

## **POTENSI ANTIATEROGENIK KOMBINASI EKSTRAK ETANOL RIMPANG KUNYIT DAN DAUN PEGAGAN DALAM MENURUNKAN RISIKO PENYAKIT KARDIOVASKULAR PADA MODEL HEWAN TIKUS OBES**

Kharina Septi Lestari<sup>1\*</sup>, Aulia Nurfaizri Istiqomah<sup>1</sup>, Ai Siti Fariyah<sup>1</sup>, Dika Azhar Ramadhan<sup>1</sup>, Marita Kaniawati<sup>1</sup>, Agus Sulaeman<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Program Studi S1 Farmasi, Universitas Bhakti Kencana

\*Email: kharina.septi@bku.ac.id

*Artikel diterima: 2025-12-12; Disetujui: 2026-03-26*  
DOI: <https://doi.org/10.36387/jiis.2882>

### **ABSTRAK**

Obesitas merupakan faktor risiko utama aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular yang ditandai dislipidemia dan stres oksidatif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efek antiaterogenik kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit (*Curcuma longa*) dan daun pegagan (*Centella asiatica*) pada tikus obesitas–hiperlipidemia. Tikus putih jantan dibagi menjadi tujuh kelompok: normal, induksi, pembanding (orlistat 10,8 mg/kgBB), serta kelompok ekstrak tunggal dan kombinasi (ERK, EDP, ERKDP 200:100, ERKDP 100:200 mg/kgBB). Induksi dilakukan dengan diet tinggi lemak dan fruktosa selama 60 hari. Parameter yang diamati meliputi bobot badan, profil lipid (TG, HDL, LDL, kolesterol total), *Atherogenic Index of Plasma* (AIP), serta histologi aorta. Hasil menunjukkan kelompok induksi mengalami peningkatan signifikan bobot badan, trigliserida, LDL, dan AIP ( $P < 0,05$ ). Seluruh kelompok perlakuan memperbaiki profil lipid dan menurunkan AIP secara bermakna dibanding kelompok induksi. Kombinasi ERKDP 100:200 mg/kgBB memberikan efek terbaik dengan penurunan LDL hingga 51,83%, AIP 54,60%, serta peningkatan HDL sebesar 146%. Selain itu, perbaikan struktur aorta dan penurunan jumlah sel busa juga teramati pada kelompok ini. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak kunyit dan pegagan, khususnya dosis 100:200 mg/kgBB, memiliki potensi antiaterogenik melalui perbaikan profil lipid, penurunan AIP, dan proteksi struktur vaskular.

**Kata Kunci:** Aterosklerosis, Kunyit, Pegagan, Profil lipid, AIP, Antiaterogenik

### **ABSTRACT**

*Obesity is a major risk factor for atherosclerosis and cardiovascular disease, characterized by dyslipidemia and oxidative stress. This study aimed to evaluate the anti-atherogenic effects of a combination of ethanol extracts of turmeric rhizome (*Curcuma longa*) and gotu kola leaves (*Centella asiatica*) in obese–hyperlipidemic rats. Male rats were divided into seven groups: normal, induction, comparator (orlistat 10.8 mg/kgBW), and treatment groups receiving single and combined extracts (ERK, EDP, ERKDP 200:100, ERKDP 100:200 mg/kgBW). Obesity and hyperlipidemia were induced using a high-fat and fructose diet for 60 days. Parameters measured included body weight, lipid profile (TG, HDL, LDL, total*

*cholesterol), Atherogenic Index of Plasma (AIP), and aortic histology. The induction group showed significant increases in body weight, triglycerides, LDL, and AIP ( $P < 0.05$ ). All treatment groups significantly improved lipid profiles and reduced AIP compared to the induction group. The ERKDP 100:200 mg/kgBW combination showed the most optimal effect, with a 51.83% reduction in LDL, a 54.60% decrease in AIP, and a 146% increase in HDL. Histological analysis also demonstrated reduced foam cell formation and improved aortic structure in this group. In conclusion, the combination of turmeric and gotu kola extracts, particularly at a dose of 100:200 mg/kgBW, exhibits significant anti-atherogenic potential through lipid profile improvement, AIP reduction, and vascular protection.*

**Keywords:** *Atherosclerosis, Turmeric, Gotu kola, Lipid profile, AIP, Anti-atherogenic*

## PENDAHULUAN

Obesitas adalah akumulasi lemak berlebih yang meningkatkan risiko penyakit, terutama melalui obesitas visceral yang memicu resistensi insulin, inflamasi kronis, dan dislipidemia (Islam, 2024). LDL berlebih dapat teroksidasi menjadi *ox*-LDL yang memicu pembentukan sel busa dan plak aterosklerosis (Ouyang, 2024). Aterosklerosis merupakan penyebab utama penyakit kardiovaskular dengan berbagai faktor risiko metabolik (Pahwa, 2021).

*Atherogenic Index of Plasma* (AIP), yaitu  $\log(\text{TG}/\text{HDL})$ , digunakan untuk menilai risiko pembentukan LDL kecil dan padat yang sangat aterogenik. Analisis histologi aorta digunakan untuk melihat ketebalan dinding, akumulasi plak, dan infiltrasi inflamasi (Siti, 2020).

Pegagan (*Centella asiatica*) mengandung asiatikosida, tanin, flavonoid, alkaloid, glikosida, dan triterpenoid yang

bersifat antioksidan (Handayani, 2022). Kunyit (*Curcuma longa*) kaya kurkumin yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi kuat (Pardede, 2021). Kombinasi keduanya terbukti menurunkan tekanan darah dan kekakuan arteri pada model hewan hipertensi (Hasimun, 2024), menunjukkan potensi sebagai agen antiaterogenik.

Diet tinggi lemak dan fruktosa dapat meningkatkan kolesterol total, LDL, trigliserida, serta stres oksidatif (Ahmad, 2023). Pada penelitian ini, tikus putih jantan diberikan pakan tinggi lemak (tepung jagung 25%, tepung ikan 16%, tepung kacang hijau 14%, tepung terigu 13%, lemak sapi 32%) dan fruktosa 30% peroral untuk menginduksi obesitas dan hiperlipidemia (Hasimun, 2024).

Kebaruan penelitian pada penggunaan kombinasi ekstrak pegagan dan kunyit sebagai agen antioksidan alami

untuk menurunkan LDL dan menghambat aterosklerosis,

Penelitian ini bertujuan membuktikan efek antiaterogenik kombinasi ekstrak etanol rimpang kunyit dan daun pegagan pada tikus obesitas-hiperlipidemia.

## **METODE PENELITIAN**

Pada pengujian antiaterogenik dilakukan beberapa tahapan penelitian yang meliputi:

### **Alat dan Bahan**

#### **Alat**

Timbangan analitik, penangas air, kertas saring, spatel logam, pipet tetes, gelas ukur, gelas kimia, mortir, stemper, batang pengaduk, aluminium foil, mikropipet 1000  $\mu\text{L}$  dan 100  $\mu\text{L}$ , multichannel pipettor 200  $\mu\text{L}$ , sentrifus dan microplate reader/microtube 1,5 mL.

#### **Bahan**

Simplisia kering rimpang kunyit, simplisia kering daun pegagan, orlistat, alkohol 96%, (Reagen HDL, LDL, Trigliserida, Kolesterol), etanol (96%), aquadestilata.

#### **Pembagian Kelompok Uji**

Hewan uji berupa tikus putih jantan dikondisikan selama 7 hari untuk aklimatisasi. Selanjutnya tikus dibagi ke dalam tujuh kelompok sebagai berikut:

- a. Kelompok Normal: Diberikan pakan normal dan CMC Na 1%.
- b. Kelompok Sakit: Diinduksi dengan

pakan tinggi lemak, Fruktosa 30% dan CMC Na 1%.

- c. Kelompok Pemanding: Induksi + Orlistat (10,8 mg/kg BB).
- d. Kelompok Uji 1: Induksi + ekstrak rimpang kunyit (ERK) 200 mg/Kg BB
- e. Kelompok Uji 2: Induksi + ekstrak daun pegagan (EDP) 200 mg/kg BB.
- f. Kelompok Uji 3: Induksi + kombinasi ekstrak rimpang kunyit dan daun pegagan (ERKDP) 100 mg :200 mg/kg BB.
- g. Kelompok Uji 4: Induksi + kombinasi ekstrak rimpang kunyit dan daun pegagan (ERKDP) 200 mg : 100 mg/kg BB.

Induksi pakan dan perlakuan kelompok masing-masing selama 60 hari.

#### **Pengukuran Parameter**

Pengukuran dilakukan pada awal ( $T_0$ ) dan akhir perlakuan, mencakup: (Bobot badan, Profil lipid (kolesterol total, LDL, HDL, trigliserida) dan histologi jaringan.

#### **Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS dengan metode statistik *One Way* ANOVA untuk melihat perbedaan antar kelompok uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan bobot badan

Obesitas pada hewan uji dapat ditetapkan dengan mengukur bobot badan

setelah pemberian perlakuan. Kondisi obesitas ditunjukkan dengan adanya peningkatan berat badan kelompok obes sebesar 20% (Speakman et al., 2022).

**Tabel 1.** Rata-rata bobot badan tikus setelah pemberian pakan tinggi lemak dan karbohidrat selama 60 hari.

Kelompok	Rata-rata bobot badan ± SD		% Kenaikan BB
	H0	H60	
Normal	194,25 ± 4,35	225,75 ± 1,89*	+16,26 ± 2,73*
Induksi	220,50 ± 22,78	296,75 ± 24,153#*	+35,39 ± 14,34
Orlistat	200,75 ± 1,50	167,25 ± 12,34#*	-16,69 ± 6,07*
ERK 200	195,25 ± 19,19	178,25 ± 18,84*	-8,62 ± 5,35*
EDP 200	192,75 ± 16,64	186,00 ± 13,86#*	-3,12 ± 8,70*
ERKDP 200:100	211,25 ± 9,91	194,25 ± 21,20*	-8,24 ± 5,72*
ERKDP 100:200	206,50 ± 11,36	180,00 ± 6,27#*	-12,61 ± 6,23*

**Tabel 2.** Profil Kadar Trigliserida Rata – rata Setelah Pemberian Ekstrak Uji Selama 60 Hari

Kelompok	TG (MEAN ± SD)		% Kenaikan
	T0	T60	
Normal	89,57 ± 25,95	59,03 ± 10,63*β	29,84 ± 23,69*
Induksi	94,27 ± 40,47	165,03 ± 11,28#β	91,86 ± 58,74#β
Orlistat	124,63 ± 20,11	122,47 ± 20,49#*	-2,44 ± 48,46*
ERK	134,8 ± 31,07	112,43 ± 29,27#*	-1,79 ± 2,67*
EDP	117,13 ± 40,22	106,34 ± 35,83#*	-4,84 ± 37,22*
ERKDP 200:100	107,23 ± 40,68	87,90 ± 28,93*	-17,11 ± 4,72*
ERKDP 100:200	114,53 ± 73,52	92,30 ± 30,23*	-9,01 ± 24,64*

**Tabel 3.** Profil Kadar HDL Rata – rata Setelah Pemberian Ekstrak Uji Selama 60 Hari

Kelompok	HDL (MEAN ± SD)		Kenaikan %
	H0	H60	
Normal	14,85 ± 5,02	25,43 ± 5,33β	88,43 ± 78,20 β
Induksi	23,53 ± 10,44	17,58 ± 6,14β	-14,42 ± 47,86 β
Orlistat	9,20 ± 4,37	43,78 ± 16,44#*	428,20 ± 229,76#*
ERK	15,38 ± 3,98	33,28 ± 8,96*	106,92 ± 99,18β
EDP	22,83 ± 9,54	36,00 ± 12,77*	103,27 ± 105,65β
ERKDP 200:100	19,35 ± 9,51	37,30 ± 12,13*	154,94 ± 173,30β
ERKDP 100:200	17,10 ± 2,52	42,10 ± 7,83*	146,00 ± 30,74 β

**Tabel 4.** Profil Kadar LDL Rata – rata Setelah Pemberian Ekstrak Uji Selama 60 Hari

Kelompok	LDL (MEAN ± SD)		Kenaikan %
	H0	H60	
Normal	21,90 ± 11,37	21,65 ± 3,85	-1,14 ± 31,59
Induksi	14,52 ± 2,05	16,42± 4,21	13,08 ± 30,11
Orlistat	24,22 ± 4,56	16,92 ± 6,34	-30,14 ± 17,31#*
ERK 200	24,35 ± 8,26	17,35 ± 5,34	-28,74 ± 15,58#*
EDP 200	25,90 ± 8,12#	12,35 ± 1,20*	-52,31 ± 24,26#*
ERKDP 200:100	22,82 ± 4,60	12,62 ± 2,40*	-44,69 ± 6,63#*
ERKDP 100:200	24,75 ± 5,12	11,92 ± 2,81*	-51,83 ± 16,54#*

**Tabel 5.** Profil Kadar Kolesterol Total (KT) Rata – rata Setelah Pemberian Ekstrak Uji Selama 60 Hari

Kelompok	Kolesterol Total (MEAN ± SD)		Kenaikan %
	H0	H60	
Normal	74,67± 15,41#	52,97 ± 5,06	-29,06 ± 17,39#
Induksi	52,92 ± 5,49	49,12± 13,45	-7,18 ± 26,24*
Orlistat	62,32 ± 20,14	43,30 ± 8,62	-30,51 ± 10,74#
ERK 200	90,75 ± 7,16#	37,72 ± 1,63*	-58,43 ± 2,51#*
EDP 200	66,92 ± 8,91	42,72± 10,17	-36,16 ± 7,80#
ERKDP 200:100	71,00 ± 12,53	41,22 ± 6,86	-40,56 ± 14,90#
ERKDP 100:200	55,27 ± 12,10*	37,80 ± 8,60	-27,76 ± 24,82#

**Tabel 6.** Profil Nilai AIP Rata – rata Setelah Perhitungan

Kelompok	AIP (MEAN ± SD)		Kenaikan %
	H0	H60	
Normal	0,85 ± 0,24	0,38 ± 0,11*	-50,31 ± 28,33*
Induksi	0,61 ± 0,32	0,93 ± 0,09#β	92,29 ± 115,54#β
Orlistat	1,15 ± 0,26	0,47 ± 0,20#*	59,42 ± 13,68#*
ERK	0,93 ± 0,17	0,57 ± 0,22*	-32,83 ± 26,81*
EDP	0,68 ± 0,15	0,49 ± 0,18*	-33,30 ± 15,18*
ERKDP 200:100	0,75 ± 0,18	0,44 ± 0,30*	-29,34 ± 65,89*
ERKDP 100:200	0,85 ± 0,29	0,41 ± 0,27*	-54,60 ± 16,30*

Keterangan :

(#) Berbeda bermakna jika dibandingkan dengan kelompok normal (P<0,05),(\*)Berbeda bermakna jika dibandingkan dengan kelompok induksi (P<0,05), (β) Berbeda bermakna jika dibandingkan dengan kelompok orlistat (P<0,05)

Pada hari ke-60, kelompok induksi menunjukkan peningkatan bobot badan yang berbeda bermakna dibanding kelompok normal, pembanding, dan seluruh perlakuan (P<0,05), menandakan diet tinggi

lemak dan fruktosa efektif meningkatkan berat badan.

Kelompok orlistat mengalami penurunan berat badan signifikan melalui

inhibisi lipase lambung dan pankreas (Dipiro et al., 2020).

Kombinasi ekstrak kunyit dan pegagan menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan bobot badan, diduga melalui efek sinergis kurkumin (menghambat HMG-CoA reduktase dan sintesis lemak) serta triterpenoid pegagan yang berperan dalam perbaikan metabolisme lipid (Mahakam et al., 2023).

### **Pemeriksaan Triglisierida**

Peningkatan triglisierida pada kelompok induksi disebabkan oleh diet tinggi lemak dan karbohidrat yang meningkatkan pembentukan dan penyimpanan lemak di jaringan adiposa, sehingga berkontribusi terhadap obesitas (Farizal et al., 2019). Kelompok ERKDP 100:200 mg/kgBB menunjukkan penurunan triglisierida paling efektif. Hal ini diduga karena kandungan bioaktif kunyit dan pegagan (flavonoid, polifenol, triterpenoid), terutama kurkumin dan asam asiatic, yang berperan menghambat metabolisme dan akumulasi triglisierida dalam jaringan adiposa (Zhang et al., 2022).

### **Pemeriksaan HDL**

ERKDP 100:200 mg/kgBB menunjukkan peningkatan kadar HDL paling efektif dibandingkan kelompok lain, serta lebih baik dibandingkan kombinasi 200:100 mg/kgBB. Efek ini diduga dipengaruhi oleh kandungan kurkuminoid

dalam kunyit yang dapat meningkatkan apolipoprotein A-1 (Apo A-1) dan mendukung proses reverse cholesterol transport (RCT), sehingga kolesterol dari jaringan perifer dapat diangkut ke hati. Selain itu, asam asiatic dari pegagan berperan sebagai antidislipidemia dengan menurunkan kolesterol total dan triglisierida serta meningkatkan HDL (Rameshreddy et al., 2018). Kombinasi kedua senyawa tersebut diduga memberikan efek sinergis dalam meningkatkan kadar HDL pada penelitian ini.

### **Pemeriksaan LDL**

Kelompok induksi mengalami peningkatan kadar LDL sebesar 14,03%, sedangkan kelompok normal sedikit menurun (-1,14%), namun keduanya tidak berbeda bermakna. Peningkatan LDL pada kelompok induksi disebabkan diet tinggi lemak, karbohidrat, dan fruktosa, sementara kelompok normal tidak mengalami penurunan signifikan karena tanpa intervensi (Putri et al., 2021).

Kelompok orlistat menunjukkan penurunan LDL sebesar 31,46% melalui penghambatan absorpsi lemak. Seluruh kelompok uji (ERK, EDP, ERKDP) menurunkan LDL secara bermakna dibanding induksi, diduga melalui aktivitas antioksidan (asiaticosida, kurkumin) dan flavonoid yang menghambat enzim HMG-CoA reduktase, mirip mekanisme statin

(Hall et al., 2021).

Kombinasi terbaik adalah ERKDP 100:200 dengan penurunan LDL terbesar (49,85%).

### Pemeriksaan Kolesterol Total

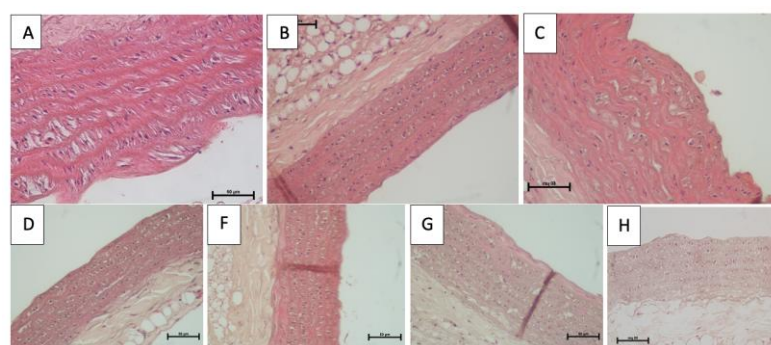
Pada H60, kelompok induksi, normal, dan orlistat sama-sama mengalami penurunan kolesterol total, namun secara statistik kelompok normal dan orlistat berbeda bermakna dibanding induksi. Dibandingkan kelompok normal, seluruh kelompok uji tidak berbeda bermakna meskipun tetap menunjukkan penurunan.

Kelompok ERK memberikan penurunan paling signifikan (58,30%) dan berbeda bermakna, diduga melalui penghambatan sintesis kolesterol melalui penurunan ekspresi *Fatty Acid Synthase*/FAS (Harwood, 2012).

Pada kombinasi, ERKDP 200:100 menunjukkan penurunan lebih baik (40,56%), namun tidak terdapat perbedaan bermakna antar kombinasi.

### Hasil perhitungan AIP

Perhitungan AIP dilakukan sebagai penanda yang kuat untuk memprediksi risiko aterosklerosis dan penyakit jantung koroner. AIP dihitung menggunakan rumus  $\text{Log}(\text{TG}/\text{HDL})$  (Niroumand et al., 2015). Pada perhitungan AIP jika dibandingkan kelompok sakit, semua kelompok dapat menurunkan menunjukkan perbedaan bermakna ( $P < 0,05$ ). Pada kelompok kombinasi ERKDP 100:200 mg/kgBB dapat menurunkan nilai AIP hingga 54,60%. Rendahnya kadar HDL dan tingginya kadar trigliserida merupakan salah satu prediktor terkuat penyakit kardiovaskular pada obesitas dan sindrom metabolik



Keterangan : A Normal : diameter lumen 1.244,220  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 140,470  $\mu\text{m}$ ; sel busa +  
B Induksi : diameter lumen 1.393,187  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 81.614  $\mu\text{m}$ ; sel busa ++  
C Orlistat : diameter lumen 1.283,076  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 93,056  $\mu\text{m}$ ; sel busa +  
D ERK 200 : diameter lumen 1.139,377  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 124,205  $\mu\text{m}$ ; sel busa ++  
E EDP 200 : diameter lumen 1.145,289  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 89,970  $\mu\text{m}$ ; sel busa +++  
F ERKDP 200:100 : diameter lumen 1.344,092  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 90,378  $\mu\text{m}$ ; sel busa ++  
H ERKDP 100:200 : diameter lumen 1.337,153  $\mu\text{m}$ ; ketebalan dinding 85,891  $\mu\text{m}$ ; sel busa +

**Gambar 1.** Histologi aorta

Analisis histologi aorta menunjukkan perubahan diameter lumen, ketebalan dinding, dan jumlah sel busa sebagai indikator aterosklerosis (Libby, 2021). Kelompok normal memiliki struktur normal dengan sel busa minimal (+), sedangkan kelompok induksi menunjukkan pelebaran lumen, penipisan dinding, dan peningkatan sel busa (++), menandakan awal aterosklerosis (Durham et al., 2021). Orlistat memperbaiki kondisi mendekati normal, sementara ERK 200 mg hanya memberikan efek parsial (Leopold, 2020). Kelompok EDP menunjukkan kondisi terburuk (+++). Kombinasi ERKDP 100:200 paling efektif dengan sel busa rendah (+) dan struktur aorta mendekati normal, menunjukkan efek antiaterogenik (Zhang et al., 2022).

#### **KESIMPULAN**

Kombinasi ekstrak kunyit dan pegagan memiliki efek antiaterogenik pada tikus obesitas–hiperlipidemia. Dosis terbaik adalah ERKDP 100:200 mg/kgBB, yang paling efektif memperbaiki profil lipid, menurunkan AIP, dan memperbaiki struktur aorta.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan atas dukungan

pendanaan melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP), sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, A. (2023). Pengaruh pemberian dangke terhadap kadar glukosa dan profil lipid tikus yang diinduksi diet tinggi lemak dan fruktosa.
- Dipiro, J. T., Yee, G., & Ellingrod, V. (2020). *Pharmacotherapy: A pathophysiologic approach* (3rd ed.). McGraw Hill.
- Durham, A. L., et al. (2021). Vascular smooth muscle cell phenotypic switching. *Nature Reviews Cardiology*, 18, 482–498.
- Farizal, J., Marlina, L., & Halimatussa'diah. (2019). Hubungan kadar trigliserida dengan mahasiswa obesitas. *Jurnal Ilmiah AVICENNA*, 14(2), 1–51.
- Hall, M. E., Cohen, J. B., Ard, J. D., Egan, B. M., Hall, J. E., Lavie, C. J., ... & American Heart Association Council. (2021). Weight-loss strategies for prevention and treatment of hypertension. *Hypertension*, 5, e38–e50.
- Handayani, V. (2022). Tumbuhan berpotensi obat Desa Sanrobone Kabupaten Takalar.
- Harwood, H. J. (2012). The adipocyte as an endocrine organ in the regulation of

- metabolic homeostasis. *Neuropharmacology*, 63(1), 57–75.
- Hasimun, P., Azhary, D. P., & Saputro, M. R. (2024). Formulasi dan evaluasi permen jelly dari ekstrak daun pegagan dan rimpang kunyit untuk kesehatan kardiovaskular. *An-Najat*, 2(2), 1–12.
- Islam, M. S., Wei, P., Suzauddula, M., Nime, I., Feroz, F., Acharjee, M., & Pan, F. (2024). The interplay of factors in metabolic syndrome: Understanding its roots and complexity. *Molecular Medicine*, 30(1), 279.
- Leopold, J. A. (2020). Antioxidants and atherosclerosis. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(21), 2765–2784.
- Libby, P. (2021). The changing landscape of atherosclerosis. *Nature*, 592(7855), 524–533.
- Mahakam, H., Nurfazri, A., & Safitri, S. (2023). Aktivitas antidislipidemia ekstrak etanol herba pegagan pada tikus Wistar jantan obesitas. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2, 155–165.
- Niroumand, S., et al. (2015). Atherogenic index of plasma (AIP): A marker of cardiovascular disease. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 29(1), 627–635.
- Ouyang, X., & Liu, Z. (2024). Regulatory T cells and macrophages in atherosclerosis. *Frontiers in Immunology*, 15, 1435021.
- Pahwa, R., Singh, A., Adams-Huet, B., Devaraj, S., & Jialal, I. (2021). Increased inflammasome activity in subcutaneous adipose tissue of patients with metabolic syndrome. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 37(3), e3383.
- Putri, M. A., Alioes, Y., & Rusjdi, S. R. (2021). Hubungan derajat obesitas dengan kadar LDL pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*, 2(2), 42–50.
- Rameshreddy, P., et al. (2018). Obesity-alleviating potential of asiatic acid. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 442(1–2), 143–154.
- Speakman, J. R., et al. (2022). Animal models of obesity: utility and limitations. *Disease Models & Mechanisms*, 15(3), dmm049913.
- Zhang, X., Li, Y., Wang, J., Chen, H., & Liu, Q. (2022). Effects of antioxidant supplementation on LDL oxidation and macrophage infiltration. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 109, 109123.