

TESIS

PENGARUH *MORINGA OLEIFERA* (MO) DAN ASAM FOLAT (AF) TERHADAP KADAR *HEMOGLOBIN* TIKUS BETINA

THE EFFECT OF *MORINGA OLEIFERA* (MO) AND FOLIC ACID (AF)
ON *HEMOGLOBIN* LEVELS OF FEMALE RATS



SULFIKA
P102222003



PROGRAM STUDI ILMU KEBIDANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

**PENGARUH *MORINGA OLEIFERA* (MO) DAN ASAM FOLAT (AF)
TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN TIKUS BETINA**

Disusun dan Diajukan Oleh

**SULFIKA
P102222003**



**PROGRAM STUDI ILMU KEBIDANAN
SEKOLAH PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**THE EFFECT OF MORINGA OLEIFERA (MO) AND FOLIC ACID (AF)
ON HEMOGLOBIN LEVELS OF FEMALE RATS**

Compiled and Submitted By

**SULFIKA
P102222003**



**MIDWIFERY STUDY PROGRAM
POSTGRADUATE SCHOOL
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR**

2024

**PERNYATAAN PENGAJUAN
PENGARUH *MORINGA OLEIFERA* (MO) DAN ASAM FOLAT (AF)
TERHADAP KADAR *HEMOGLOBIN* TIKUS BETINA**

***The effect Of Moringa Oleifera (MO) and Folic Acid (AF)
on Hemoglobin Levels of Female Rats***

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Magister Kebidanan

Disusun dan diajukan oleh

**SULFIKA
P102222003**

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU KEBIDANAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN AKHIR MAGISTER

Pengaruh *Moringa Oleifera* (MO) dan Asam Folat (AF) Terhadap
Kadar Hemoglobin Tikus Betina

Disusun dan diajukan oleh

Sulfika

(P102222003)

Telah disetujui dan diajukan:

Pada tanggal, 10 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Komisi Penasihat

Ketua



Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt

NIP. 19560114 198601 2 001

Sekretaris



Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb

NIP. 19670904 199001 2 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Magister Ilmu Kebidanan



Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb

NIP. 19670904 199001 2 002

TESIS

**PENGARUH MORINGA OLEIFERA (MO) DAN ASAM FOLAT (AF)
TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN TIKUS BETINA**

***The effect Of Moringa Oleifera (MO) and Folic Acid (AF) on
Hemoglobin Levels of Female Rats***

**SULFIKA
P102222003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister Pada tanggal 10 Oktober
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada
Program Studi Ilmu Kebidanan
Sekolah Pasca Sarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt
NIP. 19560114 198601 2 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb
NIP. 19670904 199001 2 002

Ketua Program Studi
Magister Kebidanan

Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb
NIP. 19670904 199001 2 002

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. dr. Budin Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed
NIP. 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul "*Pengaruh Moringa Oleifera (MO) dan Asam Folat (AF) Terhadap Kadar Hemoglobin Tikus Betina*" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt sebagai pembimbing utama dan Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT, M.Keb sebagai pembimbing pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis ini telah dipublikasikan di jurnal (Nama, Volume, Halaman dan DOI) sebagai artikel dengan judul "*Hemoglobin Characteristics of Rattus Norvegicus Hemoglobin Characteristics of Rattus Norvegicus by Orally Moringa Oleifera and Folic Acid*".

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini Universitas Hasanuddin.

Makassar, 10 Oktober 2024

Yang menyatakan



[Signature]
Sulitka
P102222003

UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillahil'alahirabbil'aalamiin.

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT. atas segala karunia, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul **“Pengaruh *Moringa Oleifera* (MO) dan Asam Folat (AF) Terhadap Kadar Hemoglobin Tikus Betina**” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Magister Ilmu Kebidanan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Penyusunan Tesis ini terwujud atas bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, dan pada kesempatan ini Peneliti dengan tulus menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku rektor Universitas Hasanuddin Makassar
2. Prof. dr. Budu, Ph.D.,Sp.M(K),M. Med.Ed selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT., M.Keb selaku Ketua Prodi Studi Magister Ilmu Kebidanan Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt selaku pembimbing I, Dr. Mardiana Ahmad, S.SiT., M.Keb selaku pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan mengarahkan peneliti dalam menyelesaikan tesis ini dengan penuh ketulusan dan kesabaran sehingga siap untuk diseminarkan di depan penguji.
5. Tim Penguji yakni Prof. Dr. Stang, M. Kes selaku Penguji I, Dr. Andi Nilawati Usman, SKM., M.Kes selaku Penguji II yang telah berkenan memberi masukan dan arahan serta menjadi tim penilai ujian.
6. Seluruh dosen dan staff Program Magister Ilmu Kebidanan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
7. Kepada kedua orang tua, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doanya selama peneliti dalam proses pendidikan sampai selesai.
8. Pendamping Laboratorium Biofarmaka dan Biofarmasi Universitas Hasanuddin Makassar yang telah memberikan bimbingan dan arahan bagi peneliti selama penelitian berlangsung.
9. Pendamping Laboratorium Rumah Sakit Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang telah berkenan memberikan bimbingan dan arahan bagi peneliti dalam pemeriksaan sampel darah sehingga peneliti berjalan lancar.
10. Rekan penelitian saya Devianti Dimalaya, Citrawati, Filza Azalia yang telah bekerja sama demi kelancaran penelitian ini.
11. Semua teman-teman Magister Kebidanan Angkatan XVII Universitas Hasanuddin Makassar.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar, 10 Oktober 2024

Peneliti

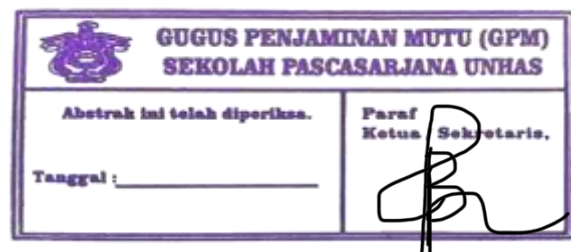
Sulfika

ABSTRAK

Sulfika. **PENGARUH *MORINGA OLEIFERA* (MO) DAN ASAM FOLAT (AF) TERHADAP PENINGKATAN KADAR HEMOGLOBIN TIKUS BETINA**
(dibimbing oleh Elly Wahyudin dan Mardiana Ahmad)

Latar Belakang. Anemia adalah kelainan hematologi yang masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat global terutama di negara berkembang dengan dampak yang beragam pada kelompok populasi yang berbeda-beda ditandaipenurunan konsentrasi eritrosit atau kadar *Hemoglobin* yang bersirkulasi dalam darah. Saat ini telah banyak penelitian menggunakan tikus betina, namun informasi terkait kadar *Hemoglobin* pada hewan coba tersebut masih sedikit, khususnya pada tikus betina yang diintervensi *Asetaminophen* dengan dosis toksik dan pemberian *Moringa Oleifera* (MO) dan Asam Folat (AF). **Tujuan.** Mengetahui Pengaruh *Moringa Oleifera* (MO) Dan Asam Folat (AF) terhadap peningkatan Kadar *Hemoglobin* Tikus Betina. **Metode.** Penelitian ini merupakan *True Eksperimen* dengan desain eksperimen berupa *pos test only control group design*, yang dilaksanakan 01 juni-01 juli 2024 Laboratorium Biofarmaka dan Biofarmasi Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Sampel penelitian adalah tikus putih betina berusia 2-3 bulan dibagi menjadi 5 yaitu kelompok positif ($n=3$) hanya menerima pakan standar, kelompok negatif diintervensi *asetaminophen* dosis toksik 1000 mg/kgBB ($n=3$), kelompok yang telah diintervensi *asetaminophen* dan diberi Kapsul MO dengan dosis 150-200 mg/kgBB ($n=3$), kemudian di beri AF dengan dosis 150- 200 mg/kgBB ($n=3$), dan kelompok Kapsul MO+AF dosis 150-200 mg/kgBB ($n=3$) pasca intervensi *asetaminophen* selama 7 hari. **Hasil.** Dari hasil penelitian ini menunjukkan kadar *Hemoglobin* berturut-turut yang tinggi adalah yang pertama kelompok kapsul MO sendiri, kelompok AF sendiri, kelompok gabungan kapsul MO+AF, kelompok positif dan kelompok negatif. **Kesimpulan.** Dari data dan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa persentasi peningkatan kadar *Hemoglobin* yang tertinggi adalah pemberian kapsul MO sendiri.

Kata Kunci: Kapsul *Moringa Oleifera* (MO); Asam Folat (AF); Kadar *Hemoglobin*; Tikus Betina; Induksi *Asetaminophen*.

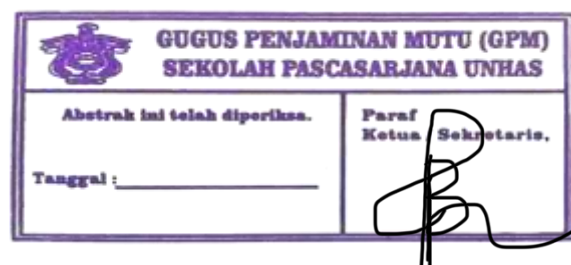


ABSTRACT

Sulfika. **THE EFFECT OF MORINGA OLEIFERA (MO) AND FOLIC ACID (AF) ON INCREASING HEMOGLOBIN LEVELS IN FEMALE RATS** (Supervised by Elly Wahyudin dan Mardiana Ahmad)

Background. Anemia is a hematological disorder that is still a global public health problem, especially in developing countries with varying impacts on different population groups characterized by decreased erythrocyte concentration or circulating Hemoglobin levels in the blood. Currently, there have been many studies using female rats, but information related to Hemoglobin levels in these experimental animals is still limited, especially in female rats that were intervened with Acetaminophen at toxic doses and given Moringa Oleifera (MO) and Folic Acid (AF). **Objective.** To determine the effect of Moringa Oleifera (MO) and Folic Acid (AF) on increasing Hemoglobin Levels in Female Rats. **Method.** This study is a True Experiment with an experimental design in the form of a post-test only control group design, which was carried out on June 1- July 1 2024, Biopharmaceutical and Biopharmaceutical Laboratory, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, Indonesia. The research sample was female white rats aged 2-3 months divided into 5, namely the positive group (n = 3) only receiving standard feed, the negative group intervened with a toxic dose of acetaminophen 1000 mg / kgBW (n = 3), the group that had been intervened with acetaminophen and given MO Capsules with a dose of 150-200 mg / kgBW (n = 3), then given AF with a dose of 150-200 mg / kgBW (n = 3), and the MO Capsule + AF group with a dose of 150-200 mg / kgBW (n = 3) after acetaminophen intervention for 7 days. **Results.** The results of this study indicate that the highest consecutive Hemoglobin levels are the first MO capsule group alone, the AF group alone, the combined MO + AF capsule group, the positive group and the negative group. **Conclusion.** From the data and discussion results, it can be concluded that the highest percentage increase in Hemoglobin levels is the administration of MO capsules alone.

Keywords: *Moringa Oleifera (MO) Capsules; Folic Acid (AF); Hemoglobin Levels; Female Rats; Acetaminophen Induction.*



DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMBAR DAN SINGKATAN	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	5
C. TUJUAN PENELITIAN	6
1. Tujuan Umum.....	6
2. Tujuan Khusus	6
D. MANFAAT PENELITIAN.....	6
1. Manfaat Teoritis	6
2. Manfaat Praktis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 KAJIAN TEORI	7
2.1.1 TINJAUAN TANAMAN KELOR (<i>MORINGA OLEIFERA</i>)	7
2.1.2 TINJAUAN TENTANG HEMOGLOBIN (Hb).....	13
2.1.3 TINJAUAN TENTANG ASAM FOLAT (AF).....	16
2.1.4 TINJAUAN KAPSUL <i>MORINGA OLEIFERA</i> (MO)	18
2.1.5 TINJAUAN ANEMIA KEHAMILAN.....	20
2.1.6. TINJAUAN HEPATOTOKSIK (<i>Kerusakan Hati</i>).....	23
2.1.7 TINJAUAN TIKUS BETINA.....	24
2.2 KERANGKA TEORI	26
2.3 KERANGKA KONSEP	27
2.4 HIPOTESIS.....	27

BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Desain Penelitian.....	28
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.3 Alur Penelitian	29
3.4 Populasi.....	29
3.5 Sampel	29
3.6 Alat Dan Bahan	29
3.7 Penentuan Dosis	30
3.8 Prosedur penelitian	31
3.9 Prosedur Kerja	32
3.10 Pengambilan Darah.....	32
3.11 Prosedur Kerja alat Pengukuran Kadar <i>Hemoglobin(Hb)</i>	33
3.12 Besar Sampel.....	34
3.13 Kriteria Sampel.....	35
3.14 Identifikasi Variabel	36
3.15 Definisi Operasional	37
3.16 Menentukan Dosis Pemberian	38
3.17 Analisis Data	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil penelitian dan analisis data	40
4.2 Pembahasan.....	42
4.3 Keterbatasan Penelitian	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi bunga, buah, dan biji kelor	11
Tabel 2.2 Kandungan nilai gizi daun kelor	12
Tabel 2.3 Nilai ambang batas <i>Hemoglobin</i> untuk anemia	14
Tabel 2.4 Penggolongan Status Anemia	22
Tabel 3.1 Definisi Operasional	37
Tabel 3.2 Tabel Konversi	38
Tabel 3.3 Konversi dosis ekstrak pada hewan uji	38
Tabel 4.1 Distribusi Kadar <i>Hemoglobin (HB)</i>	40
Tabel 4.2 Hasil Analisis Kruskal-Kawallis	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Moringa Oleifera</i>	7
Gambar 2.2 Akar <i>Moringa Oleifera</i>	8
Gambar 2.3 Daun <i>Moringa Oleifera</i>	9
Gambar 2.4 Bunga <i>Moringa Oleifera</i>	9
Gambar 2.5 Buah <i>Moringa Oleifera</i>	10
Gambar 2.6 Biji <i>Moringa Oleifera</i>	10
Gambar 2.7 Perbandingan <i>Moringa Oleifera</i>	11
Gambar 2.8 Kapsul <i>Moringa Oleifera</i>	18
Gambar 2.9 Tikus Putih.....	24
Gambar 2.10 Kerangka Teori.....	26
Gambar 2.11 Kerangka Konsep	27
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	29

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang	Keterangan
%	persen
°C	Derajat Celcius
AF	Asam Folat
BB	Berat Badan
Ca	Calsium
Cm	Centi Meter
CMC	Carboxy Methyl Cellulose
dl	Desiliter
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic Acid
Fe	Zat Besi
G	Gram
Hb	Hemoglobin
HED	Human Equivalent Dose
K	Potasium
Kemenkes RI	Kementrian Kesehatan Republik Indonesia
Kg	Kilo Gram
Kkal	Kilo Kalori
Mg	Magnesium
mmol	Milimol
MO	Moringa Oleifera
P	Fosfor
PCT	Paracetamol
WHO	<i>Word Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Moringa oleifera (MO) atau dalam bahasa Inggris disebut drumstick tree, merupakan salah satu bahan jamu yang tumbuh di berbagai pelosok Indonesia yang memiliki kandungan gizi yang sangat penting untuk mencegah berbagai macam penyakit termasuk anemia. Anemia merupakan masalah gizi kesehatan masyarakat, terutama pada ibu hamil (Agustina, W. Et al., 2023). *Moringa Oleifera* atau daun kelor mengandung 40 nutrisi penting yang terdiri dari zat gizi makro dan mikro serta bahan-bahan aktif yang bersifat antioksidan (Winarti, S.2021). Berbagai penelitian oleh pakar mancanegara telah membuktikan kandungan gizi yang kaya dalam tanaman kelor, sehingga kini tanaman kelor dikembangkan dalam rangka gerakan nasional sadar gizi dan mengatasi malnutrisi di Indonesia (Silalahi M, 2020). Tanaman MO sudah digunakan sejak ribuan tahun lalu, seperti terdapat dalam piramida Mesir dan dalam ilmu pengobatan tradisional Ayurveda India tercatat digunakan untuk mengobati tidak kurang dari 300 jenis penyakit. Juga digunakan para raja, ratu, dan prajurit untuk menjaga kesehatan dan kekuatan fisik dan mental (Japaries, W., 2023). Belakangan ini manfaat kelor, khususnya daun dan biji kelor banyak diteliti dan dikaji secara sistematis manfaatnya untuk bidang kesehatan, baik sebagai makanan kesehatan maupun untuk pengobatan berbagai kondisi patologis (Pareek A et al, 2023). Penggunaan bahan alam, baik sebagai obat maupun tujuan lain cenderung meningkat, terlebih dengan adanya isu back to nature (Balkis, C. P., et al., 2023).

MO adalah tanaman multiguna, padat nutrisi serta berkhasiat obat sehingga kelor banyak diteliti khasiat dan kegunaannya (Indriani. L, et al., 2019; Su, X. et al., 2023). MO merupakan makanan yang kaya akan sumber mineral esensial seperti kalsium dan zat besi, vitamin A, B dan C. MO juga mengandung asam amino seperti metionin dan sistin. Vitamin A yang terdapat pada serbuk kelor setara dengan 10 (sepuluh) kali vitamin A yang terdapat dalam wortel, setara dengan 17 kali kalsium yang terdapat pada susu, setara dengan 15 kali kalsium yang terdapat pada pisang, setara dengan 9 kali protein dalam yoghurt dan setara dengan 25 kali zat besi yang terdapat pada bayam (Hartati & Sunarsih, 2021). Kuantitas kandungan gizi tersebut akan meningkat apabila daun kelor dikonsumsi setelah dikeringkan, dijadikan serbuk tepung, atau dalam bentuk kapsul (Handayani., 2023). Tingginya kandungan zat besi (Fe) pada daun kelor kering ataupun dalam bentuk tepung daun kelor yaitu setara dengan 25 kali lebih tinggi daripada bayam dapat dijadikan alternatif penanggulangan anemia pada ibu hamil secara alami. Kandungan senyawa kelor telah diteliti dan dilaporkan bahwa daun kelor mengandung besi 28,29 mg dalam 100 gram (Rishel, R. A. 2023).

Daun (MO) merupakan bahan makanan segar sehingga cepat mengalami kerusakan. Pengolahan daun kelor menjadi kapsul dapat memperpanjang masa simpan daun kelor dan meningkatkan nilai gizi dari kelor (Rismawati R. et al., 2021). Dunia ilmu pengetahuan mengakui bahwa kelor merupakan tanaman yang paling kaya nutrisi yang ditemukan untuk saat ini (Nurmalasari, Y., et.al., 2021). Kelor digunakan sebagai bahan utama ratusan obat, baik untuk pencegahan maupun

meningkatkan fungsi kapiler tubuh serta dapat meningkatkan kemampuan untuk menyerap vitamin C. Adapun pada vitamin C ini juga dapat bekerja untuk membantu pada penyerapan zat besi, apabila pemberian zat besi nya maksimal, maka produksi darah dalam *Hemoglobin* pun akan meningkat. Kandungan pada zat besi (Fe) dapat membantu pembentukan darah merah dalam produksi *Hemoglobin* serta dapat menyokong sistem kekebalan pada tubuh (Nurmalasari Y, et al., 2021).

Asam Folat (AF) merupakan Vitamin B kompleks yang di perlukan tubuh karena berperan penting dalam metabolisme asam amino yang diperlukan dalam membentuk sel darah merah, dimana AF merupakan Zat penting dalam pencegahan Anemia (Mudrika, A. et al., 2023). Peranan AF dan vitamin C dalam proses penyerapan zat besi yaitu membantu mereduksi besi ferri(Fe^{3+}) dalam usus halus sehingga mudah diabsorpsi, proses reduksi tersebut akan semakin besar bila pH didalam lambung semakin asam. *Asam Folat* dan vitamin C dapat menambah keasaman sehingga dapat meningkatkan penyerapan zat besi hingga 30% (Danefi & Apriasih, 2020). AF berperan penting dalam metabolisme asam amino yang di perlukan dalam pembentukan sel darah merah (Qatrunnada, N. A. et al., 2023). Defisiensi *Asam Folat* terjadi jika kadar *Asam Folat* di bawah normal, yaitu folat serum $< 3 \text{ ng/ml}$ dan folat eritrosit $< 130 \text{ ng/mL}$ (Han, T. B. et al., 2020). Defisiensi AF dapat menyebabkan anemia megaloblastik yang memiliki ciri khas berupa perbesaran sel darah merah serta dapat menyebabkan kecacatan janin (Sholikhah, D. M. et al., 2023). *Asam Folat* sangat berperan penting pada fase awal pembentukan janin, yaitu pada fase pembentukan sistem saraf pusat (Elmugabil, A., & Adam, I. 2023). Defisiensi AF terjadi karena akibat langsung dari *absorpsi* yang buruk dari folat yang di minum serta peningkatan penggunaan, dapat pula di sebabkan oleh kondisi *liver* patologis (Manrai, M. et al., 2022). Kekurangan AF dapat menyebabkan kadar *Hemoglobin* menjadi rendah. Oleh karena itu asupan folat cukup penting karena berpengaruh terhadap pembentukan *Hemoglobin* dalam sel darah merah (Septa, R. 2023).

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang mengandung besi di dalam sel darah merah yang ada pada darah mamalia dan hewan lainnya (Djamil, R. A, et al., 2023). Protein diperlukan untuk proses biokimia dalam pembentukan *Hemoglobin*, vitamin C efektif meningkatkan penyerapan zat besi dalam makanan juga dapat berperan utama pada metabolisme zat besi, vitamin B6 untuk pembentukan sel darah merah, serat memperlancar proses buang air besar dan mengatasi sembelit, *Asam Folat* dapat mencegah anemia karena kekurangan AF (Manggul et al., 2021). *Hemoglobin* berperan sebagai alat transportasi zat gizi mulai dari usus halus sampai pada sel-sel jaringan tubuh yang memerlukan zat gizi (Triani, Y. Et al., 2023). *Hemoglobin* terdapat pada sel darah merah yang berfungsi sebagai pembawa oksigen keseluruh tubuh (Nurmalasari Y, et al., 2021). Kekurangan Kadar Hb dapat menyebabkan terjadinya Anemia (Eltayeb R. et.al., 2023).

Anemia adalah kelainan hematologi yang ditandai dengan penurunan konsentrasi eritrosit atau *Hemoglobin* yang bersirkulasi dalam darah. Di antara wanita hamil, anemia didefinisikan sebagai konsentrasi *Hemoglobin* (Hb) kurang dari 11 g/dl. Ini adalah masalah kesehatan masyarakat global terutama di negara-negara berkembang dengan dampak yang beragam pada kelompok populasi yang berbeda-beda, khususnya wanita hamil. Defisiensi zat besi dan folat adalah penyebab utama

anemia nutrisi. Selama kehamilan, kebutuhan zat besi dan folat tinggi dan jumlah zat besi yang diserap dari makanan tidak cukup untuk memenuhi kebutuhannya. Oleh karena itu, ibu hamil berisiko tinggi mengalami anemia akibat kekurangan zat besi dan folat jika tidak diberikan suplementasi ibu selama kehamilan (Nasir, B. B. et al., 2020).

Anemia masih menjadi permasalahan kesehatan saat ini, serta merupakan jenis malnutrisi dengan prevalensi tertinggi di dunia (Imai K. 2020). Penyebab dari kematian ibu salah satunya adalah anemia defisiensi besi pada ibu hamil yang dapat menyebabkan komplikasi pada kehamilan, bervariasi dari keluhan yang sangat ringan hingga terjadi kematian ibu dan janin (Claudia, F. S. et al., 2023). Hal ini ditunjukkan dengan masuknya anemia ke dalam daftar Global Burden of Disease dengan jumlah penderita sebanyak 1,159 miliar orang di seluruh dunia (sekitar 25 % dari jumlah penduduk dunia). Sekitar 50% dari semua penderita anemia mengalami defisiensi besi (Paridah, Y. Et al., 2021). Anemia ibu hamil disebut “potensial danger to mother and child” (potensi membahayakan ibu dan anak), sering terjadi di negara berkembang salah satunya yaitu di Indonesia (Dwita D, et al., 2023). Anemia merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang sering dijumpai di dunia kesehatan yang telah menyerang lebih dari 600 juta manusia (Ashraf F, et al., 2020). anemia selama kehamilan dapat menjadi faktor penyebab 40% kematian ibu di negara-negara berpendapatan rendah (Anisa, R., 2023; Yin, L. N. et al., 2023).

World Health Organization (WHO) Anemia dalam kehamilan merupakan masalah kesehatan yang utama di negara berkembang dengan tingkat morbiditas dan mortalitas tinggi pada ibu hamil (Hamodi, L. E, et al., 2022). Data dari World Health Organization (WHO), prevalensi anemia secara global pada ibu hamil di seluruh dunia sebesar 37%. Pada tahun 2019 37% (32 juta) wanita hamil berusia 15-49 tahun terkena anemia (WHO, 2023). Adapun prevalensi anemia pada ibu hamil di dunia yaitu diperkirakan Afrika sebesar 57,1%, Asia 48,2%, Eropa 25,1% dan Amerika 24,1% (WHO, 2022).

Di Indonesia prevalensi anemia kehamilan usia 15-49 tahun mengalami peningkatan yang cukup tinggi yaitu sebesar 43,2 % pada tahun 2017, sebanyak 43,7 % pada tahun 2018, dan meningkat menjadi 44,2 % pada tahun 2019 (WHO, 2023). Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia prevalensi anemia dalam kehamilan di Indonesia tahun 2019 sebesar 48,9% dan angka ini mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Dampak yang dapat disebabkan anemia defisiensi besi pada ibu hamil adalah 12% - 28% angka kematian janin, 30% kematian perinatal dan 7% - 10% angka kematian neonatal (Kemenkes RI, 2019).

Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2020, menunjukkan bahwa terdapat 5 daerah tertinggi dengan kasus anemia dalam kehamilan yaitu Kabupaten Bone sebanyak 11,8%, Kabupaten Jeneponto sebanyak 10,4%, Kabupaten Maros sebanyak 10%, Kabupaten Gowa sebanyak 8,5%, dan Kota Makassar sebanyak 8,3% (Profil Sul-Sel, 2021).

Upaya program pemerintah Indonesia dalam mencegah anemia pada ibu hamil dengan pemberian suplemen (90 tablet) Fe dan folat (Palikhey, A. et al., 2022). Suplementasi Zat Fe dan AF (IFAS) merupakan strategi yang layak dan hemat biaya

untuk mengendalikan dan mencegah anemia pada kehamilan. Namun, keberhasilan strategi ini kurang optimal karena rendahnya kepatuhan ibu dalam mengkonsumsi tablet Fe (Nasir B. B. et al., 2020). Selama kehamilan, ternyata kejadian anemia pada ibu hamil masih sangat tinggi karena banyak ibu hamil yang menolak atau tidak mematuhi anjuran konsumsi tablet Fe karena berbagai alasan seperti mual muntah dan sembelit (Delfina R, et., al 2023; Laia, J., et al., 2023). Peneliti sebelumnya menyatakan suplemen zat besi memiliki efek samping yang signifikan pada sistem pencernaan (Parvataneni, S., & Maw, M. 2020). Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kejadian konstipasi dengan konsumsi tablet FE pada ibu hamil (Hayati S., 2020).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa pemberian tablet tambahan kapsul kelor penting untuk ibu hamil. Konsumsi kapsul MO selama 40 hari, atau dengan dosis tunggal 500 mg diketahui aman dan tidak ada efek samping (Kok, T. Et al., 2023). Mengonsumsi daun kelor yang di kenal memiliki banyak manfaat baik itu dalam bentuk sayur atau dalam bentuk kapsul kelor (Delfina R, et., al 2023). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa flavonoid yang terdapat pada kelor menunjukkan aktivitas yang baik melawan sembelit (Jiang, M. Y. Et al., 2020). Senyawa flavonoid pada kelor di antaranya adalah mirsetin, kuersetin dan kaempferol (Noreen et al., 2020). Didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa senyawa Flavonoid, asam amino, nukleotida, lipid, dan alkaloid yang terdapat pada *Moringa Oleifera* dapat meringankan gejala sembelit pada tikus yang diinduksi loperamide (Gao, X. Et al., 2023).

Beberapa penelitian telah mengungkapkan tambahan zat untuk meningkatkan haemoglobin yang mudah ditemukan dan diolah, berasal dari tanaman lokal yaitu daun MO (Rishel, R. A. 2023). Salah satu pengobatan alternatif dengan menggunakan bahan alam adalah dengan mengonsumsi suplemen kelor. Serbuk daun kelor kaya akan berbagai mineral dan vitamin termasuk zat besi, vitamin A (karotenoid), dan vitamin C yang penting untuk metabolisme zat besi (Kandinata Y. et al., 2023). Saat ini terapi komplementer menjadi alternatif pengobatan dan pencegahan penyakit, terapi tradisional dengan memanfaatkan bahan herbal berupa tanaman yang ada disekitar kita dapat menjadi pilihan yang baik (Balkis, C. P., et al., 2023). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa pemberian MO dalam bentuk serbuk menunjukkan adanya peningkatan kadar *Hemoglobin* pada anemia (Kandinata Y. et al., 2023). Didukung dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa ada pengaruh pemberian kapsul daun kelor Pada Ibu Hamil Terhadap Kadar *Hemoglobin* (Rismawati et al., 2021). Obat tradisional dan tanaman obat banyak digunakan di masyarakat menengah ke bawah terutama dalam upaya preventif, promotif, dan rehabilitatif. Sementara ini banyak orang beranggapan bahan penggunaan tanaman obat atau obat tradisional lebih aman dibandingkan obat sintesis. Umumnya khasiat obat-obat tradisional sampai saat ini hanya didasarkan pada pengalaman empiris dan belum teruji secara ilmiah (Kolang, W. A., 2023). Oleh sebab itu peneliti mencoba melakukan penelitian dengan memberikan intervensi berupa kapsul *moringa oleifera* dan *asam folai* pada hewan uji tikus betina, karena MO terbukti memiliki kandungan vitamin yang baik bagi ibu hamil.

Untuk mengetahui efek dari suatu zat yang digunakan dan dimanfaatkan oleh manusia, perlu dilakukan penelitian di Laboratorium. Pada penelitian ini digunakan

tikus betina karena hewan ini, mudah dipelihara, mudah beradaptasi dan tersedia dalam jumlah banyak. perkembangbiakan, pemeliharaan dan penggunaannya mudah dan relatif murah (Tello-Palma, E. et al., 2022). Selain itu tikus juga memiliki daya tahan terhadap penyakit lebih baik dari pada hewan uji lainnya. Perubahan bentuk anatomi dan tingkah laku, pada tikus lebih mudah diamati, sehingga apabila ada kecacatan mudah dikenali dan diamati (Aini, Q. et al., 2023. Cakir, M. U. et al., 2022). Mencit sering digunakan dalam penelitian dikarenakan mencit mewakili hewan dari kelas mamalia, sehingga sistem reproduksi, pernapasan dan peredaran darah, ekskresi dan organ lainnya sudah menyerupai manusia (Jabar, M. A. et al., 2023. Mukhtar, S. et al., 2021).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa konsumsi daun MO efektif terhadap peningkatan kadar *Hemoglobin* pada ibu hamil dengan anemia. Selain itu Peneliti menyatakan bahwa konsumsi serbuk MO dan jus buah papaya efektif terhadap peningkatan kadar *Hemoglobin* ibu hamil. Sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh pemberian kapsul MO pada ibu hamil terhadap kadar *Hemoglobin*. Didukung dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa pemberian kapsul MO berpengaruh terhadap kadar *Hemoglobin* pada ibu hamil anemia (Satriawati, A. C., et.,al 2021; Susiyanti E. 2021; Trinumasari A,et.,al 2023; Trinumasari A,et.,al 2023; Rismawati, R. et., al 2021; Rishel, R. A. 2023).

Telah banyak penelitian mengenai pengaruh pemberian ekstrak kelor dan tablet penambah darah baik pada manusia atau hewan uji dan hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan terhadap *Hemoglobin* namun dari beberapa penelitian, juga tidak terlihat adanya perbaikan atau peningkatan *Hemoglobin*. Pada hasil penelitian lain menyatakan bahwa peningkatan kadar *Hemoglobin* (Hb) walaupun secara statistika tidak signifikan, namun Kelor berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai suplemen pada anemia defisiensi besi (Kandinata Y, et.,al 2023).

Fokus peneltian ini adalah mengukur kadar *Hemoglobin* tikus betina dengan pemberian kapsul MO dan AF terhadap tikus betina yang mengalami *Hepatotoksik*. Berdasarkan uraian latar belakang di atas mengkombinasikan MO Dan AF menjadi daya tarik peneliti untuk dalam melakukan penelitian terkait “Pengaruh *Moringa Oleifera* (MO) Dan *Asam Folat* (AF) Terhadap Peningkatan Kadar *Hemoglobin* Tikus Betina”.

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Pengaruh pemberian kapsul MO terhadap kadar *Hemoglobin* tikus betina?
- 2) Pengaruh pemberian AF terhadap kadar *Hemoglobin* tikus betina?
- 3) Perbedaan pengaruh antara yang di intervensi kapsul MO dan AF terhadap kadar *Hemoglobin* tikus betina?

1.3. Tujuan Penelitian

1) Tujuan Umum

Mengetahui Pengaruh *Moringa Oleifera* (Mo) Dan *Asam Folat* (Af) Terhadap Peningkatan Kadar *Hemoglobin* Tikus Betina?

2) Tujuan Khusus

- a. Untuk melihat perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina sebelum pemberian kapsul MO.
- b. Untuk melihat perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina sebelum pemberian AF.
- c. Untuk melihat perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina setelah pemberian kapsul MO.
- d. Untuk melihat perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina setelah pemberian AF.
- e. Menganalisis perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina sebelum dan setelah pemberian kapsul MO dan AF.
- f. Membandingkan antara kelima kelompok.

1.4. Manfaat

1) Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini di harapkan dapat digunakan sebagai perkembangan ilmu pengetahuan dalam pemanfaatan *Moringa Oleifera* dan *Asam Folat* sebagai pilihan alternatif pencegahan kasus anemia pada tikus betina atau sebagai alternatif lain pengganti suplemen nutrisi.

2) Manfaat Praktis

- a. Untuk Peneliti, penelitian ini menjadi sarana pengaplikasian ilmu dan pengalaman nyata dalam melaksanakan penelitian tentang pengaruh pemberian MO dan AF terhadap peningkatan kadar *Hemoglobin* pada tikus betina.
- b. Untuk institusi, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dan sumber bacaan mengenai pemanfaatan MO dan AF sebagai penanganan kasus pencegahan anemia pada tikus betina.
- c. Untuk masyarakat secara umum, diharapkan penelitian ini dapat menjadi pilihan alternatif lain dari pemberian suplemen nutrisi pada tikus betina dengan mengkonsumsi MO dan AF.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 TINJAUAN TANAMAN KELOR (*Moringa Oleifera*)

a. Taksonomi

Kingdom : Viridiplantae

Sub kingdom : Tracheophyta

Super divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Eudicotyledons

Sub kelas : Rosids

Ordo : Brassicales

Family : Moringaceae

Genus : *Moringa*

Spesies : *Moringa oleifera* (Ribaud et al., 2019).



Gambar 2.1 : *Moringa Oleifera* (Ribaud et al., 2019)

b. Deskripsi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)

Tanaman kelor berasal dari India bagian Utara dan Pakistan kemudian menyebar ke Asia Tenggara. Tanaman kelor tersebar luas di Indonesia dan banyak ditemukan di pedesaan dan banyak ditanam sebagai pagar hidup yang di tanam di tepi ladang dan sawah. Walaupun di Indonesia kelor tumbuh dan tersebar luas, namun pemanfaatannya masih terbatas sebagai pakan ternak. Hal ini berbeda dengan di Eropa, jenis tanaman kelor ini diteliti secara mendalam dan diketahui sangat berguna untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan sehingga disebut “miracle tree” (Tariq, S. Et., al 2022).

Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*) adalah salah satu jenis tanaman tropis yang tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Tanaman kelor ini merupakan adalah tanaman perdu dengan ketinggian 7-11 meter serta tumbuh subur mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 700 m di atas permukaan laut. Tanaman kelor dapat tumbuh pada daerah tropis dan subtropis pada semua jenis tanah dan tahan terhadap

Di Indonesia Tanaman kelor di kenal dalam berbagai macam nama, seperti: Kelor (Indonesia, jawa, sunda, Bali, Lampung), Kerol (Buru), Marangghi (Madura), Moltong (Flores), Kelo (Gorontalo), Keloro (Bugis), Kawano (Sumba), Ongge (Bima), Hau fo (Timor) (Marhaeni. 2021). Di Indonesia pohon kelor banyak ditanam, khususnya perkampungan dan pedesaan sebagai pagar hidup, batas tanah ataupun penjalar tanaman lain. (Mayasari, R. et al ., 2023).

Pohon ini dikenal dengan 'pohon ajaib' karena kemampuan penyembuhannya yang luar biasa untuk berbagai penyakit dan bahkan beberapa penyakit kronis (Rode, S. B.et al., 2022. Arienda, D. S. R. Et al., 2023). Semua bagian dari pohon kelor (daun, biji, akar dan bunga) layak dikonsumsi manusia dan hewan (Dhakad, A. K et al., 2019).

c. **Bagian Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)**

1) Akar (*Radix*)

Akar tunggang, berwarna putih. Kulit akar berasa pedas dan berbau tajam, dari dalam berwarna kuning pucat, bergaris halus tapi terang dan melintang. Tidak keras, bentuk tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, permukaan dalam agak berserabut, bagian kayu warna coklat muda, atau krem berserabut, sebagian besar terpisah (Maulidiyah, M. Et al., 2023).



Gambar 2.2 : Akar MO (Hasan, M. S. 2023)

Ekstrak akar kulit kelor memiliki potensi untuk menyembuhkan ulkus lambung dan lesi mukosa lambung. Hal ini juga mengurangi keasaman dan meningkatkan pH lambung (Sipayung, Y. K. 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa kelor memiliki antiulcer dan aktivitas antisecretory karenanya, dapat digunakan sebagai sumber untuk obat antiulcer di masa depan. Potensi antimutagenik dan antioksidan dari ekstrak akar kelor natrium azida di strain TA100 percobaan pada *Salmonella typhimurium* terjadi penghambatan microsomal peroksidasi lipid, menunjukkan bahwa akar kelor memiliki antimutagenik serta aktivitas antioksidan (Wasonowati, C., & Pradana, Y. W. 2023).

2) Daun

Daun majemuk, bertangkai panjang, tersusun berseling (alternate), beranak daun gasal (imparipinnatus), helai daun saat muda berwarna hijau muda - setelah dewasa hijau tua, bentuk helai daun bulat telur, panjang 1-2 cm, lebar 1-2 cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul

(obtusus), tepi rata, susunan pertulangan meniyrup (pinnate), permukaan atas dan bawah halus (Yue, X. N. et al., 2023).



Gambar 2.3 : Daun MO (Hasan, M. S. 2023)

Daun kelor merupakan salah satu bagian terpenting dari tanaman kelor yang telah banyak di teliti memiliki kandungan gizi dan kegunaannya. Daun kelor sangat kaya akan nutrisi, seperti kalsium, besi, protein, lemak, asam amino, vitamin A, vitamin B dan vitamin C. (Rotella, R. et al., 2023; Sha, Z. Et al., 2021). Disamping itu, daun kelor mengandung zat besi lebih tinggi daripada sayuran lainnya yaitu sebesar 17,2 mg/110g (Arienda, D. S. R. Et al., 2023).

3) Bunga

Bunga tumbuhan daun kelor berwarna putih kekuning- kuningan, dan memiliki pelepah bunga yang berwarna hijau, bunga ini tumbuh di ketiak daun yang biasanya ditandai dengan aroma atau bau semerbak (Trigo, C. Et al., 2023).



Gambar 2.4 : Bunga MO (Hasan, M. S. 2023)

Bunga *Moringa olifera* berbentuk segitiga, berwarna putih kekuningan dan memiliki tudung pelepah berwarna hijau. Bunga memiliki aroma dan mekar sepanjang tahun. Pohon *Moringa olifera* berbentuk segitiga yang berukuran 20 – 60 cm, berwarna hijau saat muda dan berubah menjadi cokelat. Biji berwarna cokelat kehitaman yang berbentuk bulat (Berawi, K, 2019).

Kandungan gizi bunga kelor memberikan manfaat nutrisi dan juga energi. Manfaat bunga kelor adalah tonik, atau proses penormalan jaringan pada usus dan merangsang nafsu makan lebih baik. Di India sudah dikenal dapat mengurangi peradangan, terutama radang tenggorokan (bersamaan dengan flu). Radanng gusi atau sakit gigi, dan bermanfaat untuk ibu hamil dan menyusui (Sitepu, P. A. B. 2023).

4) Buah atau Polong (*Pod Husks*)

Buah tumbuhan daun kelor berbentuk segitiga memanjang berkisar 30-120 cm, buah ini berwarna hijau muda hingga kecokelatan. Dalam setiap polong rata-rata berisi antara 12 dan 35 biji (Sitepu, P. A. B. 2023). Kulit

polong kelor mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, tritepenoids, diterpenoid dan glikosida (Maulidiyah, M. Et al., 2023).



Gambar 2.5 : Buah MO (Hasan, M. S. 2023)

5) Biji

Biji tumbuhan daun ini berbentuk bulat dengan diameter 1 cm berwarna coklat kehitaman, dengan 3 sayap tipis mengelilingi biji. Setiap pohon dapat menghasilkan sekitar 15000 sampai 25000 biji per tahun. (Dewi, R. 2023). Polong kelor pada berbagai penelitian melaporkan penggunaan polong kelor dengan potensi yang berbeda terhadap masalah kesehatan. Polong kelor mengandung berbagai phytochemical, termasuk antioksidan seperti vitamin C, β -karoten, α - dan γ -tokoferol, β -sitosterol, vitamin A, senyawa fenolik quercetin dan kaempferol, flavonoid, dan antosianin, bersama dengan beberapa kelas langka senyawa, termasuk alkaloid, glucosinولات, dan isothiocyanates yang memiliki berbagai efek bioaktifitas termasuk anti virus, anti inflamasi dan anti oksidan (Tariq, S. Et al., 2022).



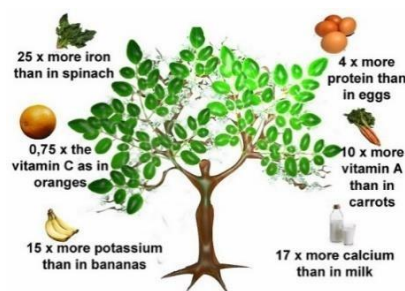
Gambar 2.6 : Biji MO (Hasan, M. S. 2023)

d. Kandungan dan Manfaat Kelor (*Moringa oleifera*)

Kelor merupakan tumbuhan yang dijuluki pohon kehidupan ("tree of life"), pohon ajaib ("miracle tree") karena kegunaannya yang luar biasa di bidang medis maupun non-medis. Secara tradisional kelor digunakan untuk mengobati luka, tukak, nyeri, penyakit hati, jantung, kanker, maupun peradangan. Daun Kelor sebagai sumber vitamin C yang tinggi, kalsium, β karoten, potassium serta protein yang bekerja sebagai sumber yang efektif dari antioksidan alami. Quercetin yang terkandung dalam kelor adalah flavonoid vital dengan sifat antioksidan. Karena kehadiran beberapa macam senyawa antioksidan seperti flavonoid, asam askorbat, cerotenoids dan fenolat. Selanjutnya, penelitian ilmiah modern menemukan lebih dari seratus jenis zat bioaktif ditemukan, termasuk alkaloid, fenolik, isotiosianat, flavonoid, antrakuinon, vitamin (terutama A dan C), glikosida, dan terpene, dari berbagai bagian tumbuhan kelor,

dengan efek hepatoprotektif, kardioprotektif, antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antikanker, antihipertensif, antidiabetik, dan nutrisi (Arora S, 2021; Pareek A et al, 2023; Silalahi M, 2020).

Efek nutrisinya terutama digunakan daun kelor yang mengandung zat gizi berlimpah, yakni kandungan vitamin C 7 kali lebih banyak dari jeruk. Kecuali vitamin C, kandungan gizi lainnya akan mengalami peningkatan kuantitas apabila daun kelor dikonsumsi setelah dikeringkan dan dijadikan serbuk (tepung). Vitamin A yang terdapat pada serbuk daun kelor setara dengan 10 kali vitamin A yang terdapat pada wortel, setara dengan 17 kali kalsium yang terdapat pada susu, setara dengan 15 kali kalium yang terdapat pada pisang, setara dengan 9 kali protein yang terdapat pada yogurt dan setara dengan zat besi 25 kali lebih banyak dari bayam (Abd El-Hack M. E. et al., 2022; Gong S. et al, 2021).



Gambar 2.7 : Perbandingan MO (Hasan,

Dari hasil analisa daun kelor kaya akan mineral, kalsium, potasium, zinc, magnesium, besi, tembaga, dan vitamin seperti beta-karoten dari vitamin A, vitamin B seperti *Asam Folat*, vitamin C, vitamin D, dan vitamin E juga terkandung dalam tanaman kelor (Rani et al., 2019).

Daun kelor merupakan merupakan salah satu bagian dari tanaman kelor yang di teliti kandungan gizi dan kegunaannya. Daun kelor sangat kaya nutrisi, diantaranya kalsium, besi, protein, vitamin A, vitamin B dan vitamin C (Thenmozhi et al., 2020). Daun kelor banyak mengandung zat besi lebih tinggi daripada sayuran lainnya sebesar 17,2 mg/100 g (Momongan, N. et al., 2023).

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi bunga, buah, dan biji kelor per 100 g

Kandungan Nutrisi	Bunga	Buah	Biji
Kadar air (%)	93,2	90,86	03,11
Protein (g)	24,05	12,36	32,19
Lemak (g)	06,01	00,98	32,40
Serat (g)	05,07	22,57	15,87
Mineral (g)	58,08	13,40	05,58
kalori (Kal/100g)	06,20	50,73	15,96

Sumber : Iman Bumulo, N. 2023; Saputra M.F 2020.

Tabel 2.2 Kandungan nilai gizi daun kelor

Nutritional Analysis	Satuan	Per 100 gram bahan			
		Polong mentah	Daun Segar	Daun Kering	Serbuk Daun
NUTRISI					
Kalori	Cal	26,0	92,0	329,00	205,0
Air	%	88,20	78,66	0,0074±0,0029	75,0
Protein	g	2.10	6,70	29,40	27,1
Lemak	g	0,1	1.7	5,20	2.3
Karbohidrat	g	3,7	12,50	41,20	38,2
Serat	g	4,8	0.90	12,50	19.2
Mineral	g	2,0	2.3	-	-
Kalsium (Ca)	Mg	30	440.0	2185,00	2003.0
Magnesium (Mg)	Mg	45	42,00	448,00	368.0
Fospor (P)	Mg	50	70,00	225,00	204.0
Potasium (K)	Mg	-	259.0	1236,00	1324.0
Copper (Cu)	Mg	-	1.1	-	0.6
Zat Besi (Fe)	Mg	5,3	7,0	97,9	28.2
Asam Oksalat	Mg	10	101	-	1,6
Asam Folat	Mg	-	-	-	-
VITAMIN					
Vitamin A	Mg	0,11	6.80	-	16.3
Vitamin B – Choline	Mg	423	423.00	-	-
Vitamin B1 – Thiamin	Mg	0,05	0.21	2,02	2.64
Vitamin B2 – Riboflavin	Mg	0,07	0.05	21,30	20.5
Vitamin B3 – Nicotinic Acid	Mg	0,2	0,80	7,60	8.2
Vitamin B6	Mg	0,120	1.200	2.4	-
Vitamin C	Mg	120	220	15,80	17,3
Vitamin E		-	448,00	10,80	
Asam Amino					
Arginine	Mg	-	406.6	-	1325
Histidine	Mg	-	149.8	-	613
Lysine	Mg	-	342.4	-	1325
Tryptophan	Mg	-	107	-	425
Phenylalanine	Mg	-	310.3	-	1388
Methionine	Mg	-	117.7	-	350
Threonline	Mg	-	117.7	-	1188
Leucine	Mg	-	492.2	-	1950
Isoleucine	Mg	-	299.6	-	825
Valine	Mg	-	374.5	-	1068

Sumber: Database nutrisi pertanian departemen Amerika Serikat (Meireles et al., 2020; Saputra M.F. 2020)

Kelor tidak hanya kaya akan nutrisi akan tetapi juga memiliki sifat fungsional karena tanaman ini mempunyai khasiat dan manfaat buat kesehatan manusia (Sadha, N. S. N. et al., 2022). Disamping itu daun kelor menandung unsur zat gizi mikro yang sangat dibutuhkan oleh ibu hamil, seperti beta carotene, thiamin (B1), Riboflavin (B2), Niacin (B3), kalsium, zat besi, fosfor, magnesium, seng, vitamin C, sebagai alternatif untuk meningkatkan status gizi ibu hamil (Mayasari, R. Et al., 2023).

Moringa oleifera merupakan salah satu tanaman yang hampir seluruh bagiannya telah dimanfaatkan sebagai suplemen nutrisi dan obat tradisional. Daun kelor mengandung nutrisi, antioksidan, dan zat bioaktif yang memiliki sifat anti inflamasi, penyembuhan luka, dan anti anemia (Nurhayati T. et al., 2023).

2.1.2 TINJAUAN TENTANG *HEMOGLOBIN (Hb)*

2.1.2.1 Deskripsi Tentang *Hemoglobin*

Hemoglobin merupakan komponen utama eritrosit yang tersusun atas bagian heme (*nonprotein*) dan globin (*protein*) (Nurhayati T. et al., 2023). *Hemoglobin* merupakan metalprotein pengangkut oksigen yang mengandung besi dalam sel merah dalam darah mamalia dan hewan lainnya. Molekul *Hemoglobin* terdiri dari globin, apoprotein dan empat gugus heme, suatu molekul organik dengan satu atom besi (Wijayanti W. et al., 2023). *Hemoglobin* adalah protein pengikat oksigen sehingga memungkinkan *red blood cell count* (RBC) untuk mengangkut lebih banyak oksigen. Jika seorang memiliki kadar Hb yang rendah disebut anemia (Nugrahaeni, 2020).

Kadar *Hemoglobin* merupakan salah satu parameter untuk mengetahui terjadinya anemia. *Hemoglobin* adalah protein kompleks berukuran besar yang mengandung protein globular (globin) dan kompleks yang mengandung zat besi berpigmen yang di sebut heme (Widowati and Rinata, 2020).

2.1.2.2 Sintesis dan Struktur *Hemoglobin (Hb)*

Hemoglobin terdiri dari empat rantai globin, masing-masing mengandung molekul hem yang secara reversibel mengikat oksigen. Pengikatan oksigen untuk meningkatkan afinitas oksigen dengan menginduksi perubahan struktural pada rantai globin yang berdekatan. *Hemoglobin* membentuk senyawa *karbamino* dengan karbondioksida dan buffer ion hidrogen dalam eritrosit, sehingga memfasilitasi pengangkutan karbondioksida dalam darah. *Hemoglobin* abnormal timbul dari perubahan rantai globin, atom besi, atau dari pengikatan ligan selain oksigen. *Hemoglobin* hadir dalam darah pada konsentrasi 13,5-18,0 g/dl-1 pada pria dan 11,5- 16,0 g/dl-1 pada wanita. Setiap eritrosit mengandung sekitar 200-300 juta molekul *Hemoglobin* (Doda et al., 2020).

Nama *Hemoglobin* merupakan gabungan dari heme dan globin, globin sebagai istilah generik untuk protein globular. Ada beberapa protein

mengandung heme dan *Hemoglobin* memiliki kapasitas empat molekul oksigen (Pang, X. L., et al., 2023).

Pada pusat molekul terdiri dari cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi, atom ini merupakan situs/lokal ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme, tiap subunit *Hemoglobin* mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan Hb memiliki kapasitas empat molekul oksigen. Pada molekul heme inilah zat besi melekat dan menghantarkan oksigen serta karbondioksida melalui darah. (Hermin, H. (2023).

2.1.2.3 Kadar dan Pembentukan *Hemoglobin* (Hb)

Kadar *Hemoglobin* adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran-butiran darah merah. Jumlah Hb dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah, dan jumlahnya ini biasa disebut “100 persen” (Pearce, 2021). Batas normal *Hemoglobin* untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar *Hemoglobin* bervariasi di antara setiap suku bangsa. Namun (World Health Organization, 2023) telah menetapkan kadar *Hemoglobin* normal berdasarkan umur dan jenis kelamin.

Tabel 2.3 Nilai ambang batas *Hemoglobin* untuk anemia

Kelompok Umur	<i>Hemoglobin</i> g/dL	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6-59 Bulan	11	10.0 – 10.9	7.0 – 9.9	<7.0
Anak 5 - 11 tahun	11,5	11.00 – 11.4	8.0 – 10.9	<8.0
Anak 12 – 14 Tahun	12	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	<8.0
Perempuan tidak hamil (≥ 15 Tahun)	12	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	<8.0
Ibu Hamil	11	10.0 – 10.9	7.0-9.9	<7.0
Laki-Laki ≥ 15 Tahun	13	11.0 – 12.9	8.0 – 10.9	<8.0

Sumber : (World Health Organization, 2023).

Hemoglobin pertama kali disintesis dalam pro-erythroblast dan berlanjut ke tahap retikulosit dalam proses eritropoiesis. Saat retikulosit meninggalkan sumsum tulang merah dan memasuki sirkulasi, proses sintesis *Hemoglobin* masih terjadi dalam jumlah kecil hingga retikulosit matur menjadi eritrosit dan proses sintesis *Hemoglobin* berakhir. Tahap pertama dalam pembentukan eritrosit adalah terjadinya ikatan antara suksinil-koA yang merupakan salah satu senyawa intermediet pada siklus Krebs, dengan glisin, membentuk molekul pyrrole.

Selanjutnya empat molekul pyrrole membentuk protoporphyrin IX yang kemudian berkombinasi dengan ion besi untuk membentuk molekul heme. Tahap akhir pembentukan *Hemoglobin* ditandai dengan terjadinya ikatan antara heme dengan polipeptida yang disintesis oleh ribosom yaitu

globin membentuk rantai *Hemoglobin*. Empat buah rantai *Hemoglobin* saling berikatan dan membentuk sebuah molekul *Hemoglobin* (Hermin, H. 2023).

2.1.2.4 Fungsi *Hemoglobin* (Hb)

Hemoglobin berfungsi mengikat dan menghantarkan oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh, mengangkut karbondioksida dari jaringan ke paru-paru sebagai *carbaminohaemoglobin*, metabolisme *oksida nitrat* (Doda et al., 2020). *Hemoglobin* juga berfungsi sebagai alat transportasi zat gizi mulai dari usus halus sampai pada sel-sel jaringan tubuh yang memerlukan zat gizi. Sehingga walaupun kita mempunyai asupan gizi yang cukup, akan tetapi jika alat transportnya sedikit, maka tetap saja sel-sel jaringan tubuh kita akan mengalami kekurangan asupan zat gizi. Oleh karena itu dalam memenuhi asupan gizi tubuh fungsi *Hemoglobin* sangatlah penting (Asmanah, C et al., 2023).

2.1.2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Kadar *Hemoglobin* (Hb)

Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi kadar *Hemoglobin* adalah :

a. Defisiensi zat Gizi

Rendahnya asupan zat gizi baik hewani dan nabati yang merupakan pangan sumber zat besi yang berperan penting untuk pembuatan *Hemoglobin* sebagai komponen dari sel darah merah/eritrosit. Zat gizi lain yang berperan penting dalam pembuatan *Hemoglobin* antara lain *Asam Folat* dan vitamin B12 (Alemu, T. et al., 2023).

Zat besi di butuhkan untuk produksi *Hemoglobin*, sehingga anemia idefisiensi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan *Hemoglobin* yang rendah. besi berperan dalam sintesis *Hemoglobin* dalam sel darah merah dan myoglobin dalam sel otot (Pang, X. L., et al., 2023). Terdapat kurang lebih 4% besi dalam berperan sebagai mioglobin dan senyawa-senyawa besi sebagai enzim oksidatif seperti sitokrom dan flavoprotein (El-Kholy, A. A. et al., 2023).

b. Perdarahan (*Loss of blood volume*)

Pada kasus kehilangan darah yang kronik (Trauma atau luka), tubuh tidak dapat mengabsorpsi zat besi yang cukup dari usus untuk pembentukan *Hemoglobin* sehingga sel darah merah yang terbentuk berukuran jauh lebih kecil dari ukuran normal dan mengandung sedikit *Hemoglobin* (Elmugabil, A., & Adam, I. 2023).

2.1.3 TINJAUAN TENTANG ASAM FOLAT (AF)

2.1.3.1 Deskripsi Tentang Asam Folat (AF)

AF merupakan bentuk sintesis dari folat, yaitu salah satu dari Vitamin B yang merupakan koenzim untuk sintesis purin dan pirimidin. Folasin dan folat mengacu pada sekelompok ikatan kimia tertentu dalam konteks zat gizi yang juga disebut sebagai *Asam Folat* (Aulia M.H.A. et al., 2022). Ikatan ini memiliki peran krusial sebagai koenzim yang membantu pengangkutan fragmen khususnya pada karbon tunggal yang memiliki korelasi dengan skema metabolisme untuk asam amino dan mendapatkan peran dalam sintesis asam nukleat (Suffah, F. A. 2023).

Folat mengacu pada sekelompok vitamin B yang larut dalam air yang memainkan peran penting dalam sintesis asam deoksiribonukleat (DNA) dan reaksi metilasi. Semua vitamin folat terdiri dari struktur induk yang sama, tetapi berbeda berdasarkan apakah cincin pteridine berada dalam keadaan teroksidasi atau tereduksi, penambahan substituen satu karbon pada posisi N5 dan/atau N10 dan jumlah residu asam glutamat. Folat makanan tereduksi dan memiliki ekor poliglutamat yang terdiri dari hingga sembilan residu glutamat. *Asam Folat* merupakan bentuk sintetik folat yang teroksidasi dan mengandung satu residu asam glutamat ini adalah bentuk paling stabil. Oleh karena itu, *Asam Folat* digunakan dalam fortifikasi makanan dan sebagian besar suplemen (Cochrane, K. M. et al., 2019).

Folat memiliki peranan yang esensial dalam memfasilitasi transfer unit satu-karbon dalam reaksi yang diperlukan dalam sintesis purin dan pirimidin yang merupakan prekursor asam nukleat, untuk metabolisme methionin, serine, glisin dan histidin serta pembentukan agen metilasi yang diperlukan untuk metabolisme normal dan regulasi gen (Che, X. Y., & Liu, J. F. 2022).

2.1.3.2 Sumber Asam Folat (AF)

Folat dapat ditemukan dalam beberapa macam makanan, termasuk dalam daging merah, sayuran hijau, kacang-kacangan, telur, dan susu (Orabona et al., 2020). Sedangkan, *Asam Folat* tersedia dalam bentuk multivitamin atau dalam suplemen tunggal. Folat yang terkandung dalam makanan memiliki sifat yang kurang stabil yang tidak tahan terhadap penyimpanan dan proses pemasakan, sehingga bentuk sintetisnya yaitu *Asam Folat* sering digunakan sebagai suplemen dan tambahan pada makanan seperti dalam tepung, pasta, roti, atau sereal (Muldianah. D. et al., 2023).

Folat (folacin) adalah istilah umum untuk sekelompok senyawa terkait dengan sifat nutrisi serupa termasuk yang terbentuk secara alami (folat makanan) dan bentuk sintetis *Asam Folat* dan garam L-5-metiltetrahydrofolat (L-5-MTHF). Kebanyakan folat makanan diubah menjadi L-5-MTHF di mukosa usus, suatu bentuk vitamin aktif biologis

yang kemudian memasuki sirkulasi. Folat dalam suplemen makanan paling sering muncul sebagai *Asam Folat* karena merupakan senyawa stabil dan murah yang mudah diubah menjadi bentuk aktif vitamin (Saldanha, L. G. et al., 2020). Bahan ini diabsorpsi dalam mukosa saluran cerna dan sebagian dalam liver. Konsumsi *Asam Folat* secara rutin dapat meningkatkan konsentrasi folat dalam plasma dan sel darah merah (Muldianah. D. et al., 2023).

2.1.3.3 Kebutuhan Asam Folat (AF)

Salah satu mikronutrien yang penting dan harus terpenuhi selama masa kehamilan adalah *Asam Folat*. *Asam Folat* adalah senyawa sintesis yang tidak tersedia di alam dalam bentuk seperti itu, melainkan harus dimetabolisme setelah diserap dari makanan atau suplemen, dan menjadi metabolit folat (vitamin B9) yang aktif secara biologis (Muldianah. D. et al., 2023). WHO merekomendasikan kepada wanita yang merencanakan atau sedang hamil untuk mengonsumsi suplemen *Asam Folat* sebesar 0,4 hingga 0,8 mg/hari, atau tidak melebihi batas maksimum yang dapat ditoleransi (1 mg/hari), dimulai dari 2 bulan sebelum konsepsi hingga 2-3 bulan pertama kehamilan untuk mengurangi risiko cacat tabung saraf (Cochrane, K. M. et al., 2020; Palikhey, A. et al., 2022; WHO, 2019).

Pada keadaan normal, tubuh memerlukan 50 mikrogram *Asam Folat* tiap hari. Jika dalam sehari *Asam Folat* yang diserap tubuh kurang dari 50 mikrogram, maka dalam empat bulan kedepan dapat terjadi defisiensi *Asam Folat*. Kebutuhan *Asam Folat* akan meningkat selama kehamilan, mencapai 800 mikrogram hingga 1 mg per harinya (Merrell B.J. et al., 2023). Kebutuhan *Asam Folat* pada wanita usia subur dan ibu hamil sekitar 400- 600 mikrogram (mcg) per hari (0,4-0,6 mg/hari) (Kandinata, Y. et al., 2023). Keamanan dosis suplemen AF untuk wanita hamil (Multivitamin prenatal mengandung 0,6-1,0 mg AF per dosis), sedangkan *Asam Folat* yang di berikan pada tikus betina dengan dosis 0,4 mg, 0,5 mg, 1 mg, dan 2 mg, satu kali setiap hari pada pagi hari secara peroral selama 7 hari (Cochrane, K. M. et al., 2020).

2.1.3.4 Manfaat Asam Folat (AF)

Asam Folat (vitamin B9) adalah vitamin yang larut dalam air yang digunakan untuk mengelola dan mengobati anemia megaloblastik (Merrell B.J. et al 2023). *Asam Folat* memegang peran penting bagi kesehatan ibu dan bayi, khususnya dalam pertumbuhan dan perkembangan janin (Palikhey, A. et al., 2022). AF memiliki berbagai fungsi yang termasuk menjurus pada aspek pertumbuhan sekaligus perkembangan sel-sel darah merah kemudian mengarah juga dengan sel di sumsum tulang serta pematangan untuk sel darah merah yang mempengaruhi pembentukan *Hemoglobin* (Suliburska, J. et al., 2020). Selain itu *Asam Folat* juga memiliki peran krusial lain dalam pertumbuhan serangkaian sel dan memiliki keterkaitan akan sintesis secara *Hemoglobin*. Dalam konteks sintesis nukleoprotein peranan *Asam Folat* menjadi sangat vital dalam

pembentukan sekaligus memproduksi untuk sel darah merah di dalam sumsum tulang. Fungsi lainnya yakni terkait dengan vitamin B12 di satu sisi bertalian dengan reaksi biokimia tubuh yang mengaitkannya dengan mekanisme transfer satu unit karbon ke dalam konversi yang menjurus pada asam amino (Andika Marton, 2019).

AF sangat baik untuk membantu pembentukan otak pada janin, mengatasi Anemia, serta mengurangi risiko cacat tabung saraf (NTD) (Cochrane, K. M. et al., 2020).

2.1.4 TINJAUAN KAPSUL *MORINGA OLEIFERA* (MO)

2.1.4.1 Deskripsi Kapsul *Moringa Oleifera* (MO)

Di Indonesia, konsumsi tanaman herbal sebagai obat tradisional masih digunakan untuk mencegah dan mengatasi berbagai gangguan kesehatan. *Moringa oleifera* merupakan salah satu tanaman yang hampir seluruh bagiannya telah dimanfaatkan sebagai suplemen nutrisi dan obat tradisional (Sinaga, R. M. et al., 2021). Daun kelor mengandung nutrisi, antioksidan, dan zat bioaktif yang memiliki sifat anti inflamasi, penyembuhan luka, dan anti anemia (Nurhayati, T. et al., 2023). Daun kelor merupakan sumber protein esensial, vitamin, dan mineral termasuk zat besi, kalsium, dan vitamin C, yang sangat penting untuk kesehatan ibu dan janin. Bubuk MO kaya akan berbagai mineral dan vitamin termasuk zat besi, vitamin A (karotenoid), dan vitamin C yang penting untuk metabolisme zat besi. Selain itu, kelor memiliki keunggulan tambahan dalam mengatasi berbagai masalah malnutrisi karena kaya akan semua asam amino esensial, yang merupakan bahan penyusun protein yang diperlukan untuk pertumbuhan sel (Rotella, R. et al., 2023).



Gambar 2.8 :Kapsul MO (Hasan, M. S.

Tingginya kandungan zat besi (Fe) pada daun kelor kerng ataupun dalam bentuk tepung daun kelor yaitu setara dengan 25 kali lebih tinggi dari pada bayam dapat dijadikan alternatif penanggulangan anemia pada ibu hamil secara alami. Adanya zat besi yang tinggi, daun kelor ini juga mempunyai aktifitas hematopoietic di dalamnya dimana aktifitas hematopoietic ini berguna untuk meningkatkan kadar trombosit dalam darah (apabila daun kelor ini dikonsumsi dalam jumlah dosis yang rendah) selain untuk meningkatkan kadar trombosit aktifitas hematopoietic ini berfungsi pula sebagai pembentuk sel darah merah yang ada pada manusia. Selain itu dalam daun kelor ini juga terdapat gizi dengan kandungan yang sangat lengkap di dalamnya diantaranya terdapat 18

asam amino yaitu 10 jenis asam amino non esensial serta 8 jenis asam amino esensial. Asam amino esensial yang ada di dalamnya seperti isoleusin, treonin, lisin, phenylalaine, leucine, tryptophan, metionin, valin. Sedangkan asam amino non esensial terdiri dari Alanin, Asam Glutamat, Arginine, Sistin, Tyrosine, Asam Aspartat, Glycine, Serine, Histidin, dan Proline, seluruh asam amino ini sangat bermanfaat dalam proses pembentukan darah (Yuandry, S., & Yuniarti, E. 2023).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuktikan khasiat daun kelor seperti antiradang, analgesik, antipiretik, antihipertensi, penyembuhan luka, antidiabetes, antiasma, antikanker, antiarthritis, antiepilepsi, antivirus, antianemia, dan masih banyak lagi (Nurhayati, T. et al., 2023). Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa daun kelor tidak mengandung senyawa yang berpotensi berbahaya bagi tubuh (Fungtammasan, S. Et., al 2021. Kadi, P. 2022. Díaz-Prieto, L. E. Et al., 2022).

Banyaknya kelemahan obat kimia seperti tablet tambah darah (Fe) obat-obatan kimia mempunyai efek samping yang membuat konsumen tidak nyaman, resistensi obat yang tinggi, dan kemungkinan terakumulasi di tubuh. Pemberian tablet Fe pada individu dapat menimbulkan gejala seperti mual, nyeri di daerah lambung, muntah, diare dan sembelit (Oiye, S. Et al., 2020).

sehingga pemanfaatan pangan lokal alami yang tersedia sebagai pengganti obat kimia seperti kapsul MO yang memiliki efek samping lebih sedikit (Rishel, R. A. 2023). Kapsul MO juga telah terbukti meningkatkan kadar *Hemoglobin*, serta parameter hematologis lainnya seperti nilai hematokrit, MCH, MCHC, dan MCV (Arora, S. 2021).

2.1.4.2 Dosis Pemberian kapsul MO

pemberian kapsul MO dengan dosis 2x2 kapsul perhari (500 mg/kapsul) pada wanita hamil penderita anemia selama 30 hari, terbukti dapat meningkatkan kadar *Hemoglobin* (Wahyuni, S. et al., 2023). Pemberian kapsul MO pada tikus betina dengan dosis rendah 300 mg/kg BB maupun dosis tinggi 600 mg/kg BB selama 21 hari telah terbukti dapat meningkatkan *Hemoglobin*. (Indriani, L. Et al., 2019). Sedangkan Percobaan dilakukan pada 24 ekor tikus Wistar jantan dari kelompok *Rattus norvegicus* dengan berat badan 250–275 gram. Tikus diaklimatisasi selama 2 minggu dalam kondisi laboratorium. Rancangan acak lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini. Tikus dibagi menjadi empat kelompok dengan enam hewan di setiap kelompok (n=6). Kelompok kontrol pertama (K) mendapat po makanan dan air terstandar selama 12 minggu. Kelompok kedua (D200) mendapat kapsul MO dengan dosis 200 mg/kgBB/hari po selama 12 minggu. Kelompok ketiga (D400) mendapat kapsul MO dengan dosis 400 mg/kgBB/hari po selama 12 minggu. Kelompok keempat (D800) mendapat bubuk daun kelor dengan dosis 800 mg/kgBB/hari po selama 12 minggu. Kapsul MO

dilarutkan dengan volume air yang sama (2 mL aquades) untuk masing-masing kelompok. Dan dosis 800 mg/kgBB/hari di nyatakan bahwa rata-rata kadar *Hemoglobin* pada kelompok D400 sedikit lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya. Tingginya kadar Hb pada kelompok D400 dikaitkan dengan tingginya kandungan protein dan asam amino daun kelor yang berperan sebagai faktor pertumbuhan hematopoietik, serta vitamin C yang berperan dalam meningkatkan penyerapan zat besi ke dalam tubuh (Nurhayati, T. Et al., 2023; De Kort M. Et al., 2020).

2.1.5 TINJAUAN ANEMIA KEHAMILAN

2.1.5.1 Deskripsi Anemia

Anemia adalah kondisi ibu dengan kadar haemoglobin (Hb) dalam darahnya kurang dari 12 gr%. Sedangkan anemia dalam kehamilan adalah kondisi ibu dengan kadar *Hemoglobin* dibawah 11,0 gr% pada trimester I dan III atau kadar < 10,5 gr% pada trimester II (Agustina, W. Et al., 2023; Nasution, Y. E. 2023; Carolin, B. T., & Novelia, S. 2021; Rosyidah & Azizah, 2019). Nilai batas tersebut dan perbedaannya dengan kondisi wanita tidak hamil terjadi karena hemodilusi, terutama pada trimester 2 (Supriyatiningsih, 2019).

Anemia merupakan menurunnya kadar *Hemoglobin*, hematokrit, dan jumlah sel darah merah di bawah nilai normal yang dipatok untuk perorangan, atau *Hemoglobin*, hematokrit, dan sel darah merah lebih rendah dari nilai normal, sebagai akibat dari defisiensi salah satu atau beberapa unsur makanan yang esensial yang dapat mempengaruhi timbulnya defisiensi tersebut (Garzon et al., 2020; Kara et al., 2020).

Anemia merupakan suatu kondisi yang terjadi ketika jumlah sel darah merah (eritrosit) dan jumlah *Hemoglobin* (Hb) dalam sel darah merah di bawah normal. Sedangkan anemia dalam kehamilan sendiri diartikan sebagai suatu kondisi ibu dengan kadar Hb < 11 gr% pada trimester I dan III atau kadar Hb < 10,5 gr % pada trimester II (Kemenkes RI, 2021).

2.1.5.2 Etiologi dan Patofisiologi Anemia Dalam Kehamilan

Selain karena secara fisiologis ibu hamil membutuhkan zat besi lebih banyak, anemia pada ibu hamil juga dapat disebabkan oleh :

- a. Kandungan zat besi dari makanan yang dikonsumsi tidak mencukupi kebutuhan: Makanan yang kaya akan kandungan zat besi seperti hewani (ikan, daging, hati, ayam), nabati (misalnya sayuran hijau tua).
- b. Meningkatnya pengeluaran zat besi yang dapat diakibatkan oleh:
 - 1) Kecacingan (terutama cacing tambang). Infeksi cacing tambang menyebabkan perdarahan pada dinding usus, meskipun sedikit tetapi terjadi terus menerus yang mengakibatkan hilangnya darah atau besi.

2) Malaria

3) Adanya penyakit menahun seperti TBC

Penyebab paling umum dari anemia adalah kekurangan zat besi. Penyebab lain termasuk infeksi, gangguan pembentukan sel darah, defisiensi folat dan vitamin B12. Adapun yang menjadi faktor resiko terjadinya anemia, diantaranya adalah, status ekonomi dan sosial yang rendah, paritas ibu, di mana pada ibu dengan paritas lebih dari 3 memiliki resiko lebih besar untuk mengalami anemia, yaitu 8 hingga 9 kali (Li, L. J. & Zhang, L. S. 2021).

Dalam Kehamilan Dalam kehamilan, terjadi peningkatan plasma yang mengakibatkan meningkatnya volume darah ibu. Peningkatan plasma tersebut tidak mengalami keseimbangan dengan jumlah sel darah merah sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kadar *Hemoglobin*. Pada ibu yang sebelumnya telah menderita anemia, hemodilusi mengakibatkan kadar Hb dalam tubuh ibu semakin encer. Akibatnya transport O₂ dan nutrisi pada sel akan terganggu dan menyebabkan terjadinya gejala lemah, letih, lesuh dan mengantuk (Putri & Fajriah, 2020).

2.1.5.3 Penyebab Anemia Dalam Kehamilan

Penyebab paling umum dari anemia adalah kekurangan zat besi. Penyebab lain termasuk infeksi, gangguan pembentukan sel darah, defisiensi folat dan vitamin B12. Adapun yang menjadi faktor resiko terjadinya anemia, diantaranya adalah, status ekonomi dan sosial yang rendah, paritas ibu, di mana pada ibu dengan paritas lebih dari 3 memiliki resiko lebih besar untuk mengalami anemia, yaitu 8 hingga 9 kali (Proverawati, 2020).

Anemia dikaitkan dengan konsekuensi negatif yang berbeda pada ibu dan janin seperti kelelahan, gangguan fungsi kekebalan tubuh, peningkatan risiko penyakit jantung karena kekurangan Hb dan kematian jika terjadi perdarahan selama persalinan. Selain itu, dapat menyebabkan keguguran, lahir mati, prematuritas, dan berat badan lahir rendah akibat kurangnya pasokan oksigen ke janin. Selain itu, hal ini dikaitkan dengan peningkatan risiko cacat tabung saraf, preeklamsia, malformasi janin, dan kelahiran premature. Secara keseluruhan, anemia berkontribusi terhadap 18% kematian perinatal, 19% kelahiran prematur, dan 12% berat badan lahir rendah di negara berkembang seperti Ethiopia (Nasir, B. B. Et al., 2020).

2.1.5.4 Klasifikasi Anemia Dalam Kehamilan

a. Anemia Defisiensi Zat Besi

Anemia defisiensi zat besi adalah penurunan jumlah sel darah merah dalam darah yang disebabkan oleh zat besi yang terlalu sedikit. Nutrisi tidak adekuat yang tidak diterapi akan menyebabkan anemia defisiensi besi selama kehamilan lanjut dan selama masa nifas.

b. Anemia Megaloblastik

Anemia *megaloblastik* adalah gangguan darah dimana ukuran sel lebih besar dari sel darah merah normal. Penyebabnya adalah karena kekurangan *Asam Folat*, kekurangan vitamin B12, malnutrisi, dan infeksi yang kronik.

c. Anemia Hipoplastik

Anemia *hipoplastik* adalah anemia yang terjadi akibat sumsum tulang kurang mampu membuat sel-sel darah baru. Anemia hipoplastik jarang dijumpai dalam kehamilan, biasanya anemia ini disertai dengan trombositopenia dan leukopenia.

d. Anemia Hemolitik

Anemia *hemolitik* adalah suatu kondisi dimana tidak ada cukup sel darah merah dalam darah karena kerusakan dini sel-sel darah merah. Penyebab paling umum adalah genetik yaitu anemia sel sabit dan talasemia (Supriyatiningih, 2019).

Penggolongan status anemia pada ibu hamil berdasarkan pemeriksaan Hb dengan sahli menurut WHO sebagai berikut :

Tabel 2.4 Penggolongan Status Anemia

Kadar Hemoglobin	Status Anemia
11 gr%	Tidak anemia
9-10 gr%	Anemia ringan
7-8 gr%	Anemia sedang
<7 gr %	Anemia berat

Sumber : Supriyatiningih, 2019.

2.1.5.5. Dampak Anemia pada Ibu Hamil dan Janin

Dampak anemia pada ibu hamil dan janin pada ibu hamil, anemia meningkatkan frekuensi komplikasi kehamilan dan persalinan. Risiko kematian maternal, angka prematuritas, berat bayi lahir rendah (BBLR), dan angka kematian perinatal meningkat. Di samping itu, perdarahan antepartum dan postpartum lebih sering dijumpai pada wanita yang anemia dan lebih sering berakibat fatal, sebab wanita yang anemia tidak dapat mentolerir kehilangan darah. Dampak anemia pada kehamilan bervariasi dari keluhan yang sangat ringan hingga terjadinya gangguan kelangsungan kehamilan (abortus, partus imatur/prematur), gangguan proses persalinan (inertia, Antonia, partus lama, perdarahan atonis), gangguan pada masa nifas (subinvolusi Rahim, daya tahan terhadap infeksi dan stress kurang, produksi ASI rendah), dan gangguan pada janin (abortus, dimaturitas, mikrosomi, BBLR, kematian perinatal, dan lain-lain) (Sun, C. F. et al., 2021).

Sedangkan pada janin, anemia dapat mengakibatkan abortus terjadi kematian intra uteri, persalinan prematuritas tinggi, berat badan lahir rendah (BBLR), kelahiran dengan anemia, dapat terjadi cacat bawaan, bayi mudah mendapat infeksi sampai kematian perinatal, dan inteligensia rendah (Putri & Fajriah, 2020).

2.1.5.6. Pencegahan dan Penanganan Anemia

Nutrisi yang baik adalah cara terbaik untuk mencegah terjadinya anemia jika sedang hamil. Makan makanan yang tinggi kandungan zat besi (seperti sayuran berdaun hijau, daging merah, sereal, telur, dan kacang tanah) dapat membantu tubuh menjaga pasokan besi yang diperlukan untuk berfungsi dengan baik (Proverawati, 2020). Pemberian suplementasi MO secara rutin selama jangka waktu tertentu bertujuan untuk meningkatkan kadar *Hemoglobin* secara cepat, dan perlu dilanjutkan untuk meningkatkan simpanan zat besi di dalam tubuh (Suryani et al., 2021).

2.1.6 TINJAUAN HEPATOTOKSIK (Kerusakan Hati)

2.1.6.1 Deskripsi Hepatotoksik

Hepatotoksik adalah keadaan dimana sel hati mengalami kerusakan karena zat-zat kimia yang bersifat toksik. Hepatotoksisitas imbas obat adalah kerusakan hepar yang disebabkan karena paparan terhadap obat atau agen non-infeksius (Ardiani, T. & Azmi, R. N. 2021). Hepatotoksisitas imbas obat adalah komplikasi potensial yang hampir selalu ada pada setiap pemberian terapi obat-obatan (Younis N. Et al., 2022). Hal ini terjadi karena hati berperan sebagai pusat metabolisme dari semua obat dan zat-zat asing yang masuk ke tubuh. Hepar termasuk organ terbesar dan paling kompleks dari sistem pencernaan yang memiliki peran sangat penting dalam metabolisme glukosa, protein dan lipid, absorpsi lemak dan vitamin, serta detoksifikasi tubuh terhadap zat toksik (Lestari, A., & Tyas, T. A. W. 2023).

Hemoglobin yang rendah dapat disebabkan oleh perdarahan akut akibat perdarahan saluran cerna. Perdarahan terjadi akibat berkurangnya trombosit, malnutrisi, hipersplenisme sekunder dan gangguan koagulasi. Hati atau hepatosit adalah tempat penyimpanan besi, selain enterosit dan makrofag. Pengatur utama homeostasis besi adalah hepcidin, yang dapat dianggap sebagai “konduktor” homeostasis besi. Peradangan hati dapat menyebabkan peningkatan sintesis hepcidin. Hepcidin bertanggung jawab untuk transfer besi dari ruang intraseluler ke sirkulasi sistemik. Dengan cara ini hepcidin memblokir transfer besi dari enterosit, hepatosit dan makrofag. Hepcidin juga menghambat penyerapan zat besi dari duodenum. Berkurangnya zat besi akan mempengaruhi proses eritropoiesis yang menyebabkan berkurangnya jumlah eritrosit dan kadar Hb dalam tubuh. Sel Hati juga memproduksi eritropoietin walaupun dalam jumlah yang sedikit, bila terjadi kerusakan pada sel hati, hal ini juga dapat menurunkan proses eritropoesis yang berakibat menurunnya kadar Hb

(Lestari, A., & Tyas, T. A. W. 2023; Jose, A. F. et al 2020). Gangguan fungsi hati ditandai dengan peningkatan enzim *Serum Glutamate Oxaloacetate Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamate Pyruvate Transaminase* (SGPT) (Santoso, A. et al., 2023; Santoso A. et al., 2021).

2.1.7 TINJAUAN TIKUS BETINA

2.1.7.1 Deskripsi

Tikus putih merupakan hewan mamalia yang banyak dikembangkan dan digunakan sebagai model uji pada penelitian eksperimen di tingkat praklinik. Terdapat tiga galur tikus yang biasa digunakan sebagai hewan percobaan dalam penelitian yaitu galur Sprague-Dawley, Galur Wistar dan Galur Long evans. Diantara ketiga galur tersebut yang paling sering digunakan dalam penelitian ialah galur wistar dan sprague-dawley (Tello-Palma, E. et al., 2022).

Tikus putih memiliki nama lain yaitu *Rattus norvegicus* dengan taksonomi sebagai berikut :

Kerajaan : Animal

Filum : Chordata

Subfilum : Vertebrata

Kelas : Mamalia

Ordo : Rodentia

Subordo : Myomorpha

Famili : Muridae

Subfamili : Murinae

Genus : *Rattus*

Spesies : *Rattus norvegicus* (wistar)



Gambar 2.9: tikus putih (Rosidah et al, 2020).

2.1.7.2 Karakteristik Biologis Tikus putih (*Rattus Novergius*)

Menurut Malole karakteristik dari hewan uji tikus sebagai berikut :

Umur : 2 – 3 tahun

Berat badan : 450 – 520 g (jantan)

250 – 300 g (betina)

Berat lahir	: 5 – 6 g
Luas permukaan tubuh	: 50 g : 130 cm ²
Temperatur tubuh	: 35,9°C – 37,5°C
Siklus birahi	: 60 – 110 hari Jumlah
pernafasan	: 94 – 163/menit
Sifat	: aktif
SGPT	: 17,5 – 30,2 U/L
SGOT	: 30,2 – 45,4 U/L
Jenis hewan	: hewan pengerat

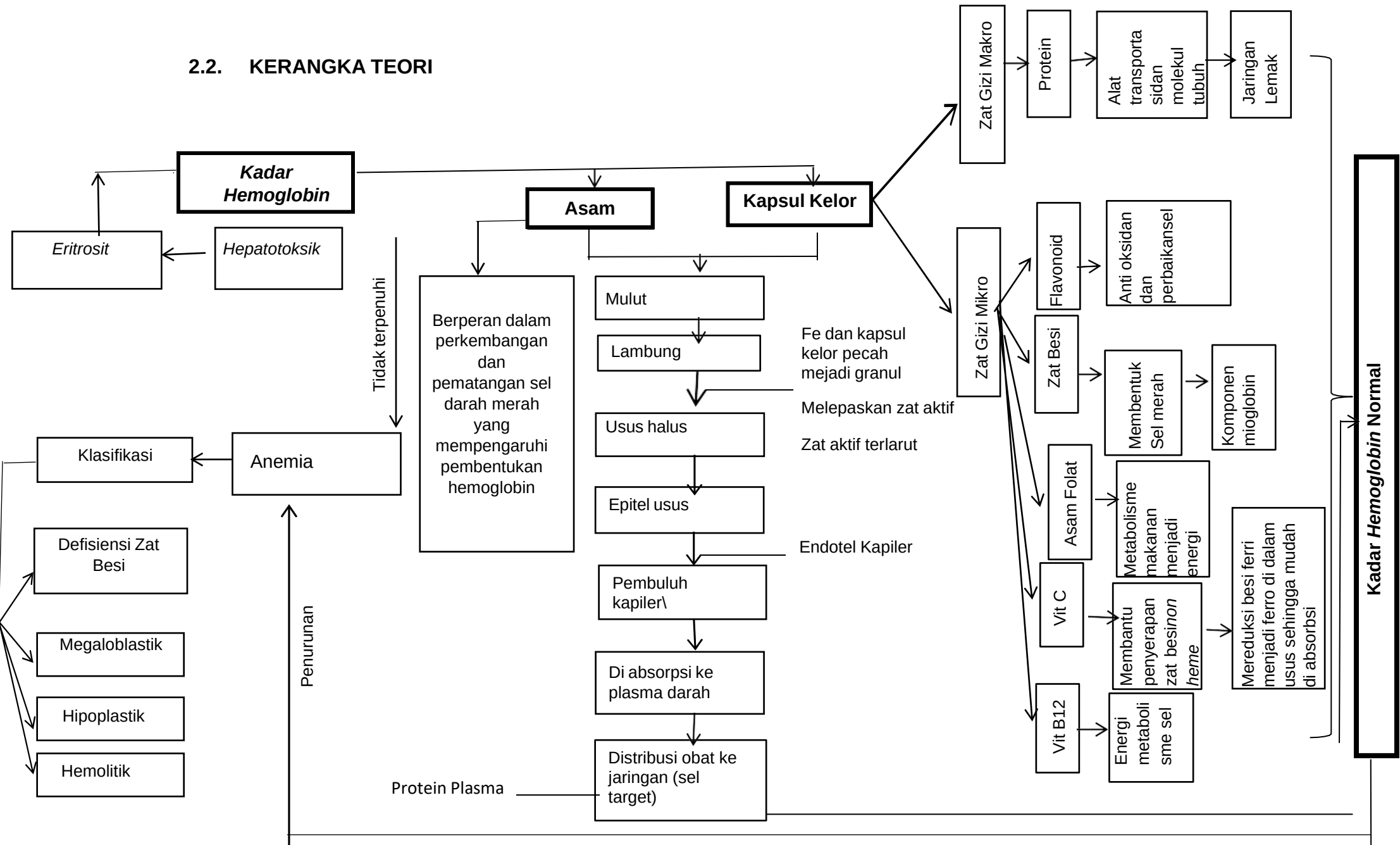
Tikus sebagai hewan model telah banyak digunakan pada penelitian dikarenakan siklus hidupnya pendek, biaya perawatan lebih murah dan relatif mudah, serta tersedia database dalam menginterpretasikan data yang relevan untuk manusia. Tikus putih (*Rattus norvegicus*) atau dikenal juga sebagai Norway Rat merupakan hewan yang sering digunakan untuk penelitian biomedik (Rosidah et al, 2020. Laeto, A. B. et al., 2022).

Tikus putih (*Rattus norvegicus*) merupakan hewan pengerat dan sering digunakan sebagai hewan percobaan atau digunakan untuk penelitian, dikarenakan tikus merupakan hewan yang mewakili dari kelas mamalia, sehingga kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme biokimianya, sistem reproduksi, pernafasan, peredaran darah dan ekskresi menyerupai manusia (Laeto A. B. et al., 2023. Fan, X. et al., 2023).

Sprague-Dawley merupakan galur yang banyak digunakan dengan pertimbangan perkembangbiakannya yang cepat, tenang dan relatif mudah penanganannya. Tikus Sprague-Dawley dapat mencapai usia hingga 3,5 tahun, berat badan tikus dewasa berkisar 250–300 g untuk betina dan 450–520 g untuk tikus jantan. Tikus SpragueDawley memiliki warna bulu putih, mata merah, dan ekor yang panjang (Rosidah et al, 2020).

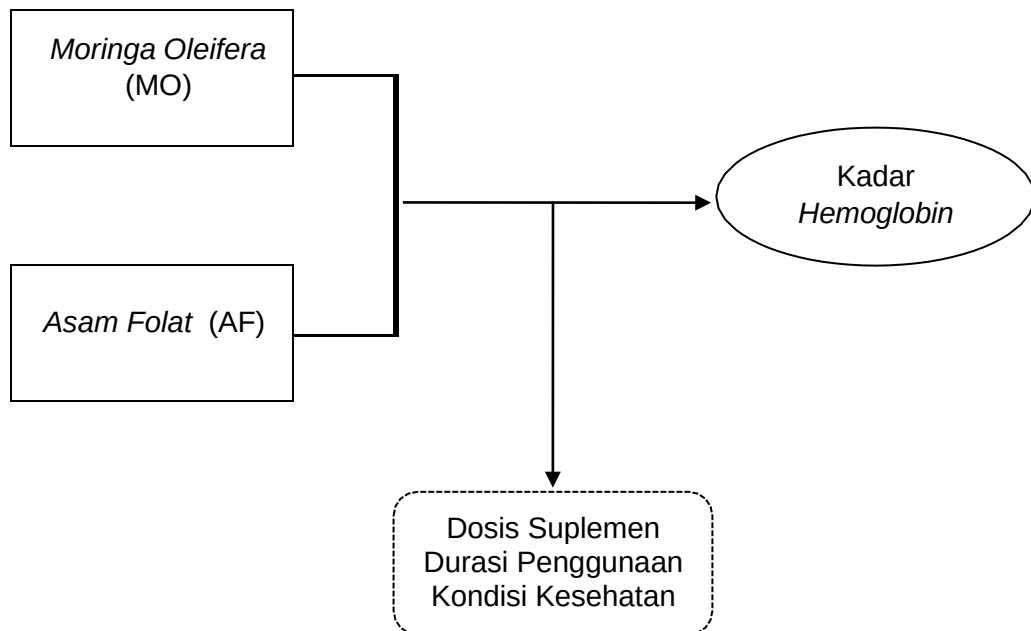
Umumnya kadar *Hemoglobin* normal pada tikus betina antara 11,6-16,1 g/dL dan untuk jumlah eritrosit pada tikus putih berkisar antara $(7-11) \times 10^6 \mu\text{L}$. Dimana kadar sel darah merah pada tikus putih betina lebih tinggi dibandingkan sel darah merah pada tikus putih Jantan (Dewi, I. G. A. M. A. et al., 2022).

2.2. KERANGKA TEORI



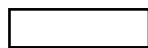
Gambar 2.10 Kerangka Teori Sumber: Cochrane, K. M., et al., 2020; Nurhayati, T. Et al 2023; Rode, S. B. Et al., 2022; Saldanha, L. G. Et al., 2020.

2.3 KERANGKA KONSEP



Gambar 2.11: Kerangka Konsep

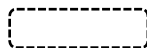
Keterangan:



: Variabel Independen (Bebas)



: Variabel Dependen (Terikat)



: Variabel Convounding (Variabel control)

2.4 Hipotesis

1. Kadar *Hemoglobin* tikus betina 11,6-16,1 g/dL sebelum pemberian MO.
2. Kadar *Hemoglobin* tikus betina 11,6-16,1 g/dL sebelum pemberian AF.
3. Ada pengaruh kadar *Hemoglobin* tikus betina setelah pemberian MO.
4. Ada pengaruh kadar *Hemoglobin* tikus betina setelah pemberian AF.
5. Ada perbedaan kadar *Hemoglobin* tikus betina setelah pemberian MO dan AF.
6. Ada perbandingan antara kelima kelompok.