Jahe Merah Terhadap Prol Lipid Tikus Obesitas Eect of Chinese Betel Leaf and Red Ginger Formula on the Lipid Prole of Obese Rats Cara Sitasi (IEEE Citation Style),' *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 6(2), 145–154. <https://doi.org/10.30812/nutriology.v6i2.5509>
- Calabrone, L., Larocca, M., Marzocco, S., Martelli, G., & Rossano, R. (2015). 'Total Phenols and Flavonoids Content, Antioxidant Capacity and Lipase Inhibition of Root and Leaf Horseradish (*Armoracia rusticana*) Extracts,' *Food and Nutrition Sciences*, 06(01), 64–74. <https://doi.org/10.4236/fns.2015.61008>
- Ipandi, I., Triyasmono, L., & Prayitno, B. (2016). 'Penentuan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun bidara,' *Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*, 1(2), 57–61.
- Iswantini, D., Darusman, L. K., & Fitriyani, A. (2010). 'Uji in Vitro Ekstrak Air Dan Etanol Dari Buah'. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 12(3), 15–20.
- Kasprzak, M. M., Erxleben, N., & Ochocki, J. (2013). 'Properties and applications of flavonoid metal complexes,' *RSC Publishing*, 1(1), 1–25.
- Kokkorakis, M., Chakhtoura, M., Rhayem, C., Al Rifai, J., Ghezzawi, M., Valenzuela-Vallejo, L., & Mantzoros, C. S. (2025). 'Emerging pharmacotherapies for obesity: A systematic review,' *Pharmacological Reviews*, 77(1), 100002. <https://doi.org/10.1124/pharmrev.123.01045>
- Kussmann, M., Abe Cunha, D. H., & Berciano, S. (2023). 'Bioactive compounds for human and planetary health,' *Frontiers in Nutrition*, 10(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1193848>
- Lingvay, I., Cohen, R. V., Roux, C. W. I., & Sumithran, P. (2024). 'Obesity in adults,' *The Lancet*, 404(10456), 972–987. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01210-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01210-8)
- Mahmoud, A. M., Hernández Bautista, R. J., Sandhu, M. A., & Hussein, O. E. (2019). 'Beneficial effects of citrus flavonoids on cardiovascular and metabolic health,' *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5484138>
- Nasrul, P. I., & Chatri, M. (2024). 'Peranan Metabolit Sekunder sebagai Antifungi,' *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15832–15844.
- Nova, R., Abdullah, D., & Astari, A. (2024). 'Nusantara Hasana Journal,' *Nusantara Hasana Journal*, 4(7), 101–117. <https://doi.org/10.59003/nhj.v4i7.1335>
- Nuri, N., Puspitasari, E., Hidayat, M. A., Ningsih, I. Y., Triatmoko, B., & Dianasari, D. (2020). 'Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kadar Fenol

- dan Flavonoid Total, Aktivitas Antioksidan serta Antilipase Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia*,' *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 7(2), 143. <https://doi.org/10.25077/jsfk.7.2.143-150.2020>
- Oliveira, A. K. de S., de Oliveira e Silva, A. M., Pereira, R. O., Santos, A. S., Barbosa Junior, E. V., Bezerra, M. T., Barreto, R. S. S., Quintans-Junior, L. J., & Quintans, J. S. S. (2022) 'Anti-obesity properties and mechanism of action of flavonoids: A review,' *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(28), 7827–7848. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1919051>
- Pradono, D. I., Darusman, L. K., & Susanti, A. (2012). 'Inhibisi Lipase Pankreas secara In Vitro oleh Ekstrak Air dan Etanol Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dan Rimpang Kunci Pepet (*Kaempferia rotunda*),' *Jurnal Natur Indonesia*, 13(2), 146. <https://doi.org/10.31258/jnat.13.2.146-154>
- Putu Era Sandhi, P. S. E. C. (2019). 'Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis,' *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 5(1), 51–57.
- Rahminiwati, M., Iswantini, D., Trivadila, Sianipar, R. N. R., Sukma, R. M., Indariani, S., & Murni, A. (2025). 'The Strong Inhibition of Pancreatic Lipase by Selected Indonesian Medicinal Plants as Anti-Obesity Agents,' *Current Issues in Molecular Biology*, 47(1). <https://doi.org/10.3390/cimb47010039>
- Rodríguez-Pérez, C., Segura-Carretero, A., & del Mar Contreras, M. (2019). 'Phenolic compounds as natural and multifunctional anti-obesity agents: A review,' *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(8), 1212–1229. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1399859>
- Sa'diyah, H., Muntholib, & Subadi. (2019) 'Isolasi, identifikasi, dan uji aktivitas flavonoid dari buah delima (*Punica granatum* L) sebagai inhibitor lipase pankreas,' *Inovasi Kimia Dan Pembelajaran*, 13(November), 69–81.
- Saerang, M. F., Edy, H. J., & Siampa, J. P. (2023). 'Formulasi Sediaan Krim Dengan Ekstrak Etanol Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus Manihot* L.) Terhadap *Propionibacterium acnes*,' *Pharmakon*, 12(3), 350–357. <https://doi.org/10.35799/pha.12.2023.49075>
- Saha, S., Subrahmanyam, E. V. S., Kodangala, C., & Shastry, S. C. (2011). 'Isolation and characterization of triterpenoids and fatty acid ester of triterpenoid from leaves of *Bauhinia variegata*,' *Der Pharma Chemica*, 3(4), 28–37.
- Saidi, S. A., Al-Shaikh, T. M., Alghamdi, O. A., & Hamden, K. (2022). 'Ephedra alata subsp. alenda (Ephedraceae) leaf extracts: phytochemical screening, anti-diabetic, anti-obesity and anti-toxic activities on diabetic-induced liver-kidney-testes toxicities and inhibition of α -amylase and lipase enzymes,' *Heliyon*, 8(12), e11954. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11954>
- Sinulingga, A. S. (2023). 'Penurunan Berat Badan Mencit Swiss-Webster Betina pada Pemberian Infusa Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.),' *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.36456/farmasis.v4i1.6997>
- Suzery, M., Ningrum, A. N., Nudin, B.,

- Mulyani, N. S., & Cahyono, B. (2019). 'Determination of quercetin and rutin in red galangal rhizomes (*Alpinia purpurata*) and white galangal (*Alpinia galanga*) with high performance liquid chromatography method,' *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 292(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/292/1/012064>
- Tungmunthum, D., Tanaka, N., Uehara, A., & Iwashina, T. (2020). 'Flavonoids profile, taxonomic data, history of cosmetic uses, anti-oxidant and anti-aging potential of *alpinia galanga* (L.) willd,' *Cosmetics*, 7(4), 1–8. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7040089>
- Ujiana, W. O., Meak, L. E. C., Hiko, M. F., & Bare, Y. (2022). 'Potential of Triterpenoid Compounds in *Sauropus androgynus* L Merr as In Silico Inhibitor of Obesity,' *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 3(2), 43. <https://doi.org/10.55241/spibio.v3i2.64>
- WHO. (2025). *Obesity and Overweight*. Diakses di [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight]
- Wijayanti, S. N., Pratama, K. ., & Permatasari, D. A. . (2023). 'Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Fraksi N-Heksan, Etil Asetat, Air Dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* ATCC 11827 Secara Difusi,' *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(23), 755–770. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10416562>
- Wu, Y., Li, D., & Vermund, S. H. (2024). 'Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity,' *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph21060757>