

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut WHO, obesitas adalah kondisi abnormal dengan terjadinya akumulasi lemak yang berlebih dan menimbulkan risiko kesehatan. Prevalensi obesitas terhitung meningkat sejak tahun 1970an yaitu sekitar tiga kali lebih banyak terjadi pada orang dewasa, namun saat ini angka kejadiannya naik lebih pesat pada anak-anak dan remaja (Blüher, 2020).

Data menunjukkan bahwa pada tahun 2022, obesitas berkembang sekitar dua kali lipat pada orang dewasa di seluruh dunia, dan meningkat empat kali lipat pada remaja dan anak-anak. WHO menyebutkan 39% orang dewasa mengalami kelebihan berat badan yang berujung 13% dengan kondisi obesitas, di negara berkembang kondisi ini lebih tinggi terjadi (18%). Berdasarkan data Riskesdas prevalensi obesitas terus meningkat di Indonesia, yakni pada tahun 2013 pada orang dewasa muda didapatkan 26,3%, angka ini melonjak di tahun 2018 menjadi 35,4% (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2022).

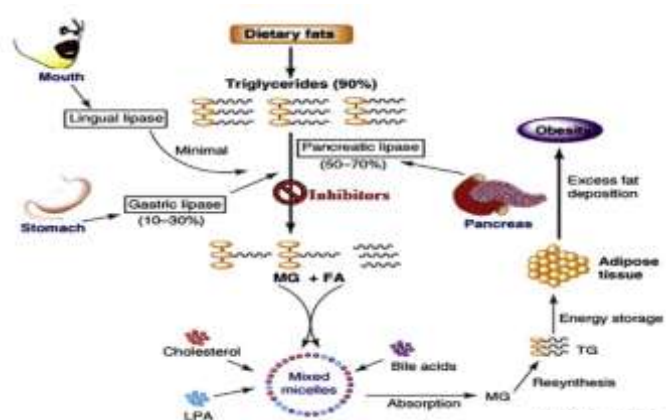
Obesitas dapat disebabkan oleh kebiasaan makan kebarat-baratan (tinggi lemak jenuh dan tinggi kalori) dan sedentary life style. Kondisi ini juga disebabkan oleh gangguan keseimbangan antara asupan dengan pengeluaran energi, sehingga menyebabkan akumulasi jaringan lemak. Enzim lipase yang berlebih dari pankreas memainkan peran penting dalam perkembangan obesitas (Nahar et al., 2016). Enzim lipase berperan dalam hidrolisis *dietary lipid* menjadi *monoasilgliserol*, *free fatty acid*, dan *glyceryl ester*, enzim lipase ini terbagi menjadi tiga yaitu lipase lingual (sangat kecil dalam hidrolisis makanan), lipase lambung (10-30%), dan lipase pankreas (50-70%), selanjutnya terjadi penyerapan pada small intestine yang kemudian sintesis ulang *triasilgliserol* untuk penyimpanan energi dalam bentuk jaringan adiposa (Liu et al., 2020). Selain itu, makan makanan yang tinggi lemak secara terus menerus dapat meningkatkan risiko terjadinya resistensi leptin, sehingga individu tidak akan merasa kenyang meski asupan yang masuk sudah berlebih (Matheny et al., 2011)

Jaringan adipose/lemak visceral menghasilkan adipokin seperti leptin (pada penderita obesitas kadarnya yang tinggi dalam waktu lama menyebabkan situasi yang diidentifikasi sebagai resisten leptin), resistin, dan adiponectin yang berperan dalam pengaturan asupan, pengeluaran energi, inflamasi, sekresi dan sensitivitas insulin. Salah satu kejadian yang harus digaris bawahi yaitu resistensi leptin. Disfungsi adipokin dapat menyebabkan abnormal metabolisme, sehingga muncul kondisi obesitas. Karena itu, adipokin dapat menjadi target potensial bagi terapi anti-obesitas (Pan et al., 2016). Makan makanan tinggi lemak juga dapat menyebabkan obesitas karena terjadinya stress oksidatif, yaitu

dengan penyimpanan berlebih *white adipose tissue* (WAT), dan peningkatan proliferasi preadiposit, serta diferensiasi adiposit. Hal ini ditandai dengan terjadinya hiperlipidemia Masenga et al. (2023). Selain itu kondisi obesitas inipun dapat menyebabkan peningkatan stress oksidatif, seperti *superoxide generation from NADPH oxidases* (NOX), *oxidative phosphorylation*, *glyceraldehyde auto-oxidation*, *protein kinase C (PKC) activation*, and *polyol and hexosamine pathways*. Stress oksidatif ini juga dapat menyebabkan peningkatan leptin, kadar leptin yang tinggi ini menyebabkan gagalnya hormon leptin dalam regulasi nafsu makan (turunnya sensitivitas reseptor leptin, yaitu dengan penurunan fosforilasi jalur STAT 3 di *Arcuate Nucleus hipotalamus* dan *ventral tegmental area*), sehingga menyebabkan peningkatan perilaku makan dan kecenderungan memilih minuman manis dibandingkan air mineral (Matheny et al., 2011)

Pada kondisi metabolisme yang normal adiposit memiliki usia hidup sepuluh tahun, yang secara ketat diatur oleh regulasi adipogenesis dan apoptosis adiposit. Penderita overweight dan obesitas terjadi penumpukkan adiposit, sehingga mensekresi adiponektin dan sitokin yang dapat mengganggu metabolisme. Hasilnya tubuh membuat preadiposit dalam jumlah besar, kemudian terjadi diferensiasi mature adiposit dan meningkatkan jumlah adiposit. Hal ini dapat terlihat pada skrining BMI yang terganggu dan dikonfirmasi dengan perubahan profil lipid (Novelli et al., 2007a)(Balusamy et al., 2019). Seringkali kadar profil lipid (terutama trigliserida) dijadikan sebagai parameter keberhasilan terapi anti-obesitas selain dari hasil antropometri penderita(Balusamy et al., 2019).

Sulitnya mengatasi peningkatan berat pada penderita obesitas akibat resistensi leptin, juga dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan seperti gangguan metabolik pada jantung, terjadinya stres oksidatif, peningkatan kadar kolesterol yang juga dapat meningkatkan angka penyakit cardiac attack ataupun stroke. Hal ini memicu tingginya mortalitas dan penurunan harapan hidup. Kebutuhan terapi dirasa penting untuk mengatasi hal ini. Terapi orlistat yang bekerja dengan cara inhibisi/menghambat penyerapan gliserol di sistem pencernaan yang dapat mengeliminasi risiko obesitas dari asupan nutrisi yang berlebih, namun karena harganya yang cukup mahal membuat obat ini tidak dapat digunakan dalam waktu panjang (Susilawati et al., 2017). Terapi alternatif yang berasal dari tanaman mendorong peneliti untuk melakukan studi dengan bahan sumber alam/tanaman.



Gambar 1 Skema Mekanisme Pemecahan Lemak Makanan

Menurut penelitian sumber makanan yang kaya akan antioksidan seperti alkaloid, saponin, flavonoid, polifenol dapat meningkatkan sensitivitas leptin dan mengatasi ataupun mencegah resistensi adipokin (leptin) (Ramírez-Moreno et al., 2022). Tanaman Moringa Oleifera disebut “miracle tree” karena banyaknya manfaat yang terkandung di setiap bagian tanaman tersebut. Baru-baru ini ditunjukkan oleh beberapa penelitian kandungan bioaktif seperti polifenol, flavonoid, alkaloid, isotiosianat, terpenoid dapat menjadi potensi anti-obesitas (inhibitor lipase) dan menurunkan kadar profil lipid (Liu et al., 2020) (Ali Redha et al., 2021)(Chuang et al., 2019). Moringa oleifera seringkali tumbuh di daerah tropis dan subtropis, beragam kandungan lainnya juga ditemukan seperti karbohidrat, protein, mineral (seperti kalsium dan potassium) dan antioksidan (Dhakad et al., 2019).



Gambar 2 Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera* L.)

Peneliti bertujuan dalam studi ini untuk mengetahui potensi anti obesitas pada batang *Moringa Oleifera*, yang selama ini seringkali hanya dianggap sebagai limbah. Batang kelor yang merupakan tempat/jalur transportasi dalam pengiriman nutrisi dalam tumbuhan tersebut diyakini memiliki kandungan senyawa aktif yang tersimpan didalamnya. Sehingga dalam studi ini dibuat ekstraksi yang dengan menggunakan pelarut etanol agar dapat menunjukkan kandungan fitokimia dan antioksidannya secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapat dari latar belakang penelitian ini adalah bagaimana potensi anti-obesitas batang *Moringa Oleifera L.* pada tikus dengan diet tinggi lemak?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi anti-obesitas batang *Moringa Oleifera L.* pada tikus dengan diet tinggi lemak.

1.3.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis kandungan senyawa aktif batang tanaman kelor (*Moringa Oleifera L.*) yang berpotensi sebagai anti obesitas
- b. Menganalisis aktivitas antioksidan (IC50) batang tanaman kelor (*Moringa Oleifera L.*)
- c. Menganalisis toksisitas (LC50) batang tanaman kelor (*Moringa Oleifera L.*)
- d. Menganalisis dosis batang tanaman kelor (*Moringa Oleifera L.*) yang efektif menurunkan berat badan, BMI dan abdominal circumference pada tikus obesitas.
- e. Menganalisis efektivitas batang *Moringa oleifera* terhadap kadar profil lipid (kolesterol total, trigliserida, LDL, dan HDL) .

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah untuk menambah wawasan terkait penelitian potensi anti-obesitas batang tanaman kelor (*Moringa oleifera L.*) pada tikus obesitas yang diinduksi diet tinggi lemak.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini menjadi dasar pemanfaatan batang tanaman kelor sebagai anti obesitas.

1.5 Penelitian Pendukung

Agar penelitian ini memiliki sifat kebaruan (novelty) dibanding dengan penelitian terdahulu, berikut beberapa penelitian sebelumnya:

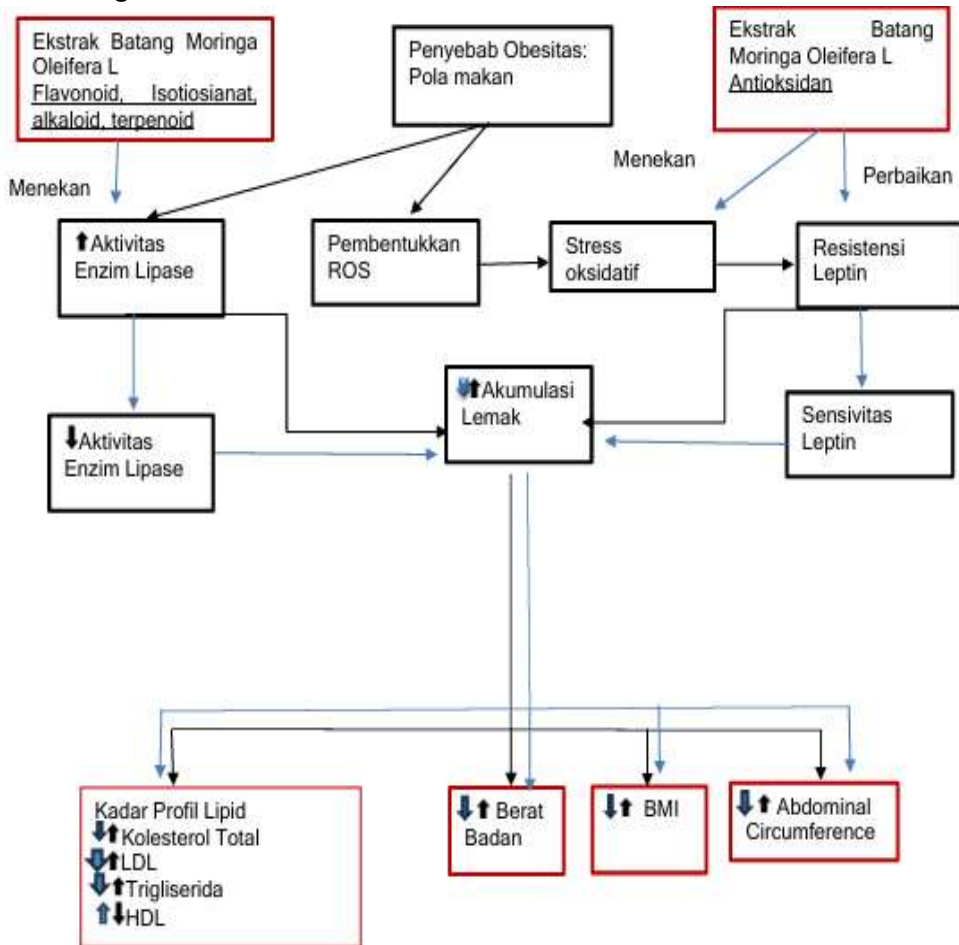
Tabel 1 Penelitian Pendukung

Peneliti	Judul	Hasil & Persamaan	Novelty
Hardjo et al. (2025)	Antioxidant and Anti-Obesity Potentials of Moringa oleifera Roots in High-Fat Diet-Induced Obesity in Rats	-Hasil penelitian menunjukkan penurunan berat badan, indeks lee, berat organ, menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol total	Parameter pengukuran dengan lingkar perut, dan pengujian kadar kolesterol total, LDL,HDL, dan Trigliserida yang dilakukan pre dan post intervensi ekstrak batang Moringa Oleifera L.
Ahmed, dkk (2017)	Molecular mechanisms of the anti-obesity potential effect of Moringa oleifera in the experimental model	-Hasil penelitian menunjukkan perbaikan adiponekin yang sejajar dengan berat badan yang menurun, perbaikan atherogenic index, coronary artery index, kadar glukosa, level resistensi insulin dan tanpa efek samping pada fungsi ginjal dan liver. -Persamaan pada penelitian ini yaitu menggunakan batang moringa oleifera sebagai anti obesitas, dengan melakukan pengujian kandungan phenolic dan flavonoid, parameter pengukuran berat badan, dan hewan	parameter pengukuran dengan abdominal circumference, pengujian kadar profil lipid (kolestrol total, trigliserida, LDL, dan HDL) sebelum dan setelah perlakuan. Peneliti juga melakukan uji toksisitas pada ekstrak Moringa Oleifera

		uji tikus	
Asgari, A., (2020)	Hepatoprotective and antioxidant activity of aerial parts of Moringa oleifera in prevention of non-alcoholic fatty liver disease in Wistar rats	-Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar Total Cholesterol, Total Trigliserida, LDL, VLDL dan peningkatan HDL, serta perbaikan dari histopatologis liver. -Persamaan penelitian ini yaitu menggunakan ekstrak dari batang tanaman kelor, pengujian profil lipid, dan pengujian kandungan antioksidan dari ekstrak Moringa Oleifera	Novelty pada penelitian adalah parameter pengukuran dengan abdominal circumference dan pengujian kadar profil lipid sebelum dan setelah perlakuan. Peneliti juga melakukan uji toksisitas pada ekstrak Moringa Oleifera.
Wang, dkk (2020)	Antioxidant activities and anti-proliferative effects of Moringa oleifera L. extracts with head and neck cancer	-Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak setiap bagian Moringa Oleifera memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, serta dapat menjadi pencegah bahkan pengobatan pada kanker kepala-leher (terutama ekstrak batang Moring Oleifera yang memiliki efek terkuat dalam menginduksi apoptosis cancer cell). -Persamaan dengan studi ini yaitu penggunaan ekstrak	Menganalisis potensi anti-obesitas ekstrak Moringa Oleifera dengan beberapa variabel (Berat badan dan abdominal circumference), peneliti juga menambahkan uji toksisitas dan kandungan fitokimia dari ekstrak Moringa Oleifera, serta pengukuran kadar profil lipid sebelum dan sesudah intervensi

		Moringa Oleifera stem, pengujian kandungan antioksidan dari ekstrak tersebut	
Nahar, dkk (2016)	Antiobesity activity of Moringa oleifera leaves against high fat diet-induced obesity in rats	-Hasil penelitian ini menunjukkan ekstrak daun Moringa Oleifera memiliki aktivitas anti-obesitas pada hewan uji dengan parameter BMI. -Persamaan studi ini adalah melihat potensi anti-obesitas dari ekstrak Moringa Oleifera dengan parameter antropometri.	Penggunaan ekstra Moringa Oleifera dengan bagian batang dan analisis potensi anti-obesitas dengan variabel pengukuran profil lipid sebelum dan setelah perlakuan. Peneliti juga melakukan pengujian antioksidan, fitokimia, dan toksisitas ekstrak Moringa Oleifera

1.6 Kerangka teori



Keterangan



Variabel yang diteliti



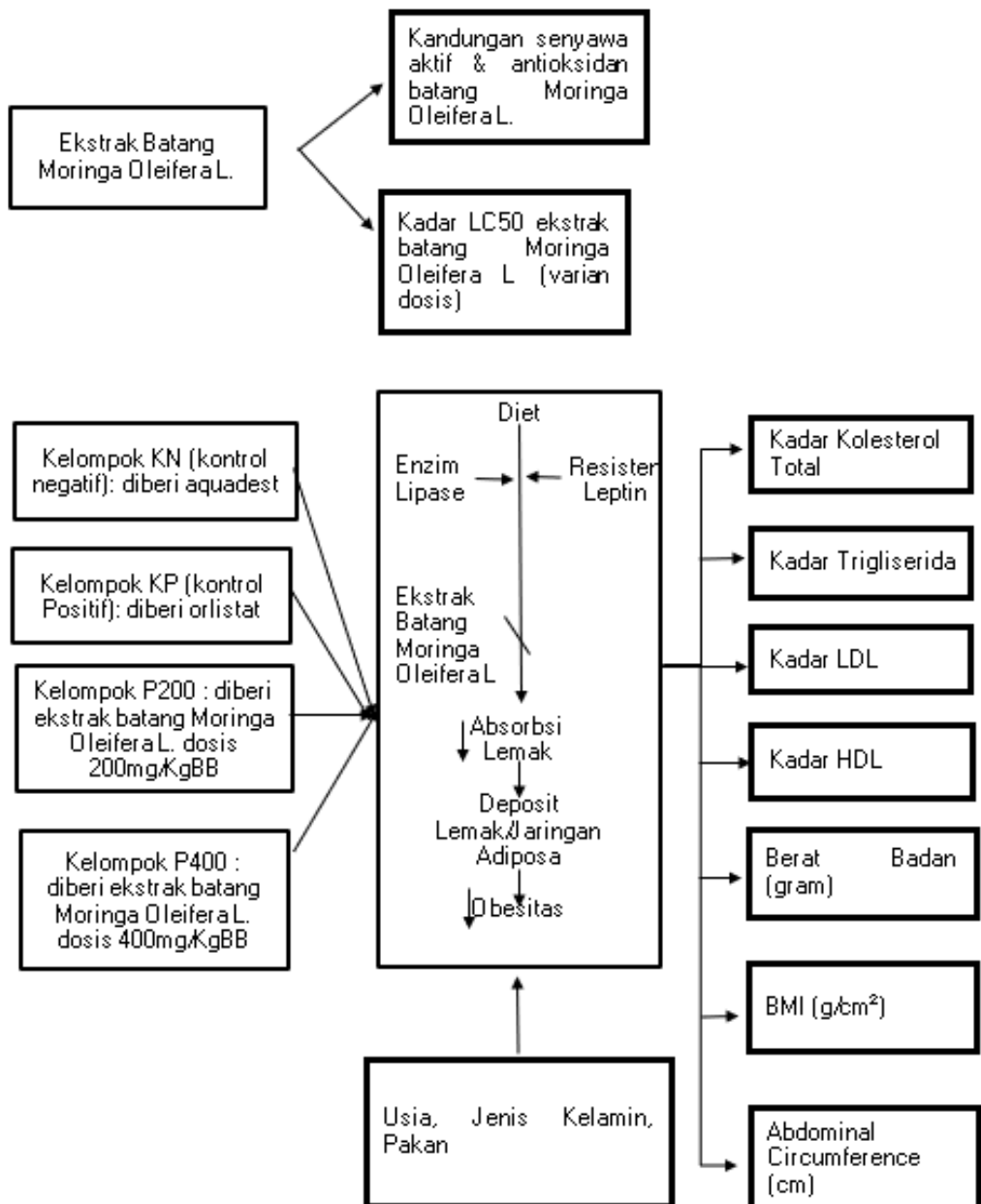
Variabel yang tidak diteliti



Pengaruh Ekstrak Batang Moringa Oleifera L.

Gambar 3 Kerangka Teori

1.7 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

1.8 Hipotesis Penelitian

1. Ekstrak batang Moringa Oleifera L. memiliki senyawa aktif dan kandungan antioksidan yang dapat memberikan efek anti obesitas.
2. Semakin besar dosis ekstrak batang Moringa Oleifera L. memberikan hasil penurunan berat badan dan BMI yang lebih efektif.
3. Semakin besar dosis ekstrak batang Moringa Oleifera L. memberikan hasil penurunan lingkar perut yang lebih efektif.
4. Semakin besar dosis ekstrak batang Moringa Oleifera L. memberikan hasil perbaikan profil lipid (kolesterol total, trigliserida, LDL, dan HDL) yang lebih efektif.

1.9 Definisi Operasional

- a. Ekstrak batang Moringa oleifera L. adalah pembuatan ekstrak dengan bagian batang utama (antara akar dan cabang daun), yang diambil kulit batang Moringa Oleifera L. Untuk dilakukan maserasi sebanyak 500gram dengan pelarut etanol 70% (perbandingan 1:10).
- b. Tikus obesitas adalah tikus yang mengalami peningkatan berat badan >20% dari berat badan awal (Novelli et al., 2007a) dan BMI $\geq 0.68 \text{ g/cm}^2$ (Novelli et al., 2007b) setelah pemberian pakan diet tinggi lemak dan cairan tinggi fruktosa selama 11 minggu.
- c. Potensi anti obesitas dengan parameter berat badan yaitu pengukuran berat badan hewan uji yang dilakukan dengan timbangan digital bersatuan gram. Pengukuran dilakukan di setiap akhir minggu selama proses penelitian. Penimbangan dilakukan sebanyak 3 kali dalam setiap sesi dan diambil nilai akhirnya dengan menghitung rerata hasil penimbangan berat tersebut.
- d. Pengukuran abdominal circumference dilakukan pada hewan uji. Pengukuran dilakukan dengan metline dengan satuan centimeter (cm) di bagian lingkar perut terbesar tikus (Nahar et al., 2016; Novelli et al., 2007a).
- e. Pengujian kadar profil lipid yaitu kolesterol total, trigliserida, LDL dan HDL dilakukan pada pre intervensi (setelah tikus diinduksi diet tinggi lemak) pada minggu ke-11 dan pada akhir intervensi (minggu ke-4 intervensi).

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Studi ini merupakan penelitian eksperimental secara *in vitro* dan *in vivo*. Desain penelitian yang digunakan yaitu pretest-posttest control group design potensi anti-obesitas batang *Moringa Oleifera L.* pada tikus dengan diet tinggi lemak

2.2 Waktu Penelitian

2.2.1. Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan akan berjalan pada bulan Juli sampai Desember 2025.

2.2.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di:

1. Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar untuk pemeriksaan uji aktivitas antioksidan, uji toksisitas, LCMS-MS, Fenolik Total, dan Flavonoid Total ekstrak batang *Moringa Oleifera L.*
2. Animal Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar untuk pemeliharaan, pemberian perlakuan pada hewan coba, pengukuran berat badan, BMI, dan lingkaran perut hewan coba.
3. Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar untuk pemeriksaan profil lipid pada sampel dari hewan coba.

2.3 Sampel Penelitian (In Vivo)

2.3.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini yaitu tikus wistar (*Rattus Novergicus*) jantan.

2.3.2 Sample Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada populasi tikus wistar (*Rattus Novergicus*) jantan dengan jumlah sample yang digunakan dalam studi ini yaitu 24 tikus wistar berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus Federer. Sample terbagi dalam empat kelompok, yaitu dua kelompok kontrol dan dua kelompok perlakuan. Setiap kelompok terdiri atas enam tikus.

$$\text{Rumus Federer} = (n-1) (t-1) \geq 15$$

Keterangan:

n: besar sampel tiap kelompok

t: jumlah kelompok

Menurut rumus Federer, banyaknya sampel yang diperlukan:

$$(n-1)(t-1) \geq 15$$

$$(n-1)(4-1) \geq 15$$

$$(n-1) \geq \frac{15}{3}$$

$$n-1 \geq 5$$

$$n \geq 6$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut jumlah sampel yaitu lebih besar atau sama dengan enam ekor di setiap kelompok. Penelitian ini, menggunakan 6 ekor hewan uji untuk masing-masing kelompok. Sehingga jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 24 ekor hewan uji (tikus).

2.3.3 Kriteria Inklusi

1. Tikus belum pernah mendapat perlakuan
2. Tikus usia 30-60 hari, berat badan 100 sampai 200 gram
3. Tikus tidak ada kelainan ataupun penyakit yang diderita

2.3.4 Kriteria Eksklusi:

1. Tikus yang mati selama proses penelitian

2.4 Prosedur Preparasi dan Ekstraksi

Batang tanaman kelor (*Moringa Oleifera* L.) yang telah dilakukan determinasi dengan No: S.67/BPSILHK>SBJ/SBTU/SET.3.1/B/03/2025. Batang Moringa di ambil di daerah pesisir di wilayah Kalimantan Timur, batang yang segar dibersihkan. Bagian kulit batang yang bisa dikelupas dikeringkan pada suhu ruang (dianginkan) selama 5 hari. Kulit batang kering ini dihaluskan dengan mesin penggiling (grinder). Simplisia kulit batang Moringa Oleifer L sebanyak 2kg direndam dalam pelarut etanol 70% sebanyak 20L. Setelah 3 hari sample disaring dengan corong buckner dan kertas saring whatman. Hasil konsentrasi yang didapat, selanjutnya dipekatkan dengan evaporator untuk menghasilkan ekstrak etanol yang kental.

2.5 Prosedur Uji LCMS-MS

Pengujian ekstrak tumbuhan kelor (*Moringa Oleifera* L.) dengan *liquid chromatography-tandem mass spectrometry*. Ekstrak batang Moringa Oleifera diinjeksikan ke dalam alat LC-MS/MS dengan *reversed-phase C18 column*. Bagian ini terdiri dari larutan A (air dengan 0,1% formic acid), larutan B (acetonitrile dengan 0,1% formic acid) menggunakan program gradien elution. Alat ini akan mendeteksi dengan ionisasi mode. Identifikasi senyawa berdasarkan mass spectra, waktu retensi, dan perbandingan dengan referensi database dan literatur.

2.6 Prosedur Uji Kadar Fenolik Total

Total senyawa fenolik dikur menggunakan reagen Folin Ciocalteu dengan katekin sebagai standar. 5 ml reagen Folin Ciovalteu (diencerkan sepuluh kali lipat dengan distilled water), 2 ml natrium bikarbonat 200g/L, dan 2 mL distilled water ditambahkan ke 1 mL ekstrak etanol dari sampel tanaman kelor. Setelah 1 jam pada 20°C absorbansi dibaca pada 755nm.

2.7 Prosedur Uji Toksisitas BSLT (In Vitro)

Pengujian yang dilakukan dengan Brine Shrimp Lethality Test untuk melihat aktivitas sitotoksik dari ekstrak tanaman kelor. Telur udang air asin/laut, diletakkan pada air laut buatan yang dikondisikan pada 2 zona yaitu gelap-terang. Dalam waktu 48 jam larva yang menetas ini ditempatkan sebanyak 10 larva dalam 5mL air laut dengan konsentrasi sample yang berbeda – beda. Setelah 24 jam larva udang dihitung jumlah larva hidup dan konsentrasi mematikan (Lethality Concentration) dihitung (Kumbhare et al., 2012)

2.8 Prosedur Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dengan 1 mL DPPH 0.2mM ditambah dengan etanol hingga mencapai volume 10mL. Tiap konsentrasi larutan sample batang kelor diambil untuk dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit lalu diukur serapan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum. Nilai inhibisi dihitung, persentase inhibisi dan konsentrasi larutan batang kelor di masukkan pada persamaan regresi linear x dengan y. Sehingga diperoleh nilai IC50.

2.9 Prosedur Uji Potensi Anti-Obesitas Batang Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera L.*) in Vivo

Tikus wistar jantan dengan usia 30-60 hari dengan berat 150-200 gram, diberikan waktu aklimatisasi selama tujuh hari dalam kandang dengan jumlah enam ekor/kandang yang dikelompokkan dalam empat kelompok (seperti yg dapat dilihat pada tabel).

Tabel 2 Kelompok Perlakuan Hewan Uji

Nama Kelompok	Keterangan
KN	Obesitas + Aquadest
KP	Obesitas+ Orlistat 20mg/KgBB

P200	Obesitas+Ekstrak Batang Kelor 200mg/kgBB
P400	Obesitas+Ekstrak Batang Kelor 400mg/KgBB

Kelompok perlakuan ini diantaranya: kontrol obesitas+normal saline, kontrol obesitas+ orlistat, obesitas + ekstrak kelor 200mg/KgBB, obesitas + ekstrak kelor 400mg/KgBB. Induksi diet tinggi lemak (pakan tikus tinggi lemak dengan komposisi protein kasar 20%, lemak 7%, serat 5%, air 10%, ditambah dengan kuning telur bebek sebanyak 3ml/hari) dan minuman tinggi fruktosa (30% fructose solution) sebanyak 40ml/hari dilakukan selama 11 minggu hingga mencapai BMI obesitas tikus (diatas 0,68 g/cm²) (Novelli et al., 2007a), dan diberi ekstrak tanaman kelor selama 4 minggu dengan diet pakan standar tikus. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: lingkaran perut, berat badan, BMI (berat badan (gram) / panjang badan² (cm) yang diukur di setiap akhir minggu selama proses penelitian, dan profil lipid (kolesterol total, trigliserida, LDL, HDL) setelah tikus diberi diet tinggi lemak dan post intervensi.

2.9.1 Prosedur Uji Profil Lipid

Profil lipid diuji pada tikus sebanyak dua kali yaitu setelah diberi makanan tinggi lemak dan setelah pemberian ekstrak batang kelor. Metode CHOD-PAP digunakan sebagai pengujian kadar kolesterol total, metode GPO-PAP untuk mengukur trigliserida, darah hewan uji diambil sebanyak 2mL yang dikoleksi pada tabung, kemudian dilakukan sentrifugasi selama lima menit dengan kecepatan 10.000 rpm, 10 µl serum ditambah reagen sekitar 1000 µl dihomogenkan dan inkubasi di suhu ruang selama 10 menit. Pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer Uv-Vis, total kolesterol diukur dengan panjang gelombang 500nm, sedangkan pengukuran trigliserida dilakukan pada panjang gelombang 500nm. Pengujian HDL dengan prinsip pemeriksaan Differential Precipitation (0,2mL sampel dengan reagen precipitation sebanyak 0,4 mL dilakukan vortex dan inkubasi selama 10 menit di suhu ruang, setelah itu lakukan sentrifugasi 10 menit pada 4000rpm, homogenkan 50 µ supernatan dengan tambahan monoreagent 1 mL, inkubasi selama 10 menit di suhu ruang, pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 500nm). Pengujian LDL dengan menggunakan metode indirek melalui rumus Friedewald

$$LDL = \text{total kolesterol} - HDL - (\text{Trigliserida}/5)$$

2.10 Analisis Data

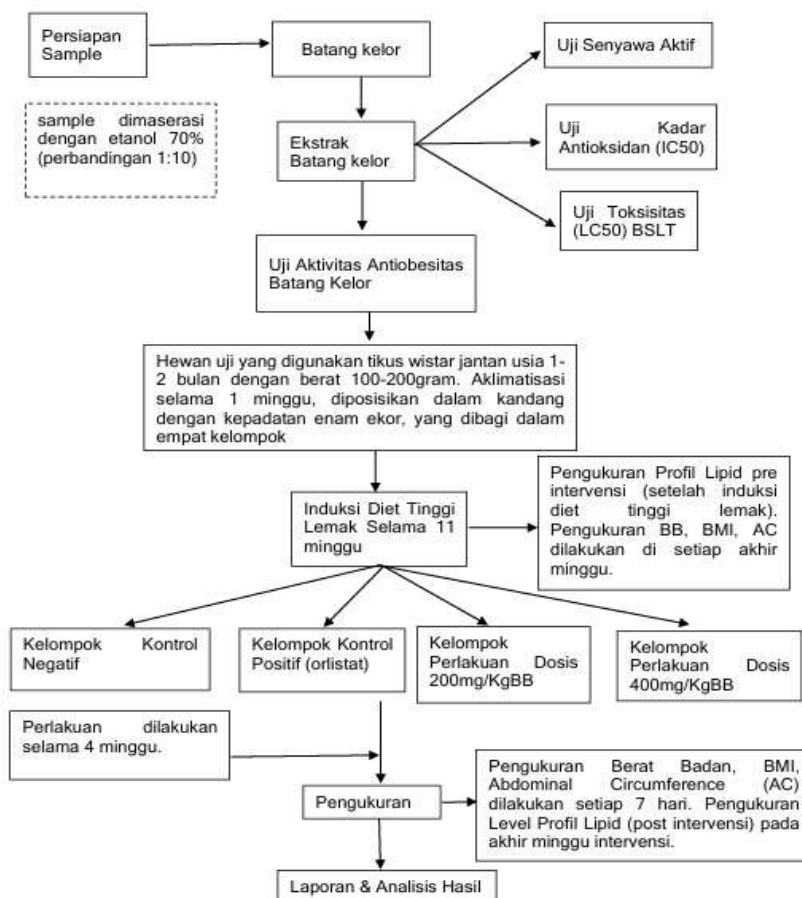
Data Potensi anti obesitas dari ekstrak batang Moringa Oleifera L disajikan dalam bentuk narasi, tabel, dan grafik. Data diuji dengan metode *pre-post with control group design*. Analisis statistik dilakukan dengan perangkat SPSS 27. Jumlah data

yang kurang dari 50 sampel, sehingga dilakukan uji normalitas dengan uji saphiro wilk. Hasil data yang terdistribusi normal, dilakukan pengujian sample T-Test. Sedangkan data yang tidak terdistribusi normal, dilakukan uji wilcoxon untuk melihat signifikansi data pre-post intervensi. Pengujian ANOVA dengan uji post hoc bonferroni (data terdistribusi normal) atau pengujian Kruskal Wallis (data tidak terdistribusi normal) dilakukan pada kelompok pre dan kelompok post untuk melihat signifikansi pada kelompok tersebut.

2.11 Izin Penelitian dan Kelayakkan Etik

Penelitian dilakukan setelah mendapat izin penelitian dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar dengan nomor 245/UN4.6.5.31/PP36/2025.

2.12 Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian