

**EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR (*Moringa oleifera* L.)
SEBAGAI ANTIINFLAMASI SECARA *IN VIVO***

NURFATIMAH

H031181028



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR (*Moringa oleifera* L.)
SEBAGAI ANTIINFLAMASI SECARA *IN VIVO***

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

**NURFATIMAH
H031181028**



**MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL BIJI KELOR (*Moringa oleifera* L.)
SEBAGAI ANTHINFLAMASI SECARA *IN VIVO*

Disusun dan diajukan oleh

NURFATIMAH

H031 18 1028

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada 28 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Hasnah Natsir, M.Si.
NIP. 19620320 198711 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. Rughayah A. Arfah, M.Si.
NIP. 19611231 198702 2 002

Ketua Program Studi



Dr. St Fauziah, M.Si.
NIP. 19720202 199903 2 00202

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurfatimah
NIM : H031181028
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul "Efektivitas Ekstrak Metanol Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai Antiinflamasi secara *In Vivo*" adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 28 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Nurfatimah

PRAKATA



Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah *subhanahu wata’ala*, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa pula kepada junjungan kita, Nabi Muhammad *shalallahu alaihi wasallam* yang telah menjadi suri teladan bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Efektivitas Ekstrak Metanol Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) Sebagai Antiinflamasi Secara *In Vivo***” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. Berbagai kendala dan tantangan yang dialami penulis, namun berkat doa, bantuan, motivasi, dan dukungan berbagai pihak hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Ibunda **Prof. Dr. Hasnah Natsir, M.Si** sebagai pembimbing utama dan ibunda **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta sabar dalam membimbing dan memotivasi penulis dalam melaksanakan penelitian hingga proses penyelesaian skripsi ini. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak **Dr. Djabal Nur Basir, M.Si** dan Ibu **Dr. Herlina Rasyid, S.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan banyak arahan dan masukan untuk penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu ketua Departemen kimia **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan seluruh dosen yang telah membimbing dan membagi ilmunya kepada penulis.

2. Seluruh **staff Departemen Kimia dan Fakultas MIPA** yang telah memberikan banyak ilmu serta pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
3. Seluruh analis laboratorium yang senantiasa membantu penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
4. Keluarga penulis, bapak **Darwis**, ibu **Ramlah**, **kakak dan adik saya** yang selalu mendoakan dan memotivasi dan bantuan yang begitu luar biasa baik secara moril, materil maupun spiritual.
5. Rekan penelitian **Rizki Julianti** dan **Nining Fidianti** yang selalu mendukung, menemani dalam suka maupun duka, memberi semangat kepada penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
6. Teman-teman **Kimia 2018** yang telah banyak memberikan kesan dan kisah yang menarik selama perkuliahan baik di dalam kelas maupun di luar.
7. Teman-teman **“Biochemistry Research”** dan kakak- kakak peneliti biokimia yang telah membantu penulis selama penelitian.
8. Penghuni **Pondok Rezky rantau** yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
9. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang ikut serta membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang kiranya dapat membawa ke arah yang lebih baik. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi diri penulis maupun pembaca. Terima kasih.

Makassar, 27 Februari 2023

Penulis

ABSTRAK

Inflamasi merupakan suatu respon utama dari sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi atau iritasi yang terjadi karena kerusakan jaringan dalam tubuh. Pemberian obat antiinflamasi steroid dan non steroid biasanyaa digunakan untuk mengurangi inflamasi, namun penggunaan obat tersebut memiliki efek samping yang berbahaya jika digunakan dalam jangka panjang, oleh karena itu diperlukan obat alternatif antiinflamasi dari tumbuhan seperti biji kelor. Biji kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman yang mengandung banyak senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol biji kelor dan menguji aktivitasnya sebagai antiinflamasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode *in vivo*, menggunakan mencit sebanyak 25 ekor yang dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol negatif, kontrol positif, dan kelompok ekstrak metanol biji kelor dengan konsentrasi 6, 8, dan 10%. Hasil penelitian diperoleh rendeman ekstrak metanol biji kelor sebesar 30%. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa biji kelor mengandung senyawa flavonoid dan alkaloid Hasil uji antiinflamasi , menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji kelor 6, 8, dan 10% memiliki aktivitas antiinflamasi karena dapat menurunkan edema pada kaki mencit yang diinduksi karagenan. Eksrak metanol biji kelor pada konsentrasi 8% merupakan konsentrasi yang paling optimum dalam menghambat inflamasi.

Kata Kunci: Antiinflamasi, Ekstrak metanol biji kelor, *In vivo*

ABSTRACT

Inflammation is a major response of the immune system to infection or irritation that occurs due to tissue damage in the body. Administration of steroidal and non-steroidal anti-inflammatory drugs is usually used to reduce inflammation, but the use of these drugs has dangerous side effects if used in the long term. So we need alternative anti-inflammatory drugs from plants such as moringa seeds. Moringa seeds (*Moringa oleifera* L.) are plants that contain many bioactive compounds. This study aims to analyze the secondary metabolites of the methanol extract of Moringa seeds and test their activity as an anti-inflammatory. This research was conducted using the *in vivo* method, using as many as 25 mice which were divided into 5 treatment groups, namely the negative control group, positive control, and the methanol extract group of moringa seeds with concentrations of 6, 8, and 10%. The results of the study showed that the yield of methanol extract of Moringa seeds was 30%. Phytochemical test results showed that Moringa seeds contained flavonoids and alkaloids. Anti-inflammatory test results showed that 6, 8, and 10% methanol extract of Moringa seeds had anti-inflammatory activity because they could reduce carrageenan-induced edema in mice legs. Moringa seed methanol extract at a concentration of 8% is the optimum concentration in inhibiting inflammation.

Keywords: Anti-inflammatory, Moringa seed methanol extract, *in vivo*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka.....	6
2.1 Inflamasi.....	6
2.2 Antiinflamasi.....	9
2.3 Kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.).....	12
2.4 Teknik Maserasi.....	17
2.5 Uji Antiinflamasi.....	18

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian.....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Preparasi Sampel.....	20
3.4.2 Ekstraksi Sampel.....	20
3.4.3 Skrining Fitokimia	21
3.4.4 Penentuan Kadar Flavonoid Total.....	22
3.4.5 Penentuan Kadar Fenolik Total.....	23
3.4.6 Uji Aktivitas Antiinflamasi secara <i>In Vivo</i>	24
3.4.7 Penyiapan Hewan Uji Aktivitas Antiinflamasi	25
3.4.8 Perlakuan Terhadap Hewan Uji Aktivitas Antiinflamasi.....	26
3.4.9 Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Preparasi sampel.....	28
4.2 Ekstraksi biji kelor	28
4.3 Uji fitokimia biji kelor	29
4.4 Penentuan kadar flavonoid total	31
4.5 Penentuan kadar fenolik total.....	32
4.6 Uji aktivitas antiinflamasi secara <i>in vivo</i>	34
4.6.1 Data pengukuran volume awal edema kaki mencit.....	35
4.6.2 Persentase edema kaki mencit.....	36
4.6.3 Persentase inhibisi edema kaki mencit.....	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Mediator inflamasi	7
2. Kandungan nutrisi biji kelor per 100 g	14
3. Perlakuan terhadap mencit	26
4. Hasil uji fitokimia ekstrak biji kelor	30
5. Kadar flavonoid total ekstrak metanol biji kelor.....	32
6. Kadar fenolik total ekstrak metanol biji kelor.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tanda inflamasi berupa rubor (kemerahan)	8
2. Tanda inflamasi berupa bengkak (tumor)	9
3. Bagian tanaman kelor.....	14
4. Struktur flavonoid	15
5. Struktur kuersetin.....	16
6. Serbuk biji kelor.....	28
7. Ekstrak kental biji kelor	29
8. Reaksi uji dragendorff.....	31
9. Rata-rata volume edema kaki mencit.....	35
10. Rata-rata presentase edema kaki mencit	36
11. Rata-rata persentase inhibisi edema kaki mencit	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Diagram alir penelitian.....	50
2. Preparasi dan ekstraksi sampel.....	51
3. Analisis kandungan metabolit sekunder EMBK secara fitokimia	52
4. Penentuan kadar flavonoid total.....	53
5. Penentuan kadar fenolik total.....	54
6. Uji aktivitas antiinflamasi secara <i>in vivo</i>	55
7. Hasil perhitungan persen rendemen EMBK	56
8. Perhitungan pembuatan larutan.....	57
9. Perhitungan kadar flavonoid total	58
10. Perhitungan kadar fenolik total	62
11. Hasil pengukuran volume awal edema kaki mencit.....	64
12. Hasil persentase volume edema kaki mencit	65
13. Hasil persentase inhibisi edema kaki mencit	66
14. Perhitungan edema dan inhibisi edema kaki mencit	67
15. Hasil uji statistik.....	69
16. Kode etik penelitian	70
17. Dokumentasi penelitian.....	71

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/singkatan	Arti
NSAID	: <i>Non Steroid Anti-Inflammatory Drugs</i>
COX	: <i>Cyclooxygenase</i>
COX-1	: <i>Cyclooxygenase 1</i>
COX-2	: <i>Cyclooxygenase 2</i>
ADR	: <i>Adverse Drug Reactions</i>
EMBK	: Ekstak Metanol Biji Kelor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radang atau inflamasi merupakan suatu respon utama dari sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi maupun iritasi (Gard, 2001). Inflamasi terjadi karena adanya gangguan atau kerusakan jaringan dalam tubuh (Chippada dkk., 2011). Kerusakan jaringan tersebut akan menyebabkan sel yang mengandung histamin pecah dan terjadi pelepasan mediator radang seperti prostaglandin, sitokin, dan baradikinin. Selanjutnya akan terjadi pelebaran pembuluh darah pada daerah radang sehingga aliran darah meningkat dan mengakibatkan protein plasma keluar dari pembuluh darah hingga terjadilah pembengkakan (Katzung, 2007). Terjadinya inflamasi ditandai dengan adanya kemerahan, panas, nyeri, pembengkakan, dan perubahan fungsi tubuh (Rustam dkk., 2007). Adapun cara untuk menekan atau melawan peradangan yaitu dengan pemberian obat analgesik anti radang non steroid atau obat *Non Steroid Anti-Inflammatory Drugs* (NSAID) (Soekaryo dkk., 2017).

Penggunaan NSAID sebagai obat antiinflamasi memang sudah banyak digunakan, namun bukan berarti penggunaan obat tersebut tidak memiliki efek samping (Imananta dan Suistiyaningsih, 2018). Beberapa efek samping yang dapat ditimbulkan dari pemakaian obat NSAID adalah gangguan pencernaan, penyakit kardiovaskular, gangguan fungsi ginjal (Idacahyati dkk., 2019) dan pendarahan peptik (Nurjanah dan Sumiwi, 2020). Golongan obat NSAID yang dapat meningkatkan resiko pendarahan jika terlalu sering dikonsumsi dalam jangka waktu

panjang seperti asam mefenamat, ketorolak, ibuprofen, naproxen, dan natrium diklofenat (Kang dkk., 2011). Pada penelitian yang dilakukan Komagamine dan Kobayashi (2019), menunjukkan bahwa sekitar 56,7% pasien mengalami *Adverse Drug Reactions* (ADR) dengan gangguan seperti diare, konstipasi, mual, muntah, dan gratitis, sedangkan 16,7% mengalami gangguan kardiovaskular seperti hipertensi karena penggunaan NSAID. Oleh karena itu, dibutuhkan obat alternatif sebagai obat antiinflamasi untuk mengurangi rasa sakit atau nyeri serta peradangan dengan efek samping yang lebih kecil (Sari, 2019).

Penelitian Nuryanti dkk. (2016), menunjukkan bahwa aktivitas antiinflamasi dapat dihambat dengan adanya kandungan senyawa berupa flavonoid. Seperti penelitian Esti (2016) yang melakukan uji antiinflamasi ekstrak metanol daun sirih merah (*Piper crocatum ruiz & pav*) pada mencit menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun sirih merah memiliki potensi sebagai antiinflamasi karena mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin. Ekstrak dengan konsentrasi 8% memiliki persen penurunan radang yang cukup tinggi yaitu 85,61%. Penelitian Nepa (2021), melaporkan bahwa ekstrak etanol daun bangun-bangun memiliki aktivitas antiinflamasi dengan efek yang besar ditunjukkan pada konsentrasi 3%. Selain kedua tanaman tersebut, salah satu tanaman berkhasiat lainnya yang juga mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antiinflamasi adalah tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) (Zakiya, 2019).

Tanaman kelor adalah tanaman yang mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah (Susanty dkk., 2019), selain dijadikan sebagai sayuran karena kandungan gizinya yang baik (Sashidhara dkk., 2009), tanaman kelor juga memiliki

banyak khasiat sebagai obat tradisional (Hastuti dkk., 2019). Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) telah banyak diteliti dan terbukti mempunyai banyak manfaat baik daun, bunga dan juga bijinya. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Zulfa (2020) menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung flavonoid, tanin, dan saponin yang berpotensi sebagai antiinflamasi yang mempercepat penyembuhan luka pencabutan gigi. Selain pada daun kelor, bagian yang juga mengandung senyawa flavonoid dan alkaloid juga terdapat pada biji kelor, kedua senyawa tersebut diduga efektif dalam menurunkan rasa nyeri rematik, menghambat pertumbuhan asam urat dan bersifat antioksidan, antiinflamasi serta analgesik (Kristinawati dan Nuerlaela, 2013).

Kandungan metabolit sekunder dalam biji kelor dapat diekstrak melalui proses ekstraksi. Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi yaitu proses perendaman sampel menggunakan pelarut organik untuk mengeluarkan senyawa-senyawa yang terdapat dalam sampel. Pelarut yang digunakan disini adalah metanol karena metanol merupakan pelarut yang dapat melarutkan semua senyawa baik polar maupun non polar karena ukuran molekulnya kecil sehingga lebih baik digunakan sebagai pelarut karena kemampuannya menarik senyawa dalam sampel lebih besar (Sugihartini dkk., 2020).

Berdasarkan uraian diatas, biji kelor yang memiliki kandungan metabolit sekunder berupa flavonoid, diharapkan dapat dijadikan sebagai obat baru dalam pengobatan antiinflamasi. Maka dari itu penulis melakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas antiinflamasi ekstrak metanol biji kelor melalui uji terhadap hewan mencit yang diinduksi karagenan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. berapa persen rendemen ekstrak metanol biji kelor (*Moringa oleifera* L.) yang dihasilkan dari proses maserasi?
2. golongan metabolit sekunder apa yang terkandung dalam ekstrak metanol biji kelor?
3. berapa konsentrasi optimum ekstrak metanol biji kelor yang memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui dan menganalisis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol biji kelor dan efektivitasnya sebagai antiinflamasi terhadap hewan uji mencit yang diinduksi karagenan.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. menentukan persen rendemen ekstrak metanol biji kelor dari proses maserasi
2. menganalisis golongan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol biji kelor dengan uji fitokimia
3. menentukan konsentrasi optimum ekstrak metanol biji kelor sebagai antiinflamasi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat mengenai kandungan biji kelor dan efektivitas biji kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai antiinflamasi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengobatan inflamasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Inflamasi

Inflamasi atau radang merupakan suatu respon yang biasa terhadap kerusakan jaringan yang dimediasi oleh enzim siklooksigenase-2 (COX-2) (Ifora dkk., 2021). Peradangan merupakan respon biologis kompleks jaringan vaskular terhadap resiko seperti patogen, kerusakan sel, atau iritasi. Ini adalah upaya pertahanan dari tubuh untuk menghilangkan rangsangan yang menyebabkan luka dan iritasi proses penyembuhan jaringan. Dengan tidak adanya peradangan, luka dan infeksi tidak akan sembuh dan akan menderita kerusakan yang lebih serius. Namun, peradangan yang tidak terkontrol juga dapat menyebabkan penyakit seperti demam, *atherosclerosis*, dan *rheumatoid arthritis* (Gard, 2001).

Inflamasi adalah reaksi jaringan terhadap rangsangan fisik atau kimia yang merusak sel-sel dalam tubuh. Stimulus tersebut menyebabkan pelepasan mediator inflamasi seperti histamin, serotonin, bradikinin, dan prostaglandin, sehingga menyebabkan respon inflamasi berupa demam, nyeri, kemerahan, bengkak, dan disfungsi terkait. Kerusakan sel yang berhubungan dengan peradangan mempengaruhi membran sel dan leukosit mensekresikan enzim lisosom dan asam arakidonat yang dilepaskan dari senyawa sebelumnya. Jalur siklooksigenase (COX) metabolisme arakidonat menghasilkan prostaglandin yang mempengaruhi pembuluh darah, ujung saraf, dan sel-sel yang terlibat dalam peradangan. Inilah sebabnya mengapa kita merasakan sakit ketika mengalami peradangan (Katzung, 2004).

Terjadinya peradangan merupakan respon lokal jaringan atau sel terhadap iritasi atau kerusakan. Setiap kali cedera terjadi, ada stimulus pelepasan bahan kimia tertentu yang merangsang perubahan jaringan pada respon inflamasi, seperti histamin, serotonin, bradikinin, leukotrin dan prostaglandin. Histamin bertanggung jawab atas perubahan pertama yang menyebabkan vasodilatasi arteriol, yang didahului oleh vasokonstriksi pertama dan peningkatan permeabilitas kapiler, menyebabkan perubahan distribusi eritrosit. Karena aliran darah yang lambat, sel darah merah berkumpul dan mendorong sel darah putih, dan semakin lambat aliran sel darah, semakin mudah sel darah putih menempel pada dinding pembuluh darah. Perubahan permeabilitas yang dihasilkan menyebabkan cairan bocor keluar dari pembuluh darah dan menyebabkan nyeri, vasodilatasi dan meningkatkan permeabilitas vaskular. Sebagai agen inflamasi, prostaglandin efektif setelah dikombinasikan dengan mediator lain (Mansjoer,1999). Beberapa mediator radang lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Mediator inflamasi (Jain dkk., 2015)

Mediator dari sel	Fungsi
Histamin	Dilatasi arteri dan peningkatan permeabilitas vena
Serotonin	Vasokonstriksi pada jaringan yang mengalami denervasi, vasodilatasi pada jaringan utuh
Prostaglandin	Vasodilatasi, penyebab nyeri
Leukotrin	Adesi leukosit, pelepasan enzim lisosom
Sitokin	Vasodilatasi, peningkatan vasopermeabilitas, dan fagositosis
Interleukin	Aktivasi dan kemotaksi neutrophil
Bradikinin	Meningkatkan permeabilitas pembuluh darah, kontraksi otot polos, dan menginduksi rasa sakit
Sistem komplemen	Merangsang pelepasan histamin oleh sel mast

Menurut Sriyanti, (2016) ada beberapa tanda-tanda ketika terjadi radang atau inflamasi yaitu:

1. Rubor (Kemerahan)



Gambar 1. Tanda inflamasi berupa rubor (kemerahan)
(Bhaktiarahayu, 2017)

Kemerahan adalah hal yang biasanya pertama kali terlihat di area yang meradang. Ketika reaksi inflamasi dimulai, arteriol yang menyuplai area tersebut melebar, yang memungkinkan akan lebih banyak darah yang mengalir. Kapiler yang sebelumnya kosong dengan cepat diisi dengan darah. Kondisi ini dikenal sebagai hiperemia atau kongesti yang menyebabkan kemerahan. Timbulnya hiperemia pada awal proses inflamasi bersifat neurogenik dan secara kimiawi diatur oleh pelepasan zat seperti histamin.

2. Kalor atau rasa panas

Gejala inflamasi ini terjadi bersamaan dengan kemerahan karena reaksi inflamasi akut. Rasa panas ini juga disebabkan oleh peningkatan aliran darah, karena darah yang memiliki suhu lebih tinggi dialirkan ke permukaan tubuh yang meradang daripada di area normal.

3. Rasa sakit (Dolor)

Rasa sakit atau nyeri dapat disebabkan oleh rangsangan saraf. Rangsangan saraf itu sendiri disebabkan oleh perubahan pH lokal, perubahan konsentrasi ion tertentu, atau pelepasan bahan kimia bioaktif lainnya. Selain itu, pembengkakan

jaringan yang menyebabkan peningkatan tekanan lokal juga dapat menyebabkan rasa sakit.

4. Pembengkakan (Tumor)



Gambar 2. Tanda inflamasi berupa bengkak (tumor)
(Bhaktiarahayu, 2017)

Pembengkakan disebabkan oleh suplai cairan dan sel dari darah yang bersirkulasi ke jaringan pembuluh darah. Campuran cairan dengan sel yang terkumpul di daerah peradangan disebut eksudat. Tumor dalam konteks gejala infeksi bukanlah sel kanker seperti yang umum dibicarakan, tetapi pembengkakan. Pada area yang mengalami infeksi atau radang akan terjadi pembengkakan karena peningkatan permeabilitas sel dan peningkatan aliran darah.

5. Fungsi Laesa

Fungsi laesa atau perubahan fungsi dikenal sebagai reaksi inflamasi. Sekilas mudah untuk memahami mengapa area yang bengkak dan nyeri dengan sirkulasi abnormal berfungsi secara tidak normal. Namun, tidak diketahui secara detail bagaimana fungsi jaringan yang meradang itu terganggu.

2.2 Antiinflamasi

Antiinflamasi merupakan obat yang mempunyai aktivitas dalam menekan atau mengurangi inflamasi. Aktivitas tersebut dapat dicapai melalui beberapa cara, antara lain dengan menghambat pembentukan mediator inflamasi prostaglandin, menghambat migrasi sel leukosit ke daerah inflamasi dan menghambat pelepasan

prostaglandin dari sel tempat terbentuknya (Suwimi dan Ramadhani, 2015). Secara umum obat-obat antiinflamasi dibedakan menjadi dua golongan yaitu golongan steroid dan non steroid (Saputri dan Zahara, 2016).

1. Obat antiinflamasi golongan steroid

Mekanisme kerja obat ini yaitu dengan menghambat sintesis prostaglandin dan leukotrin melalui sekresi lipokortin yang menghambat fosfolipase A2 dalam sintesis asam arakidonat sehingga steroid dikenal sebagai antiinflamasi yang kuat. Pada dasarnya steroid adalah hormon endogen atau senyawa yang dapat dihasilkan secara alami oleh tubuh untuk menjaga homeostatis. Ketika muncul kondisi cedera, tubuh akan melepaskan hormon kortisol, namun ada beberapa kondisi dimana hormon ini tidak cukup untuk mengatasi rasa sakit yang ditimbulkan. Oleh karena itu, diperlukan obat tambahan dari luar. Obat antiinflamasi steroid yang sering digunakan adalah obat golongan kortikosteroid (Rinayanti dkk., 2015). Penggunaan obat ini memiliki efek samping yang cukup signifikan seperti tukak lambung, anemia, atrofi otot, dan menurunkan imunitas terhadap infeksi (Muhtadi dan Ariyanti, 2017). Beberapa contoh obat dari golongan kortikosteroid yaitu hidrokortison, kortison, prednisone, prednisolon, metilprednisolon, triamsinolon, betametason dan deksametason. Pemilihan jenis obat biasanya didasarkan pada pengalaman praktisi, ketersediaan obat dan prosedur yang dilakukan (Wardani, 2014).

2. Obat antiinflamasi nonsteroid

Obat antiinflamasi nonsteroid atau sering disebut dengan NSAID atau AINS ini merupakan suatu obat yang mempunyai banyak khasiat seperti analgesik, antipiretik dan antiinflamasi. Mekanisme kerjanya didasarkan pada penghambatan isoenzim COX-1 (*Cyclooxygenase-1*) dan COX-2 (*Cyclooxygenase-2*), dimana

enzim *cyclooxygenase* ini memiliki fungsi untuk memacu pembentukan prostaglandin dan tromboksan dari asam arakidonat (Palupi dkk., 2017). Kemampuan obat golongan NSAID dalam mengatasi inflamasi memang cukup baik, namun tentu saja juga memiliki efek samping terhadap penggunaannya (Suryanita, 2019). Berikut contoh obat golongan non steroid yang sering digunakan.

a. Ketorolak

Ketorolak merupakan obat antiinflamasi non steroid yang termasuk dalam turunan *heterocyclicacetic acid*. Ketorolak memiliki efek analgesik yang baik, tetapi hanya memiliki aktivitas antiinflamasi sedang jika diberikan secara intramuskuler atau intravena. Ketorolak digunakan untuk mengatasi inflamasi dalam jangka pendek seperti nyeri akut sedang setelah proses pembedahan. Pemberian ketorolak tidak boleh lebih dari lima hari, sehingga sebaiknya diganti dengan analgesik alternatif lain. Penggunaan ketorolak prabedah obstetrik tidak dianjurkan karena dapat menghambat biosintesis prostaglandin atau kontraksi dalam rahim dan sirkulasi fetus (Morgan dan Mikhail, 2013).

b. Asam asetil salisilat (Aspirin)

Aspirin adalah salah satu obat non steroid turunan dari salisilat yang biasanya digunakan sebagai antipiretik, analgesik dan antiinflamasi. Aspirin bekerja dengan cara menghambat enzim siklooksigenase (COX), dan enzim yang paling terhambat dengan penggunaan obat ini adalah enzim COX-1. Aspirin efektif dalam menangani penyakit inflamasi seperti karditis, arthritis dan demam rematik akut. Aspirin bekerja dengan menghambat enzim COX-1, sehingga penggunaan obat ini secara berlebihan akan menimbulkan efek samping bagi tubuh seperti kerusakan pada mukosa lambung, pendarahan dan luka serta menyebabkan disfungsi saluran pencernaan (Suleyman dkk., 2007).

c. Natrium diklofenak

Natrium diklofenak adalah obat antiinflamasi non steroid (NSAID) golongan karboksilat. Obat ini mempunyai dosis sekali pakai 25 mg atau 50 mg, 2-3 kali sehari. Obat ini bekerja dengan cara menghambat enzim COX-1 dan mengurangi aktifitas asam arakidonat. Natrium diklofenak ini cukup efektif digunakan sebagai obat analgesik, namun jika terlalu sering digunakan dapat menyebabkan gangguan ginjal atau gangguan hati, gangguan pencernaan, dan penyakit kardiovaskular (Sudewa dan Budiarta, 2017).

d. Ketoprofen

Ketoprofen merupakan salah satu antiinflamasi non steroid turunan asam propionat yang dapat menghambat enzim COX dan lipooksigenase. Meskipun memiliki efek terhadap prostaglandin dan leukotrien juga, tetapi obat ini tidak terlalu efektif dibanding dengan NSAID lainnya. Pengguna obat ini biasanya akan mengalami efek samping seperti gangguan pada pencernaan dan sistem saraf pusat (Sudewa dan Budiarta, 2017).

e. *Acetaminophen* (Parasetamol)

Acetaminophen merupakan salah satu obat yang memiliki efektivitas yang cukup baik dan jarang menimbulkan efek samping. Meskipun begitu, beberapa sumber menyebutkan bahwa acetaminophen hanya memiliki sedikit efek antiinflamasi tetapi jika dikombinasikan dengan NSAID lain obat ini mampu memberikan efek antiinflamasi yang lebih baik. Jika kelebihan mengonsumsi obat ini biasanya akan menyebabkan gangguan fungsi pada hati (Flood dkk., 2015).

2.3 Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Kelor (*Moringa oleifera* L.) telah dikenal sebagai tanaman obat serbaguna dan berkhasiat sejak dahulu. Kelor mengandung lebih banyak dan beragam

senyawa alami daripada spesies tanaman lain. Tanaman kelor mengandung 46 antioksidan kuat yang dapat melindungi tubuh dari paparan radikal bebas, juga mengandung 18 asam amino dimana 8 diantaranya merupakan asam amino esensial yang diperlukan tubuh untuk membuat sel baru, dan 36 senyawa antiinflamasi, serta 90 nutrisi alami seperti vitamin dan mineral (Krisnadi, 2015).

2.3.1 Klasifikasi dan Karakteristik Fisik

Klasifikasi tanaman kelor menurut Nasir dkk. (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Familia	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i> Lamk

Tanaman kelor memiliki pohon dengan ketiggian sekitar 3-10 m. Batangnya berkayu, bulat, bercabang, dengan bintik hitam dan putih keabu-abuan. Daunnya majemuk dan berwarna hijau dengan panjang sekitar 20-60 cm, helaian daun berbentuk lonjong, tepi daun rata dan berlekuk dengan tulang daun menyirip. Bunganya majemuk berbentuk lonjong yang terletak di pangkal daun, panjang bunga sekitar 10-30 cm, juga memiliki benang sari dan putik kecil, serta mahkota bunga berwarna putih krem. Buahnya memiliki bentuk seperti kapsul sepanjang 20-45 cm yang berwarna hitam kecoklatan yang masing-masing berisi 15-25 biji. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam, dengan perakaran tunggang berwarna putih kecoklatan (BPOM, 2016).



(1) Daun kelor



(2) Buah kelor



(3) Biji kelor

Gambar 3. Bagian tanaman kelor (Trisnawati dan Mutaqien, 2021)

2.3.2 Biji Kelor

Biji kelor memiliki morfologi berbentuk bulat dan memiliki cangkang berwarna coklat kehitaman jika sudah kering. Biji kelor memiliki sayap berwarna putih kekuningan dari atas ke bawah. Satu pohon kelor biasanya menghasilkan 15.000 sampai 25.000 biji per tahun dengan berat rata-rata per biji kelor 0,3 g (Krisnadi, 2015).

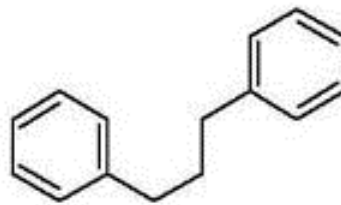
Biji kelor mengandung senyawa kimia yang beragam diantaranya mengandung alkaloid, vitamin A, B, dan C pada sel tertentu, dimana kandungan tersebut akan memberikan efek sebagai antiinflamasi, antipretik dan antiskorbut (Kholis dan Hadi, 2010). Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Shanti (2016) melaporkan bahwa biji kelor juga mengandung flavonoid, glikosida, steroid dan terpenoid. Biji kelor juga mengandung banyak nutrisi didalamnya, beberapa kandungan nutrisi dalam biji kelor per 100 g dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan nutrisi biji kelor per 100 g (Aminah dkk., 2015)

Komponen	Komposisi
Kadar air	3,11 %
Protein	32,19 g
Lemak	32,40 g
Serat	15,87 g
Mineral	5,58 g

2.3.3 Flavonoid Biji Kelor

Flavonoid adalah salah satu metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman yang memiliki struktur C₆-C₃-C₆ yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh tiga atom C, dengan ikatan atom O, yang biasanya berupa ikatan oksigen heterosiklik. Senyawa flavonoid digolongkan sebagai senyawa polifenol karena mengandung dua atau lebih gugus hidroksil yang bersifat asam lemah dan larut dalam basa. Oleh karena itu senyawa flavonoid lebih mudah larut dalam pelarut polar seperti metanol dan etanol (Febriansah dan Maryana, 2015). Struktur flavonoid dapat dilihat pada Gambar 4.

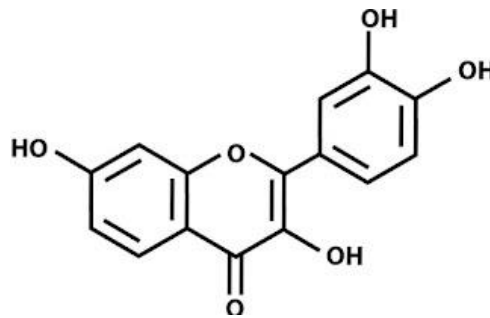


Gambar 4. Struktur dasar flavonoid (Redha, 2010)

Flavonoid digolongkan menjadi beberapa golongan yaitu flavon, flavanol, flavonon, antosianidin, khalkon, auron, dan isoflavon. Golongan flavonoid terbesar yang terdapat dalam tanaman adalah flavonol dan flavon. Perbedaan yang paling utama antara flavon dan flavonol yaitu pada flavonol terdapat gugus hidroksi pada gugus C₃. Kedua senyawa tersebut banyak terdapat pada bagian daun dan bagian luar tanaman dan hanya sedikit pada bagian tanaman yang ada di permukaan tanah (Latifah, 2015).

Penelitian Bichi (2021), tentang isolasi flavonoid dari ekstrak biji kelor menunjukkan bahwa ekstrak biji kelor mengandung senyawa Flavonoid yaitu kuersetin. Kuersetin merupakan metabolit sekunder polifenolik yang termasuk

flavonol terbesar dengan kandungan kuersetin dan glikosidanya berada dalam jumlah sekitar 60-75% dari flavonoid. Kelompok senyawa flavonoid polifenol merupakan golongan senyawa polar, namun memiliki sifat kelarutan rendah dalam air dan lebih mudah larut dalam pelarut organik. Kuersetin pada tanaman biasanya berada dalam bentuk glikosida dan dapat pula bentuk aglikonnya (Desai dan Tatke, 2015).



Gambar 5. Struktur kuersetin (Bichi, 2021)

2.3.4 Manfaat Tanaman Kelor

Pemanfaatan tanaman kelor sebagai sayuran dan pengobatan tradisional adalah bentuk manfaat yang meluas di sebagian besar wilayah Indonesia. Bagian tanaman yang kerap digunakan sebagai obat adalah daun, kulit batang, biji dan akarnya sedangkan buah muda, daun dan bunganya digunakan sebagai sayuran. Bagian tanaman kelor yang paling banyak dimanfaatkan adalah daunnya. Daun kelor bisa dikonsumsi lantaran mengandung gizi dan protein tinggi. Kandungan senyawa bermanfaat yang ada pada daun kelor seperti mineral vitamin, dan asam amino. Mineral yang masih ada dalam kelor seperti besi, tembaga, mangan, sodium, kalium, selenium, sulfur dan fosfor.

Biji kelor memiliki kegunaan yaitu dapat mengatasi muntah atau mual. Biji kelor yang telah matang dan kering mengandung pterigospermin yang pekat sampai

bersifat germisida dan stimulan. Biji kelor yang sudah tua memiliki kegunaan sebagai antitumor, antiinflamasi, mengobati kutil, penyakit kulit ringan, sariawan, lambung, demam dan rematik, bahkan biji kelor dengan kulitnya dapat dijadikan bahan penjernih air (Santoso dan Parwata, 2018).

2.4 Teknik Maserasi

Maserasi adalah metode ekstraksi dingin dengan cara perendaman sampel dengan pelarut organik pada suhu kamar (Susanty dan Bachmid, 2016), dengan tujuan untuk menarik kandungan senyawa aktif dalam suatu sampel (Sudarwati dan Fernanda, 2019). Selama maserasi, bubuk sampel tanaman didiamkan dalam wadah tertutup selama beberapa waktu dan diaduk sesekali (Julianto, 2019). Waktu maserasi yang tepat akan menghasilkan senyawa yang baik, jika terlalu singkat maka tidak semua senyawa akan terlarut dalam pelarut yang digunakan, sedangkan jika terlalu lama maka pelarut akan jenuh dan tidak akan berpengaruh lagi (Ramdja dkk., 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Handrianto dan Wardani (2019), tentang pengaruh lama maserasi ekstrak metanol jamur terhadap kadar flavonoid total menunjukkan bahwa proses ekstraksi maserasi yang dilakukan selama 1, 2, dan 3 hari menghasilkan kadar flavonoid dari hari kehari semakin meningkat dimana pada hari pertama kadar flavonoidnya 1,98%, hari kedua 3,14% dan hari ketiga 3,66%. Dari data tersebut disimpulkan bahwa lamanya waktu maserasi mempengaruhi hasil kadar flavonoid yang diperoleh.

Selain maserasi, metode ekstrak dingin yang lain adalah metode perkolasi yaitu metode dengan cara melewatkan pelarut organik pada sampel agar senyawa

organik dapat terbawa bersama dengan pelarut (Ilyas, 2013). Metode maserasi lebih sering digunakan karena lebih sederhana dan kemampuannya dalam mengekstrak lebih baik karena pada saat maserasi sampel mempunyai waktu kontak yang lebih lama dengan pelarut sehingga senyawa dalam sampel akan tertarik secara maksimal, sedangkan jika dengan metode perkolasi kecepatan aliran pelarut bisa saja mempengaruhi ekstraksi karena aliran yang terlalu cepat menyebabkan kontak antara sampel dan pelarut kecil sehingga senyawa-senyawa dalam sampel tidak tertarik sempurna (Fatmawati, 2019).

2.5 Uji Antiinflamasi

Pengujian Antiinflamasi biasanya dilakukan dengan dua metode yaitu metode secara *in vitro* dan secara *in vivo*. Metode pengujian *in vitro* dilakukan di luar organisme untuk mengetahui peran atau pengaruh mediator-mediator inflamasi seperti histamin, bradikinin, prostaglandin dan lain-lain. Sedangkan metode pengujian secara *in vivo* merupakan metode pengujian yang dilakukan dalam tubuh organisme. Pada penelitian ini digunakan metode *in vivo* dengan cara induksi edema pada telapak kaki belakang (*paw edema*) hewan uji. Prinsip metode ini yaitu kemampuan ekstrak dalam menghambat terjadinya edema pada telapak kaki belakang hewan uji setelah pemberian bahan pembuat radang (iritan) seperti karagenan. Kelebihan dari metode ini adalah pengukuran edema dilakukan dengan akurat dan objektif, cepat,serta mudah dilakukan dan mudah diamati (Ma dkk., 2013).